

Evropský program školení školitelů pro zásahové jednotky



Společný podnik pro palivové články a vodík (FCH JU)
Číslo grantové dohody 875089

Výstup

Evropská příručka pro reakce na mimořádné události

Vedoucí autoři: ENSOSP (Laurent LECOMTE)

Přispívající autoři: ENSOSP (Franck VERRIEST a Wilfried STÉFIC)

Verze: 1

Datum dodání pro interní přezkum: 30. KVĚTNA 2021

Termín odevzdání: 30. ČERVNA 2021

Úroveň zveřejnění: Veřejnost (prvotní návrh zveřejněn na základě dohody konsorcia)



Tato stránka je záměrně ponechána prázdná.

Poznámka: první vydání tohoto dokumentu bylo sestaveno v rámci projektu HyResponse, na který bylo navázáno v rámci projektu HyResponder. Historie dokumentu obsahuje celý proces vývoje.

Historie dokumentu

Revize	Datum	Provedené úpravy	Autor (autoři)
V1	29. dubna 2015	Vypracování tohoto dokumentu (obsah)	
V2	26. listopadu 2015	Komentáře k obsahu (na základě popisu práce byly doplněny základní informace o vodíku)	Li Zhiyong; Tretsiakova-McNally Svetlana; Molkov Vladimir; Makarov Dmitriy
V3	8. prosince 2015	Návrh příspěvků UU (návrh základních informací o vodíku do příručky pro reakci na mimořádné události související s vozidly s palivovými články)	Li Zhiyong; Tretsiakova-McNally Svetlana
V4	16. prosince 2015	Revize příspěvků UU (doplnění pojmů a definic formou glosáře pojmů)	Li Zhiyong; Tretsiakova-McNally Svetlana; Molkov Vladimir
V5	22. prosince 2015	Revize příspěvků UU (reorganizace příručky pro reakci na mimořádné události související s vozidly s palivovými články)	Li Zhiyong; Molkov Vladimir
V6	18. února 2016	Revize příspěvků UU (přidány další informace o reakci na mimořádné události z důvěryhodných zdrojů)	Li Zhiyong
V7	26. února 2016	Revize příspěvků UU (revize na základě diskuse týmu UU o vědeckých i technických otázkách)	Li Zhiyong; Tretsiakova-McNally Svetlana; Molkov Vladimir; Makarov Dmitriy
V8	27. února 2016	Revize příspěvků UU	Molkov Vladimir
V9	29. února 2016	Revize příspěvků UU	Svetlana Tretsiakova-McNally, Li Zhiyong
V10	31. října 2016	Příspěvek ENSOSP	Sebastien BERTAU
V11	2020/2021	Revize ENSOSP	Laurent LECOMTE
V12	30. května 2021	Revize a příspěvky partnerů konsorcia	Laurent LECOMTE, Sébastien BERTAU, Lukasz FARALISZ, Gerhard SCHÖPF, Tom VAN ESBROECK, Julien ROUSSEL, Gustaaf COOLS, Petter FRANZ, Renaud DE BURON BRUN, Hugo TOSELLO
V13	9. června 2021	Revize příspěvků partnerů	Laurent LECOMTE, Iraia OEYEN, Gustaaf COOLS, Hugo TOSELLO
V14	15. června 2021	Formátování/formulace	Sile Brennan
V15	25. června 2021	Doplnění taktických listů	ENSOSP

UPOZORNĚNÍ – Projekt HyResponder nabízí strategie a taktiky pro reakci na mimořádné události související s vozidly a aplikacemi využívajícími vodíkové palivové články (FCH). Strategie a taktiky uvedené v tomto dokumentu slouží ke sdílení informací o reakci na havárie/nehody týkající se osobních vozidel, autobusů a aplikací FCH. Tento dokument je k dispozici, jak stojí a leží, a slouží pouze k informačním účelům. Informace obsažené v tomto dokumentu se mohou změnit bez předchozího upozornění. Projekt HyResponder a jeho partneři, společně i jednotlivě, se zříkají jakékoli odpovědnosti za škody způsobené činnostmi výslovně uvedenými v tomto dokumentu nebo z něj vyplývajícími.

Tato stránka je záměrně ponechána prázdná.

OBSAH

Obsah	6
Úvod	1
ČÁST 1 VODÍK, APLIKACE A SOUVISEJÍCÍ RIZIKA	3
1. PLYNNÝ VODÍK	4
2. KAPALNÝ VODÍK.....	14
3. NEBEZPEČÍ SOUVISEJÍCÍ S VODÍKEM	21
4. SPECIFICKÉ NÁSTROJE	26
5. PALIVOVÉ ČLÁNKY	29
6. ELEKTROLYZÉRY	31
7. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	34
8. ČERPACÍ STANICE	42
ČÁST 2 REAKCE NA MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI	59
9. NOMOGRAMY	60
10. Újma na zdraví člověka v případě protržení SAMOSTATNÉ nádrže při požáru. ..	62
11. Újma na zdraví člověka v případě protržení nádrže POD VOZIDLEM při požáru	63
12. Poškození budov v případě protržení samostatné nádrže při požáru	64
13. Poškození budov v případě protržení nádrže pod vozidlem při požáru	65
14. Doba uvolňování tlaku	66
15. STRATEGIE	67
16. TAKTIKA	68
17. ŘÍZENÍ TÍSŇOVÝCH VOLÁNÍ.....	70
18. POSTUP PŘI LIKVIDACI POŽÁRU A ZÁCHRANNÝCH PRACÍCH	71
19. TÝM A „HYRESPONDER“ V ZÁCHRANNÝCH SLOŽKÁCH A JEHO VYBAVENÍ.....	80
20. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	82
21. AUTOBUSY, NÁKLADNÍ VOZIDLA A VLAKY S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	100
22. NÁVĚS NA H ₂	111
23. PŘÍPOJKY, ARMATURY A POTRUBÍ.....	124
24. ČERPACÍ STANICE	135
25. STACIONÁRNÍ ENERGETICKÁ JEDNOTKA.....	146
Přílohy (UU).....	168
GLOSÁŘ POJMŮ	174
Literatura a odkazy.....	177
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	178

Úvod

Tato příručka pro reakci na mimořádné události související s aplikacemi vodíku a palivových článků pro první pracovníky zasahující v případě nouze byla poprvé sestavena v rámci projektu Response¹ a byla revidována v rámci projektu HyResponder².

Tato příručka je určena pro pracovníky záchranných složek, a to jak pro pracovníky v první linii, tak pro velitele, od okamžiku přijetí tísňového volání až do okamžiku ZÁVĚREČNÉ KONTROLY. Očekává se, že tato příručka podpoří rozhodování pracovníků, kteří již mají znalosti o operacích a postupech při mimořádných událostech.

Tato revidovaná verze pojednává o událostech souvisejících se zkapalněným vodíkem (LH₂). Byly přidány nové vektory mobility a dopravy, jako jsou autobusy, nákladní vozidla a vlaky. Kromě toho byly vloženy dvě nové sady operativních taktických listů a předchozí verze byla obohacena o další příspěvky.

Pokud máte k této příručce pro mimořádné události jakékoli připomínky nebo dotazy, napište nám: formations.specialisees@ensosp.fr

Jak používat tuto příručku?

Jedná se o dvoudílný dokument s podpůrnými přílohami, v němž se prolínají akademické poznatky a operační taktika.

První část je věnována aplikacím vodíku a souvisejícím rizikům: vyčerpávajícím způsobem definuje tento prvek od jeho fyzikálních vlastností (plynný a kapalný) až po jeho soudobé způsoby využití a nebezpečí s ním spojená. Tato část poskytuje teoretické podklady pro správné provedení fáze reakce, jejíž podrobný popis je uveden ve druhé části příručky. V případě potřeby podrobnějšího vysvětlení konkrétního tématu odkazujeme čtenáře na vzdělávací přednášky dostupné na elektronické platformě projektu HyResponder <https://hyresponder.eu/>

Revidované taktiky popsané ve druhém oddílu jsou výsledkem společného úsilí o aktualizaci strategií navržených v rámci projektu HyResponse. Na začátku jsou uvedeny diagramy, které definují bezpečnostní vzdálenosti v závislosti na tlaku a objemu vodíkové nádrže. Dále jsou zde uvedeny dvě hlavní taktiky zásahu (útočná a obranná) a jejich výhody a nevýhody. Dále je podrobně popsán celý postup reakce na mimořádnou událost (rozpoznání, záchrana, připravenost, řešení události, ochrana, vyklizení) společně s množnými hrozbami, se kterými se mohou zasahující osoby setkat (únik vodíku a požár). A konečně taktické listy stručně informují o tom, jak v těchto situacích postupovat v závislosti na typu vozidla nebo jednotky.

¹ <http://www.hyresponse.eu/>

² <https://hyresponder.eu/>

Tento dokument by měl být považován za sborník informací. Obsažené pokyny je třeba vykládat s ohledem na národní a místní specifika.

Tato příručka představuje jeden ze základních pilířů školení realizovaného v rámci projektu HyResponder pro evropské školitele s cílem šířit osvětu o rizicích souvisejících s vodíkem v celé Evropě. Toto školení představuje spojení akademických a operačních znalostí a zachycuje základní informace shromážděné v Evropské příručce pro reakci na mimořádné události související s vodíkem.

ČÁST 1 VODÍK, APLIKACE A SOUVISEJÍCÍ RIZIKA

1. PLYNNÝ VODÍK

1.1. Identifikace



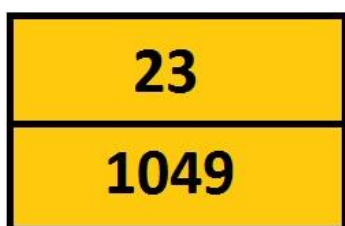
Obrázek 1: Svazek V18



Obrázek 2: Láhev s objemem
50 litrů



1.2. ADR, IMDG, IATA



Název: Vodík (En); Hydrogène (Fr); Dihydrogène (Fr); Wasserstoff (D); Hidrógeno (Šp); Idrogeno (It)



PLYNNÝ VODÍK



Číslo dle Chemical Abstracts Service (CAS)	1333-74-0
Číslo ES	215-605-7
Indexové číslo ES:	001-001-00-9
Chemický vzorec:	H ₂ ; H—H
Molární hmotnost:	2 g.mol ⁻¹
ČÍSLO SDS:	SDS-067A-CLP (air liquide)

1.3. Klasifikace, označování a balení (CLP)

H220 – Extrémně hořlavý plyn.

H280 – Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P377 – Požár unikajícího plynu: nehaste, nelze-li únik bezpečně zastavit.

P381 – Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika.

P403 – Skladujte na dobře větraném místě.

P410+P403 – Chraňte před slunečním zářením. Skladujte na dobře větraném místě.



PLYNNÝ VODÍK



1.4. Provozně důležité vlastnosti:



Barva:	Bezbarvý.
Zápach:	Bez zápachu.
Bod tání:	-259 °C (z pevné látky na kapalinu)
Bod varu:	-253 °C (z kapaliny na plyn)
Teplota samovznícení:	560 °C
Rozsah hořlavosti:	4–77 % obj. na vzduchu
Rozsah detonovatelnosti	11–59 % obj. ³ na vzduchu
Relativní hustota, vodík/vzduch:	0,07/1
Relativní hustota, vzduch/vodík:	14,28/1
Rozpustnost ve vodě:	1,6 mg/l
Zápalná energie	0,017 mJ

Při standardních teplotních a tlakových podmínkách STP (273,15 K-0 °C/101,325 kPa –1bar), vodík:

- je PLYNNÝ,
- STOUPÁ díky své velmi nízké relativní hustotě ve srovnání se vzduchem,
- velmi rychle se mísí s atmosférou v místě uvolnění,
- má široký rozsah hořlavosti,
- k jeho zapálení stačí jedna z nejnižších zápalných energií (např. statická elektřina, tření, nárazy, teplo...),
- je u něj možné i samovolné vznícení náhlého úniku.

V případě úniku zkapalněného vodíku může extrémně nízká teplota plynu vést k tomu, že vodíkový mrak po okamžitém úniku začne proudit vodorovně nebo směrem dolů. Kondenzace vzdušné vlhkosti může na okamžik zviditelnit mrak, i když samotný vodík je viditelný není.

³(Alcock a kol., 2001)

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	<h1>KAPALNÝ VODÍK</h1>	

1.5. Nebezpečné jevy (VOZIDLA S H₂ FC)

Elektrická vozidla s palivovými články (FC) mohou mít dvě podoby:

- Vozidlo poháněné pouze vodíkem v palivovém článku s H₂ se zásobní nádrží s tlakem 700 bar
- Hybridní elektrické vozidlo s baterií a prodlužovačem dojezdu s H₂ a s nádrží na H₂.

Palivové nádrže ve vozidlech mají objem přibližně 80 l (2 nádrže) nebo 140 l. Tento objem pojme 5–7 kg H₂.

U elektrického vozidla s palivovými články jsou hlavními obávanými událostmi:

- Uvolnění z tepelně aktivovaného zařízení pro uvolnění přetlaku (TPRD) nebo jiného zařízení (např. protržení potrubí v celém průměru, netěsnost spojů) s následky:
 - uvolnění tlaku z nádrže bez zapálení,
 - nebo zapálený únik:
 - s okamžitým zapálením, které způsobí tryskový požár,
 - s opožděným zapálením, které způsobí vznik hořlavého mraku a možnou explozi neohrazeného oblaku par.
- mechanické protržení nádrže způsobující vznik tlakové vlny.

1.5.1. Možné důsledky

1.5.1.1. Nezapálené uvolnění

V případě nezapáleného uvolnění je v tabulce 6 uvedena doba trvání uvolňování tlaku pro několik objemů nádrží a různé průměry uvolnění.

Uvolnění otvorem s průměrem 0,1 a 1 mm představují reprezentativní náhodný únik způsobený utaženými spoji nebo zařízeními. Uvolnění otvorem s průměrem 2 mm a 4 mm představují spíše uvolnění přes zařízení TPRD.

Tyto hodnoty jsou zajímavé pro posouzení doby potřebné k úplnému vyprázdnění nádrže a vyhodnocení rizika v případě jejího protržení následkem požáru, jakož i minimální doby potřebné k

ochraně nádrže, aby k jejímu protržení vůbec nedošlo. Tyto hodnoty byly vypočteny pomocí validovaného nástroje (e-Laborator⁴) na okolní teplotu 15 °C.

Tabulka 6: Doba trvání poklesu tlaku v nádrži při různých objemech nádrže a různých otvorech

Tank volume	Storage pressure	Blowdown duration			
		0.1 mm	1 mm	2 mm	4 mm
80 L	350 bar	25 h	13 min 20 s	3 min 40 s	52 s
150 L	350 bar	47 h	28 min 10 s	7 min	1 min 40 s
80 L	700 bar	29 h	17 min 10 s	4 min 10 s	56 s
150 L	700 bar	54 h	32 min 20 s	8 min	1 min 50 s

1.5.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením

V případě úniku s okamžitým zapálením vzniká tryskový požár s nebezpečnými tepelnými účinky.

Příklady průtoků při úniku vodíku s vodorovným tryskovým požárem a výsledné následky byly vypočteny s využitím ověřeného nástroje (e-Laborator⁵) a jsou uvedeny v tabulce 7. Uvolňování tlaku z nádrže se nezohledňuje, použije se maximální tlak. Nebezpečné vzdálenosti jsou tedy z hlediska bezpečnosti konzervativní.

Tabulka 7: Tepelné účinky při tryskových požárech s ohledem na různé tlaky a průměry úniku.

Release diameter	Storage pressure	Release flowrate	Thermal effects			
			Flame length	3 kw.m ⁻²	5 kw.m ⁻²	8 kw.m ⁻²
0.1 mm	350 bar	1.5·10 ⁻⁴ kg.s ⁻¹	0.2 m	0.2 m	< 0.2 m	< 0.2 m
1 mm	350 bar	1.5·10 ⁻² kg.s ⁻¹	2.3 m	2.9 m	2.6 m	< 2.3 m

⁴ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

⁵ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>



KAPALNÝ VODÍK





2 mm	350 bar	$6.0 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$	4.5 m	6.4 m	5.6 m	5 m
4 mm	350 bar	$2.4 \cdot 10^{-1} \text{ kg.s}^{-1}$	9.1 m	14 m	12 m	11 m
0.1 mm	700 bar	$2.7 \cdot 10^{-4} \text{ kg.s}^{-1}$	0.3 m	0.3 m	< 0.3 m	< 0.3 m
1 mm	700 bar	$2.7 \cdot 10^{-2} \text{ kg.s}^{-1}$	3 m	4 m	3.5 m	3.2 m
2 mm	700 bar	$1.1 \cdot 10^{-1} \text{ kg.s}^{-1}$	6.1 m	9 m	8 m	7 m
4 mm	700 bar	$4.3 \cdot 10^{-1} \text{ kg.s}^{-1}$	12 m	19 m	17 m	15 m

Jiný přístup představují „kritéria újmy“ pro člověka, která popsal LaChance (2010). Příslušné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8: Separační vzdálenosti při tryskových požárech s ohledem na různý tlak a různé průměry úniku.

Release diameter	Storage pressure	Thermal effects			
		Flame length	No harm	Pain threshold	3 rd degree burns
0.1 mm	350 bar	0.2 m	0.7 m	0.6 m	0.4 m
1 mm	350 bar	2.3 m	8 m	7 m	4.6 m
2 mm	350 bar	4.5 m	16 m	14 m	9 m
4 mm	350 bar	9.1 m	32 m	27 m	18 m
0.1 mm	700 bar	0.3 m	1 m	0.9 m	0.6 m
1 mm	700 bar	3 m	11 m	9 m	6 m
2 mm	700 bar	6.1 m	21 m	18 m	12 m
4 mm	700 bar	12.1 m	42 m	36 m	14 m

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	KAPALNÝ VODÍK	

1.5.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením

V případě úniku s opožděným zapálením se uvažuje o výbuchu neohraničeného oblaku par (UVCE). Vytvoří se hořlavý oblak a jeho zapálení vyvolá tlakovou vlnu s nebezpečnými následky v podobě přetlaku, který se snižuje společně s rostoucí vzdáleností od místa zapálení.

Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí přístupu TNO Multi-Energy, přičemž se uvažuje úroveň 5. Používá se průtok vodíku a jev volného pole bez překážek nebo s malými překážkami.

Předpokládá se horizontální únik a bod zapálení je stanoven na 10 % H₂ v ose úniku.

Tabulka 9: Účinky přetlaku při výbuchu neohraničeného oblaku par s ohledem na různý tlak a různé průměry úniku.



Release diameter	Storage pressure	Hydrogen mass	Overpressure effects			
			20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
0.1 mm	350 bar	$6.6 \cdot 10^{-7}$ kg	0.8 m	0.4 m	0.3 m	< 0.3 m
1 mm	350 bar	$6.6 \cdot 10^{-4}$ kg	7.9 m	4.5 m	3 m	2.7 m
2 mm	350 bar	$5.3 \cdot 10^{-3}$ kg	16 m	8.8 m	5.9 m	5.3 m
4 mm	350 bar	$4.2 \cdot 10^{-2}$ kg	31 m	18 m	12 m	11 m
0.1 mm	700 bar	$1.9 \cdot 10^{-6}$ kg	1.1 m	0.7 m	0.4 m	< 0.4 m
1 mm	700 bar	$1.9 \cdot 10^{-3}$ kg	11 m	6.2 m	4.2 m	3.7 m
2 mm	700 bar	$1.5 \cdot 10^{-2}$ kg	22 m	13 m	8.4 m	7.5 m
4 mm	700 bar	$1.2 \cdot 10^{-1}$ kg	44 m	25 m	17 m	15 m

1.5.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže

Při vyhodnocení maximálních nebezpečných vzdáleností se uvažuje zachvácení samostatné kompozitní nádrže (typ IV) při maximálním pracovním tlaku požárem.

Tlak při protržení činí 1,9násobek maximálního pracovního tlaku. Tabulka 10 uvádí charakteristické přetlaky.

--	--	--

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	KAPALNÝ VODÍK	

Tabulka 10: Účinky přetlaku v důsledku protržení nádrže s ohledem na různý tlak a různé objemy nádrže.

Tank volume	Storage pressure	Overpressure effects			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
80 L	350 bar	53 m	27 m	11 m	8 m
150 L	350 bar	66 m	33 m	14 m	10 m
80 L	700 bar	67 m	34 m	14 m	10 m
150 L	700 bar	83 m	41 m	18 m	13 m

Poznámka: U skladovací nádrže typu III jsou nebezpečné vzdálenosti velmi podobné.

1.6. Nebezpečné jevy (AUTOBUSY, VLAKY a NÁKLADNÍ VOZIDLA s FC a plynným H₂)

V této části jsou autobusy, vlaky a nákladní vozidla zpracovány společně, protože jsou si konstrukčně velmi blízké (např. skladovací tlak a objem, velikost a umístění zařízení TPRD). V současné době jsou autobusy a vlaky s palivovými články vybaveny palubními nádržemi na plynný vodík (nikoli LH₂).

Co se týče vozidel FCEV, hlavní obávané události jsou:

Uvolnění ze zařízení TPRD nebo jiného zařízení (např. protržení potrubí v celém průměru, netěsnost spojů) s těmito možnými následky:

- uvolnění tlaku z nádrže bez zapálení,
- nebo zapálený únik
 - o s okamžitým zapálením, které způsobí tryskový požár,
 - o s opožděným zapálením, které způsobí vznik hořlavého mraku a možnou explozi neohraničeného oblaku par
- mechanické protržení nádrže způsobující vznik tlakové vlny.

Co se týče zařízení TPRD, u vozidel FCEV se výstup ze zařízení TPRD nachází velmi blízko terénu v porovnání s vlaky a autobusy, kde je výstup ze zařízení TPRD (v současnosti) umístěn na střeše. V případě plynného H₂ se umístění zařízení TPRD liší a závisí na výrobci.



KAPALNÝ VODÍK



U autobusů a vlaků jsou skladovací nádrže umístěny na střeše, u nákladních vozidel jsou umístěny dole.

Skladovací tlak činí zpravidla 350 bar a skladovací nádrže mají větší objem než nádrže v osobních vozidlech s FC. Je však třeba počítat s tím, že tlak v zásobníku se zvýší na 700 bar s cílem zvýšit dojezd vozidel.

Objem nádrží činí přibližně 170 l (autobusy, nákladní automobily) či 240 l (vlaků). Počet palubních nádrží závisí na požadavku na dojezd. Na jeden autobus nebo vagón tak může připadat 5–10 lahví.

Zásoba H₂ na palubě se u autobusů pohybovala od 30 do 45 kg a u vlaků může dosahovat až 180 kg.

1.6.1. Možné důsledky

1.6.1.1. Nezapálené uvolnění

V tabulce 11 je uvedena doba uvolnění tlaku z nádrže (doba do vyprázdnění) pro různé objemy nádrží a při různých průměrech úniku.

Tyto hodnoty jsou užitečné pro posouzení doby potřebné k úplnému vyprázdnění nádrže a k vyhodnocení rizika protržení nádrže v případě požáru. Hodnoty byly vypočteny s využitím ověřeného nástroje (e-Laborator⁶) a jejich základem je uvolnění tlaku na úroveň tlaku atmosférického při zvažování adiabatického přístupu a teplotě okolí 15 °C. Je třeba pamatovat na delší dobu uvolňování tlaku v porovnání s osobními vozidly v důsledku větší zásoby vodíku.

Tabulka 11: Doba trvání poklesu tlaku v nádrži při různých objemech nádrže a různých otvorech

Tank volume	Storage pressure	Blowdown duration			
		0.1 mm	1 mm	2 mm	4 mm
170 L	350 bar	53 h	32 min	7 min 45 s	1 min 45 s
240 L	350 bar	71 h	45 min	11 min	2 min 40 s
170 L	700 bar	61 h	36 min 30 s	9 min	2 min
240 L	700 bar	> 74 h	51 min 40 s	12 min 45 s	3 min

1.6.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením

V případě úniku s okamžitým zapálením vzniká tryskový požár s nebezpečnými tepelnými účinky. Hodnoty tlaku a průměru úniku jsou shodné s osobními vozidly s FC. Proto platí vzdálenosti odpovídající tepelným účinkům tryskových požárů uvedené v tabulkách 7 a 8.

⁶ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

1.6.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením

V případě úniku s opožděným zapálením se uvažuje o výbuchu neohraničeného oblaku par (UVCE). Vytvoří se hořlavý oblak a jeho zapálení vyvolá tlakovou vlnu s nebezpečnými následky v podobě přetlaku. Přetlak klesá se vzdáleností od místa zapálení.

Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí přístupu TNO Multi-Energy, přičemž se uvažuje úroveň 5. Používá se průtok vodíku a jev volného pole bez překážek nebo s malými překážkami.

U autobusů, vlaků a nákladních vozidel jsou nebezpečné vzdálenosti shodné jako u osobních vozidel s palivovými články a jsou uvedeny v tabulce 9.

1.6.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže

Při vyhodnocení maximálních nebezpečných vzdáleností se uvažuje zachvácení samostatné kompozitní nádrže (typ IV) při maximálním pracovním tlaku požárem. Tabulka 12 obsahuje nebezpečné vzdálenosti u čtyř hodnot přetlaku.

Tlak při protržení činí 1,9násobek maximálního pracovního tlaku.

Tabulka 12: Účinky přetlaku v důsledku protržení nádrže s ohledem na různý tlak a různé objemy nádrže.

Tank volume	Storage pressure	Overpressure effects			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
170 L	350 bar	68 m	34 m	15 m	11 m
240 L	350 bar	77 m	38 m	17 m	12 m
170 L	700 bar	86 m	43 m	19 m	13 m
240 L	700 bar	97 m	48 m	21 m	15 m

Je třeba poznamenat, že u nádrže typu III jsou nebezpečné vzdálenosti velmi podobné výše uvedeným vzdálenostem (nádrž typu IV).



KAPALNÝ VODÍK



2. KAPALNÝ VODÍK

2.1. Identifikace:

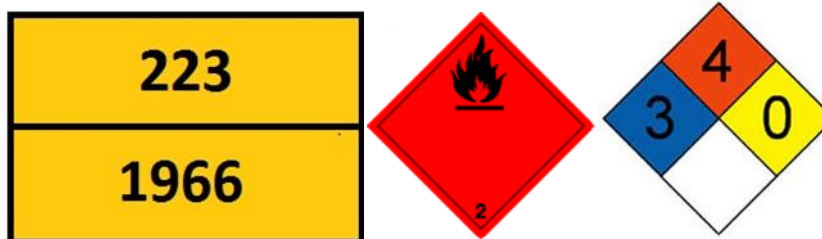


Obrázek 3 Obr. 2: Nákladní vozidlo pro převoz kryogenního vodíku.
Zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

2.2. Nebezpečí



2.3. ADR, IMDG, IATA





KAPALNÝ VODÍK



Název:	Liquid Hydrogen (En); Hydrogène liquid (Fr);
Číslo dle Chemical Abstracts Service (CAS):	1333-74-0
Číslo ES	215. 605. 7
Indexové číslo ES:	001-001-00-9
Chemický vzorec:	H ₂ ; H—H
Molární hmotnost:	2 g.mol ⁻¹
ČÍSLO SDS:	SDS-067R-CLP (air liquide)

2.4. Klasifikace, označování a balení (CLP)

H220 – Extrémně hořlavý plyn.

H281 – Obsahuje zchlazený plyn; může způsobit omrzliny nebo poškození chladem.

P210 – Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení. Zákaz kouření.

P377 – Požár unikajícího plynu: Nehaste, nelze-li únik bezpečně zastavit.

P381 – Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika.

P336 – Omrzlá místa ošetřete vlažnou vodou. Postižené místo netřete.

P315 – Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

P403 – Skladujte na dobře větraném místě.

P410 – Chraňte před slunečním zářením.



KAPALNÝ VODÍK



2.5. Provozně důležité vlastnosti:

Barva:	Bezbarvý.
Zápach:	Bez zápachu.
Bod tání:	-259 °C (z pevné látky na kapalinu)
Bod varu:	-253 °C (z kapaliny na plyn)
Teplota samovznícení:	560 °C
Rozsah hořlavosti:	4–77 % obj. na vzduchu
Rozsah detonovatelnosti	11–59 % obj. ⁷ na vzduchu
Relativní hustota, vodík/vzduch (plyn):	0,07/1
Relativní hustota, vzduch/vodík (plyn):	14,28/1
Objemový poměr LH₂ k GH₂	1: 848
Hustota LH ₂ (při NBP)	70,78 kg/m ³
Rozpustnost ve vodě:	1,6 mg/l
Zápalná energie	0,017 mJ

Při standardních teplotních a tlakových podmínkách STP (273,15 K-0 °C/101,325 kPa –1bar), vodík:

- je PLYNNÝ,
- STOUPÁ díky své velmi nízké relativní hustotě ke vzduchu,
- velmi rychle se mísí s atmosférou v místě uvolnění,
- má široký rozsah hořlavosti,
- k jeho zapálení stačí jedna z nejnižších zápalných energií (např. statická elektřina, tření, nárazy, teplo...),
- je u něj možné i samovolné vznícení náhlého úniku.

⁷(Alcock a kol., 2001)



KAPALNÝ VODÍK



V případě úniku zkapalněného vodíku může extrémně nízká teplota plynu vést k tomu, že vodíkový mrak po okamžitém úniku začne proudit vodorovně nebo směrem dolů. Kondenzace vzdušné vlhkosti může na okamžik zviditelnit mrak, i když samotný vodík je viditelný není.

Vzhledem k objemovému poměru LH2 a GH2 (1 : 848) vede odpařování LH2 v uzavřené nádobě k prudkému zvýšení tlaku.

2.6. Nebezpečné jevy

U skladování kapalného vodíku na palubě dopravních prostředků jsou hlavními nebezpečnými událostmi:

- Uvolňování kapalné kryogenní látky
 - nezapálený únik:
 - kryogenní omrzliny nebo nedostatek kyslíku (anoxie) v uzavřených prostorech
 - zapálený únik:
 - s okamžitým zapálením, které způsobí tryskový požár
 - s opožděným zapálením, které způsobí přímý výbuch hořlavého studeného oblaku a potenciální výbuch neohraňčeného oblaku par, nebo požár louže kryogenní kapaliny s následným výbuchem hořlavého oblaku v důsledku odpařování vodíku
- mechanické protržení nádrže způsobující vznik tlakové vlny.

2.6.1. Možné důsledky

2.6.1.1. Nezapálené uvolnění

Jak již bylo zmíněno, v případě nezapáleného úniku představují hlavní rizika pro členy prvních zásahových jednotek kryogenní omrzliny a vyčerpání kyslíku (anoxie).

K ochraně členů prvních zásahových jednotek proti nebezpečí tohoto druhu lze použít vhodné osobní ochranné pomůcky.

2.6.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením

V případě úniku s okamžitým zapálením vzniká tryskový požár, kde primární nebezpečí představují tepelné účinky.

Průtoky a důsledky úniku byly vypočteny s využitím validovaného nástroje (e-Laborator⁸).

Tabulka 13: Tepelné účinky při tryskových požárech s ohledem na různé tlaky a průměry úniku.

Release diameter	Storage pressure	Liquid release flowrate	Thermal effects			
			Flame length	3 kw.m ⁻²	5 kw.m ⁻²	8 kw.m ⁻²
0.1 mm	1 bar	8.7·10 ⁻⁶ kg.s ⁻¹	0.1 m	< 0.1 m	< 0.1 m	< 0.1 m
1 mm	1 bar	8.7·10 ⁻⁴ kg.s ⁻¹	0.8 m	0.9 m	0.8 m	0.7 m
2 mm	1 bar	3.5·10 ⁻³ kg.s ⁻¹	1.5 m	1.7 m	1.5 m	1.4 m
4 mm	1 bar	1.4·10 ⁻² kg.s ⁻¹	3.1 m	3.8 m	3.3 m	3 m

Tabulka 14: Separační vzdálenosti při tryskových požárech s ohledem na různý tlak a různé průměry úniku.

Release diameter	Storage pressure	Thermal effects			
		Flame length	No harm	Pain threshold	3 rd degree burns
0.1 mm	1 bar	0.1 m	0.4 m	0.3 m	0.2 m
1 mm	1 bar	0.8 m	2.8 m	2.4 m	1.6 m
2 mm	1 bar	1.5 m	5.3 m	4.5 m	3 m
4 mm	1 bar	3.1 m	10.9 m	9.3 m	6.2 m

⁸ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/> s využitím Helmholtzovy stavové rovnice založené na volné energii a Scheferova přístupu.

2.6.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením

V případě úniku s opožděným zapálením se uvažuje o výbuchu neohraničeného oblaku par (UVCE). Vytvoří se hořlavý oblak a jeho zapálení vyvolá tlakovou vlnu s nebezpečnými následky v podobě přetlaku. Přetlak klesá se vzdáleností od místa zapálení.

Tabulka 15 obsahuje vypočítané orientační přetlakové vzdálenosti. Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí přístupu TNO Multi-Energy, přičemž se uvažuje úroveň 5. Používá se průtok vodíku a jev je zohledněn ve volném poli bez překážek nebo s malými překážkami. Předpokládá se horizontální únik a bod zapálení je stanoven na 10 % H₂ v ose úniku.

Tabulka 15: Účinky přetlaku při výbuchu neohraničeného oblaku par s ohledem na různý tlak a různé průměry úniku.

Release diameter	Storage pressure	Hydrogen mass	Overpressure effects			
			20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
0.1 mm	1 bar	2.5·10 ⁻⁸ kg	0.3 m	0.2 m	< 0.2 m	< 0.2 m
1 mm	1 bar	2.5·10 ⁻⁵ kg	2.6 m	1.5 m	1 m	0.9 m
2 mm	1 bar	2.0·10 ⁻⁴ kg	5.3 m	3 m	2 m	1.8 m
4 mm	1 bar	1.6·10 ⁻³ kg	10.5 m	6 m	4 m	3.6 m

2.6.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže

Při vyhodnocení maximálních nebezpečných vzdáleností se uvažuje zachvácení samostatné kryogenní nádrže (typ I) při maximálním pracovním tlaku požárem. Tabulka 16 obsahuje nebezpečné vzdálenosti u různých hodnot přetlaku.

Tlak při protržení činí 1,9násobek maximálního tlaku kapaliny.



KAPALNÝ VODÍK



Tabulka 16: Účinky přetlaku v důsledku protržení nádrže s ohledem na různé objemy nádrže.

Tank volume	Maximum liquid pressure	Overpressure effects			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
0.5 m ³	13 bar	32 m	16 m	7 m	5 m
1 m ³	13 bar	41 m	20 m	9 m	6 m
15 m ³	13 bar	100 m	50 m	22 m	15 m



NEBEZPEČÍ SOUVISEJÍCÍ S VODÍKEM



3. NEBEZPEČÍ SOUVISEJÍCÍ S VODÍKEM

Vodík je plyn bez zápachu, barvy, chuti, není jedovatý ani korozivní, ale je vysoce hořlavý. Může být skladován v plynné fázi při okolní teplotě, za vysokotlaké komprese, nebo v kapalně fázi po kryogenním zkapalnění. Nebezpečí vodíku souvisí s jeho chemickými a fyzikálními vlastnostmi.

3.1. Udušení

Uvolněný vodík může v částečně či úplně uzavřených prostorech zcela vytlačit kyslík a následně způsobit udušení vyčerpáním kyslíku (anoxie). Účinky nastupují, je-li obsah kyslíku ve vzduchu nižší než 18 %. (Obvyklý obsah kyslíku ve vzduchu činí 20–21 %.)

3.2. Tlak

Plynný vodík se skladuje v nádržích pod tlakem až 700 bar. Protržení nádrží nebo ohebného potrubí pod tlakem může způsobit vážná poranění.

Změna kapalně fáze na plynnou způsobí zvýšení objemu z 1 na 845. V důsledku toho se tlak v uzavřeném prostoru extrémně rychle zvyšuje.

3.3. Hluk

Vzhledem k vysokému tlaku potřebnému pro skladování (350–700 bar) způsobuje únik plynného vodíku hluk, který může dosahovat 130–140 dB. (K poškození ucha může dojít při hlasitosti nad 90 dB a bolest může být pociťována již od 120 dB.)

3.4. Křehkost

Vodík má nejmenší molekulu ze všech známých prvků. Interakce vodíku s mřížkou ochranného materiálu může způsobit ztrátu strukturální pevnosti a vést ke křehnutí nádrží a potrubí, které může způsobit jejich případné protržení.

3.5. Kryogenika

Za tlaku okolí musí mít kapalný vodík teplotu 20,3°K (–252,85 °C / –423,13 °F). Tato teplota je extrémně nízká. Přímý kontakt pokožky s kapalným nebo studeným plynným vodíkem způsobuje okamžité omrzliny.

3.6. Spalování

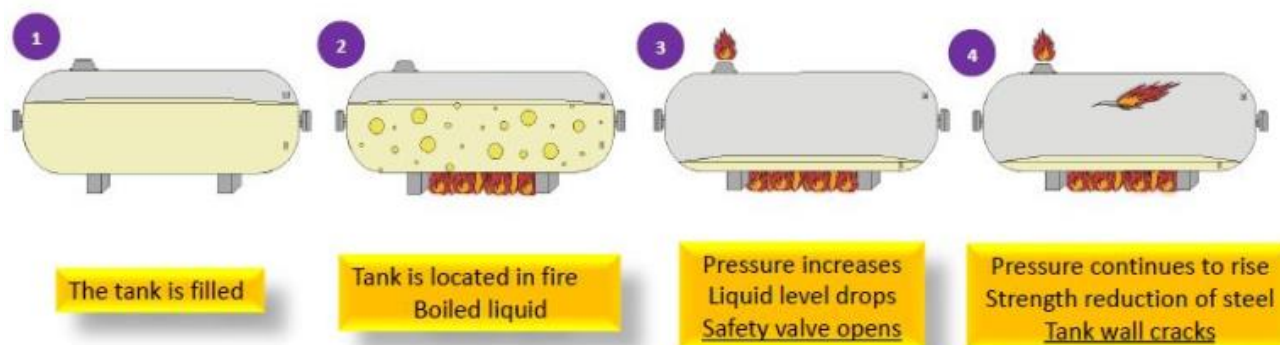
Vodík je vysoce hořlavý a výbušný. Rozsah hořlavosti na vzduchu činí 4–75 % [% v/v] a jeho minimální zápalná energie je 0,02 mJ. Vodík má ve srovnání s jinými palivy širší rozsah výbušnosti. Nejširší rozsah detonovatelnosti vodíku ve vzduchu činí 11–59 % obj. ⁹. Vodík hoří bleděmodrým plamenem a ve dne nevydává viditelné světlo ani kouř. To za předpokladu, že hořlavá směs neobsahuje některé látky nebo částice, které shoří spolu s ní. Na vzduchu je vodíkový plamen viditelný pouze z 30 % své délky. V porovnání s uhlovodíky vyzařují vodíkové plameny výrazně méně tepla. Člověk tedy toto teplo fyzicky pocítí až při přímém kontaktu s plamenem. Požár vodíku může zůstat nezjištěn a bude se šířit navzdory

⁹ Alcock a kol., 2001

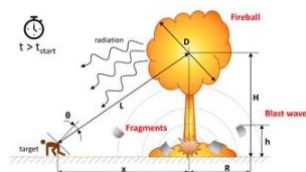
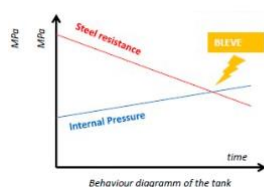
jakémukoli přímému monitorování osobami v oblastech, kde může vodík unikát, rozlévat se, nebo se hromadit a vytvářet potenciálně hořlavé směsi.

3.7. Obávané události a jevy

BLEVE → Overpressure and Radiative fluxes Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

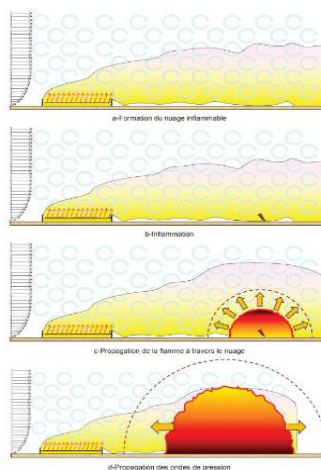


Obrázek 4: Zobrazení jevu BLEVE – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide



Obrázek 5: Zobrazení jevu BLEVE – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

Massive spillage → **Overpressure**
Vaporization / Dispersion / Flammable cloud
/ Ignition / Deflagration



Obrázek 6: Zobrazení rozsáhlého úniku kapaliny. Zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

RPT → Overpressure

Rapid Phase Transition

Liquid hydrogen at cryogenic temperature into contact with water → quick heating and violent vaporization → cold explosion, flameless (very low probability for LH₂)



Obrázek 5: Zobrazení rychlého fázového přechodu. Zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

LH₂ release - unignited → Flammable cloud



Obrázek 6: Únik LH₂ (nezapálený) – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



NEBEZPEČÍ SOUVISEJÍCÍ S VODÍKEM



LH₂ release - ignited → Radiative heat fluxes



Obrázek 7: Únik LH₂ (zapálený) – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide

4. SPECIFICKÉ NÁSTROJE

4.1. Termovizní zařízení

Členové prvotních zásahových jednotek mohou využít termovizní zařízení, které zviditelní vodíkový plamen ve vzduchu, jak je znázorněno na obrázcích 8–10.

K identifikaci bezpečně vysokých nebo nízkých teplot lze použít též laserový teploměr.



Obrázek 8: Požár cisterny s H₂ (700 bar) (ENSOSP 2014).





SPECIFICKÉ NÁSTROJE



Obrázek 9: Vodíkový plamen pod maketou vozidla na H₂ (ENSOSP 2016)



Obrázek 10: Horizontální plamen H₂ na operační plošině společnosti ENSOSP (viditelný pouze pomocí termokamery)

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	SPECIFICKÉ NÁSTROJE	

4.2. Monitoring jednoho plynu

Monitoring jednoho nebo více plynů nepřetržitě zobrazují koncentrace plynů v atmosféře. Lze je použít ke sledování hladin O₂ a H₂. Takové vybavení je užitečné pro členy prvotních zásahových jednotek, kteří mohou vyhodnotit rozsah ohrožení a vymezit nebo upřesnit nebezpečnou oblast.

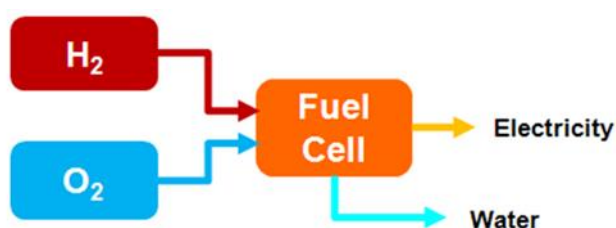
Pamatujte, že katalytický detektor jiných hořlavých plynů může detekovat přítomnost vodíku, ale takto zobrazená koncentrace nebude spolehlivá.

--	--	--

5. PALIVOVÉ ČLÁNKY

5.1. Princip

Palivový článek je elektrochemický generátor, který vyrábí elektřinu, teplo a vodu (čistou) z paliva (vodíku) a spalného plynu (kyslíku, který může být čistý nebo získaný z okolního vzduchu).

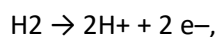


Obrázek 11: princip palivového článku

Existují různé typy vodíkových palivových článků. Nejběžnějším palivovým článkem je palivový článek s protonovou výměnnou membránou (PEM).

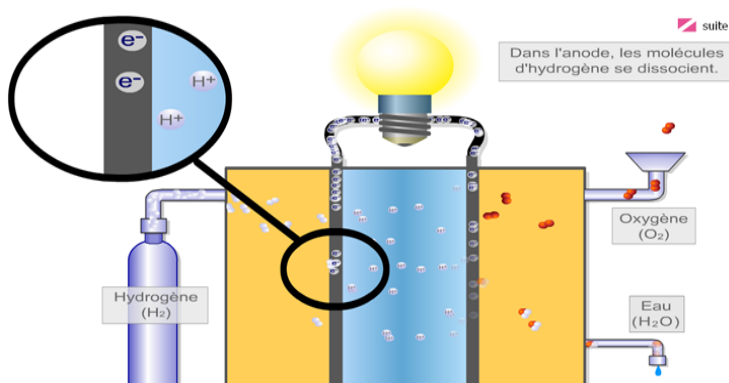
5.1.1. Palivový článek s protonovou výměnnou membránou

Na anodě se molekuly vodíku H_2 působením katalyzátoru disociují na protony H^+ a na elektrony e^- :



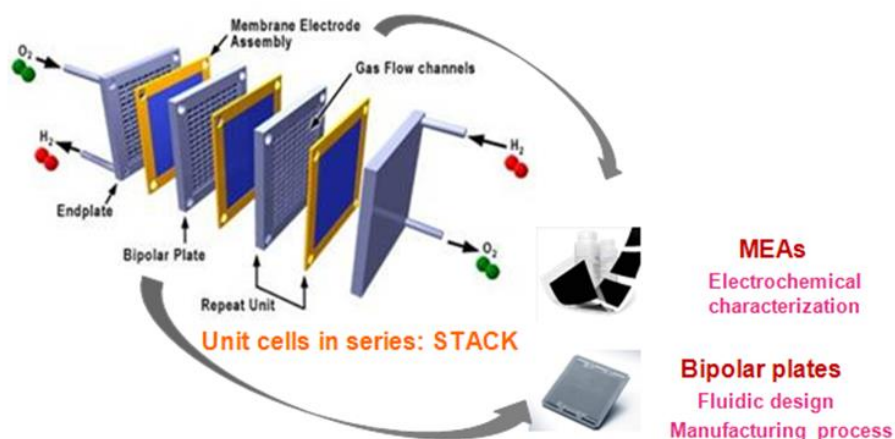
Tyto protony jsou přes membrány vedeny ke katodě a elektrony procházejí vnějším elektrickým obvodem.

Na katodě se molekuly kyslíku O_2 rekombinují s protony a elektrony za vzniku vody: $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$.



Obrázek 12: Schematický princip funkce palivového článku

Elektrody (anoda a katoda) a membrána jsou spojeny do membránové elektrodové sestavy (MEA).



Obrázek 13: Membránová elektrodová sestava (MEA)



Obrázek 14: Záložní napájení palivovými články připojené k datovému centru společnosti IP Energy.

5.2.

Hlavní rizika související s palivovými články

- vysokonapěťová zařízení,
- hořlavý plyn (vodík) pod tlakem,
- zařízení pod tlakem,
- možné hromadění plynu ve vnitřních prostorech.

6. ELEKTROLYZÉRY

6.1. Princip

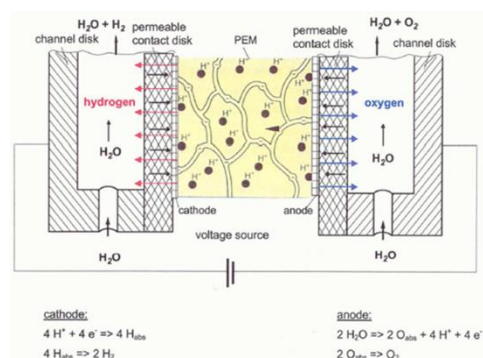
Elektrolyzér vyrábí vodík a kyslík z vody a elektřiny.



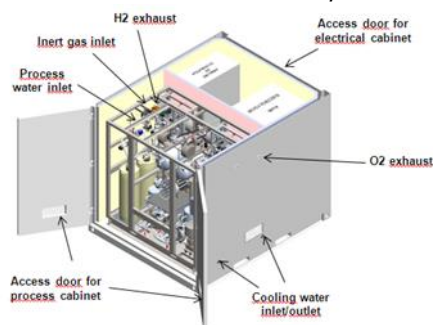
Obrázek 15: Princip elektrolyzéro

6.2. Elektrolyzér s protonovou výměnnou membránou

PEM elektrolyzér přeměňuje elektrickou energii na energii chemickou a lze jej považovat za opak palivového článku. Konverze probíhá ve dvou prostorech, které jsou odděleny protonovou membránou (PEM). Působením stálého napětí voda disociuje na vodík (H_2) na záporném pólu a kyslík (O_2) na kladném pólu.



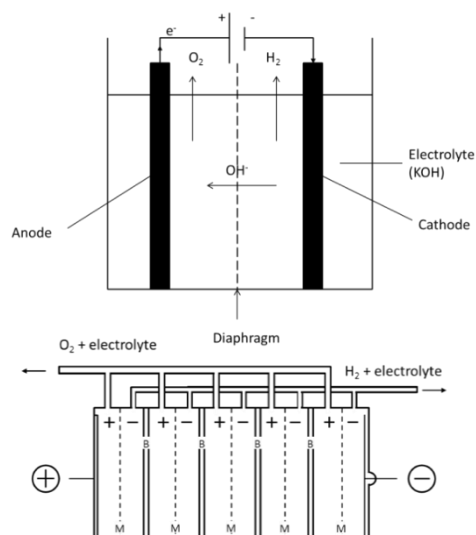
Obrázek 16: Princip PEM



Obrázek 17: Technická specifikace a obrázek výroby energie v úložišti AREVA New Stack

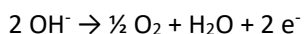
6.3. Alkalický elektrolyzér

Alkalické elektrolyzéry se vyznačují tím, že jsou vybaveny 2 elektrodami ponořenými do kapalného alkalického elektrolytu složeného z hydroxidu draselného neboli KOH v koncentraci od 25 % při teplotě 80 °C a v koncentraci do 40 % při teplotě 160 °C. Obě elektrody jsou odděleny diafragmou. Tato diafragma plně dvě funkce: zaprvé udržuje plynné produkty (konkrétně vodík a kyslík) odděleně, zadruhé je propustná pro hydroxidové ionty (OH⁻) a molekuly vody.

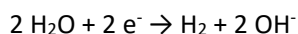


Obrázek 18: princip alkalického elektrolyzéro

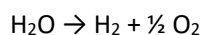
Na anodě:



Na katodě:



Celková reakce:



Obrázek 19: Alkalický elektrolyzér IHT typ S-556, 760 Nm³/h a 30 bar

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



Co-funded by
the European Union

ELEKTROLYZÉRY



6.4. Hlavní rizika související s elektrolyzéry:

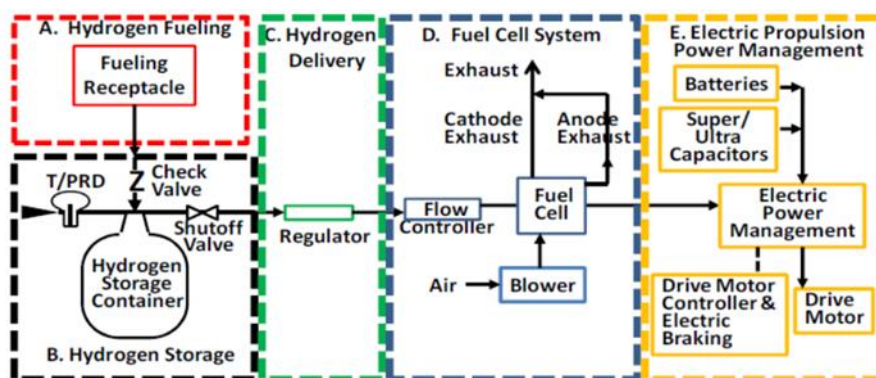
- vysokonapěťová zařízení,
- hořlavý plyn (vodík) pod tlakem,
- spalný/zápalný plyn (kyslík) pod tlakem,
- alkalický roztok při vysoké teplotě,
- zařízení pod tlakem,
- možné hromadění plynu ve vnitřních prostorech.

7. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

7.1. Princip

Vodíkové vozidlo je elektrické vozidlo (E) kombinované se systémem vodíkových palivových článků (A-B-C-D).

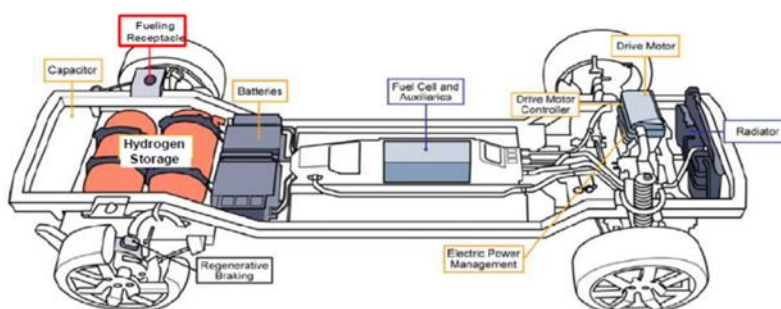
Palivový článek je zásobován vodíkem a kyslíkem (z okolního vzduchu) a vyrábí elektřinu potřebnou k nabíjení baterií a provozu elektromotorů.



7.2. Typy vozidel s PALIVOVÝMI ČLÁNKY

Vodíkem lze pohánět několik typů vozidel. Nejčastěji se jedná o osobní vozidla, autobusy a vysokozdvíhací vozíky. Existují i prototypy jízdních kol a motocyklů.

7.2.1. Osobní vozidla



Obrázek 20: Princip osobního vozidla s palivovými články (GTR, vodíkové vozidlo UNE-ECE 2012)

7.2.2. Vysokozdvížené vozíky

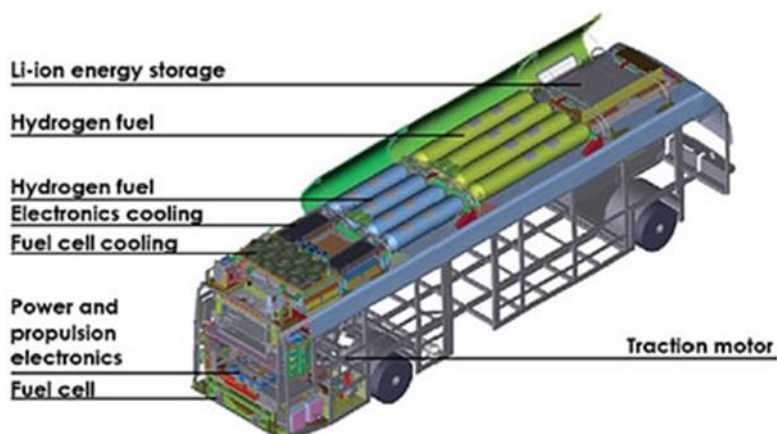


Obrázek 21: Vysokozdvížený vozík s vodíkovým pohonem. Zdroj: Air Liquide (2018)

V aplikacích a infrastruktuře s vysokozdvížnými vozíky se používá plyný vodík:

- při tlaku 200 bar pro skladování,
- při tlaku až 1 000 bar pro dočasné skladování ve vyrovnávacích nádržích,
- při tlaku 350 bar v nádržích vysokozdvížných vozíků.

7.2.3. Autobusy

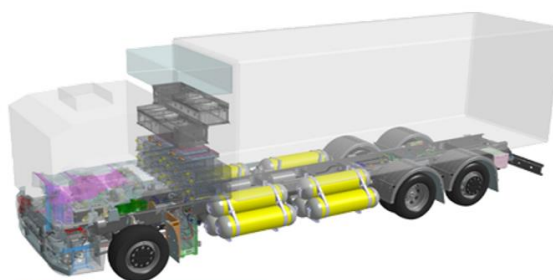


Obrázek 22: Princip fungování autobusů s palivovými články

7.2.4. Nákladní vozidla

Information for *HyResponder* : user case *Hydrogen Truck* by *GreenGT*

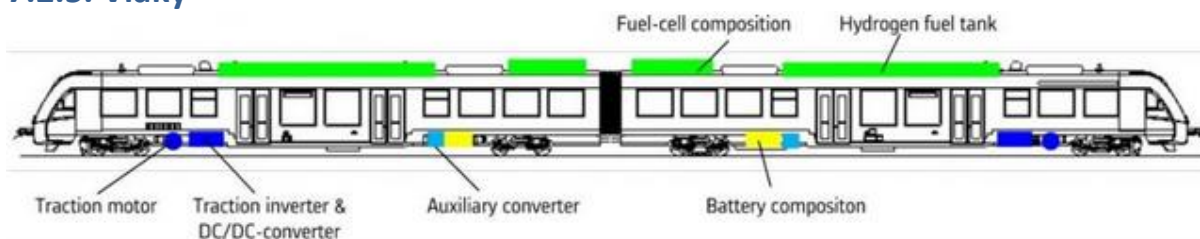
Porteur/Rigid Truck (26 tons) + trailer (18 tons)	
Hydrogen Pressure	350 bars (next version 700 bars 2022)
Number of Tanks	12
Physical shielding	Lateral Metal skirts
Piping rupture mitigation	Excess flow valve
Number of TPRD	24 (2 per tank)
Total Weight	45 kg
Certification	EC79
Safety concept	Auto shut off



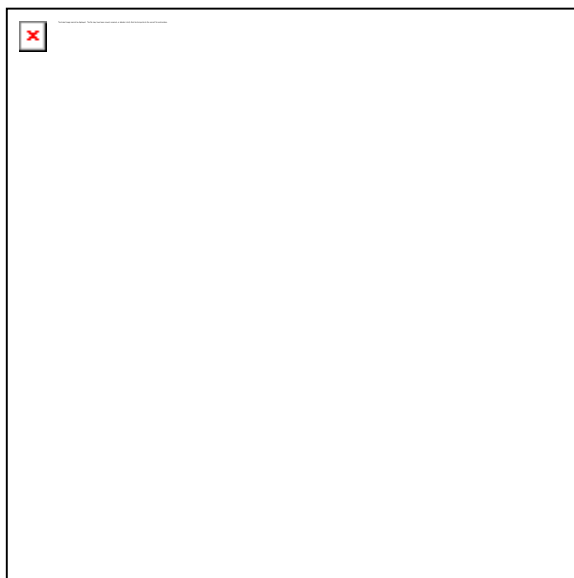
For training purposes only
Do not diffuse outside EERG scope

Obrázek 23: Klíčové prvky kamionu (44 tun) s vodíkovým pohonem

7.2.5. Vlaky



Obrázek 24: Prezentace vlaku s vodíkovým pohonem (iLint) zdroj: Alstom



7.3. Vodík na palubě vozidel s palivovými články

7.3.1. Skladování vodíku

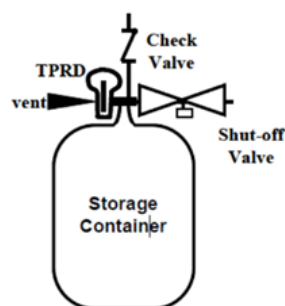
Vodík se obvykle skladuje jako stlačený plyn v nádržích na palubě vozidla. Tlak v nádržích může činit 350 bar u autobusů a až 700 bar u osobních vozidel.

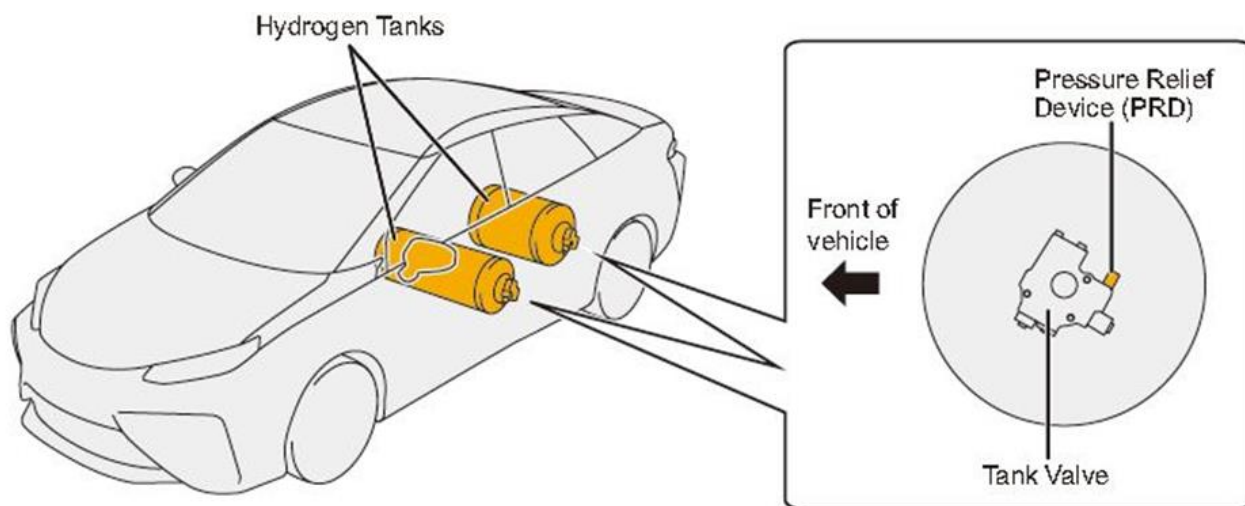
ale častěji je umístěno mezi zadními koly směrem k zadní části vozidla.

Hlavním nebezpečím u nádrží představuje protržení v důsledku růstu tlaku následkem zvýšení teploty.

Aby se zabránilo protržení nádrže následkem růstu tlaku, je každá nádrž vybavena tepelně aktivovaným zařízením pro uvolnění přetlaku (TPRD). Zařízení TPRD je navrženo tak, aby se otevřelo, jakmile okolní teplota dosáhne 110 °C, a vypustilo vodík do atmosféry.

U autobusů se ventilační potrubí nachází na střeše, u vysokozdvížných vozíků na boku, u osobních vozidel se může nacházet na střeše,







Obrázek 25: Umístění zařízení TPRD (průvodce společností)

7.3.2. Doplnění paliva

Vodíkové nádrže se plní na čerpacích stanicích zvláštním plnicím otvorem.



Obrázek 26: Plnicí otvor vozidla Toyota Mirai.

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	

7.4. Rizika související s vozidly na palivové články

Vozidla s palivovými články jsou také elektrická vozidla. Související rizika jsou:

V případě poruchy, požáru nebo dopravní nehody, vyprošťovací činnosti:

Riziko	Původ	Situace
Smrt následkem úrazu elektrickým proudem	Baterie Superkondenzátory	Úraz elektrickým proudem v důsledku poruchy, požáru, nehody, zásahu při vyprošťování
Popáleniny	Spalování kovových slitin	Vymršťování roztaveného kovu z důvodu použití nevhodného hasicího prostředku (vody)
Prudký, nehasitelný oheň	Baterie	Nekontrolované hoření baterií při požáru
Otrava	Toxicita baterií, únik elektrolytu	Požár nebo selhání ochranné obálky (havárie)

Specifičnost použití vodíku však přináší ještě několik dalších rizik:

Riziko	Původ	Situace
Udušení	Vodík (jednoduchý dusivý prostředek)	Nezapálený únik vodíku v uzavřeném prostoru
Popáleniny	Neviditelný plamen H ₂	Požár vozidla, VČETNĚ aktivace zařízení TPRD
Rázová vlna	Protržení nádrže H ₂	Požár vozidla A selhání zařízení TPRD / ochranné obálky
Rázová a tepelná vlna	Exploze oblaku H ₂ (UVCE)	Únik H ₂ a zdroj zapálení

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



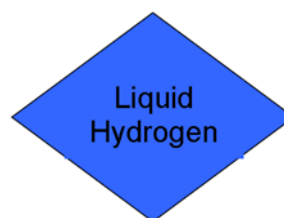
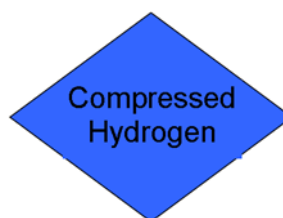
VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY



7.5. Označování vozidel s palivovými články



Obrázek 27: Štítek H₂



Obrázek 28: Modré kosočtverce (USA)



Obrázek 29: označení vozidla (průvodce nouzovým zásahem u vozidla Toyota Ix35)



EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY



*Obrázek 30: Označení navržené výborem CTIF pro
normu ISO (projekt)*

Tato stránka je záměrně ponechána prázdná.

8. ČERPACÍ STANICE

8.1. Princip

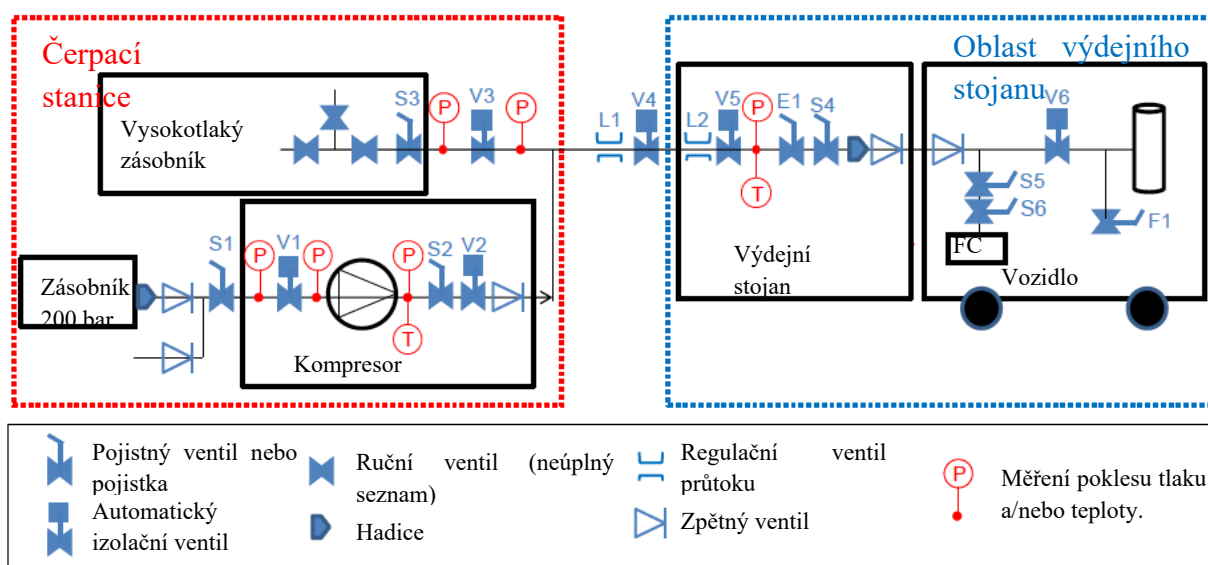
Hlavní funkcí vodíkové čerpací stanice (HRS) je plnění nádrží vozidel (vysokozdvížných vozíků, autobusů, osobních vozidel) poháněných vodíkovými palivovými články. Většina čerpacích stanic poskytuje plyný vodík. Plyný vodík, který je původně uložen v zásobníku pod tlakem 200 bar, je stlačován do vysokotlakého zásobníku (HP). Plnění nádrže vozidla probíhá na principu vyrovnání tlaku.

Tlak ve vysokotlakém zásobníku se pohybuje v rozmezí 450 bar pro vysokozdvížné vozíky a 1 000 bar v případě autobusů a osobních vozidel.

Tlak v nádrži vozidla se pohybuje v rozmezí 350 bar v případě vysokozdvížných vozíků a 700 bar v případě autobusů a osobních vozidel.

Aby se vozidlo naplnilo co nejrychleji, může být vodík během plnění chlazen pomocí kryogenního zásobníku s kapalným dusíkem nebo chladicí jednotkou.

Výdejní stojan může být umístěn ve vyhrazené budově nebo venku.



Obrázek 31: Schéma systému HRS



ČERPACÍ STANICE



8.2. Příklady čerpacích stanic



Obrázek 32: Čerpací stanice (Air Liquide Německo)



Obrázek 33: Čerpací stanice (Wattfall Hamburg)

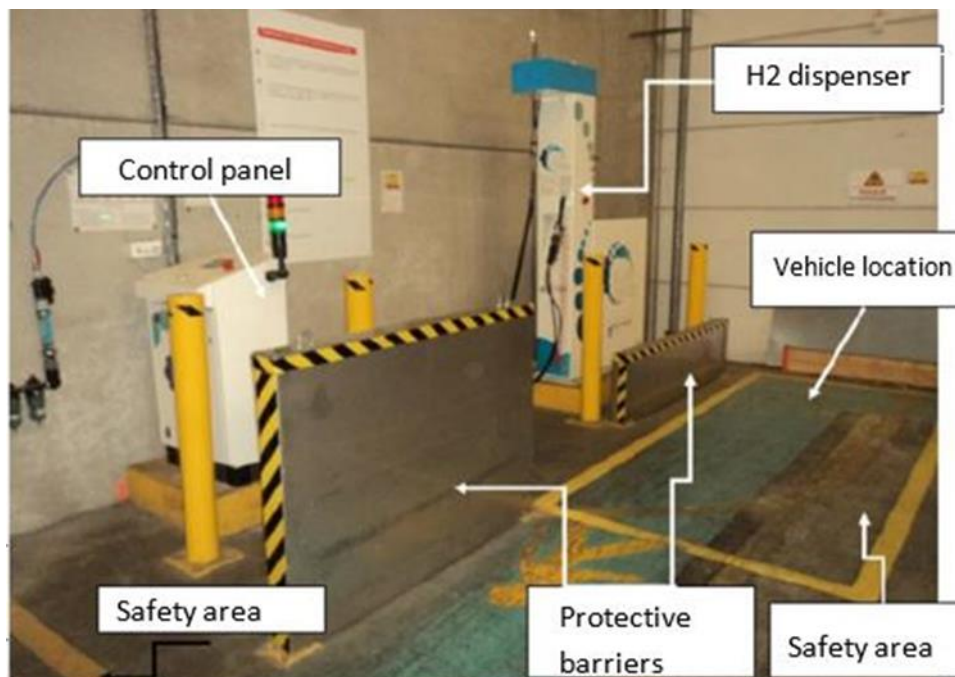
EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



Co-funded by
the European Union

ČERPACÍ STANICE



Obrázek 34: Výdejní stojan pro vysokozdvížený vozík (Air Liquide)



Obrázek 35: Výdejní stojan 700 bar
(Vattenfall-Hamburg)

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



ČERPACÍ STANICE



*Obrázek 36: Výdejní stojan 350
bar
(Vattenfall Hamburk)*



*Obrázek 37: Interiérová čerpací stanice pro vysokozdvížený
vozík (výdejní stojan)*



EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



ČERPACÍ STANICE



*Obrázek 38: Nízkotlaký zásobník pro čerpací stanice
200 bar*



Obrázek 39: Vysokotlaký zásobník čerpací stanice 1 000 bar

**8.3.**

Obrázek 40: Čerpací stanice ESD vzdálená od výdejního stojanu (letiště Hamburk)

Rizika související s čerpacími stanicemi

elektrická zařízení,
hořlavý plyn (vodík) pod tlakem,
zařízení pod tlakem,
možné hromadění plynu ve vnitřních prostorech.

8.4. Nebezpečné jevy (návěsy a čerpací stanice na plynný vodík)

Návěsy a čerpací stanice jsou si co do velikosti a obávaných událostí velmi podobné. To je důvod, proč se jim věnujeme ve stejné kapitole.

U čerpacích stanic založených na skladování plynného vodíku se ve většině případů používá jako skladovací zařízení na stanici návěs. Provozuje se výměnný systém, tj. výměna „prázdný za plný“. Většina návěsů je tvořena ocelovými trubkami s tlakem 200 bar (tj. nádoby typu I) a objemem každé trubky 2 m³.

Pro zvýšení objemu byly navrženy nové návěsy s nádobami typu IV, z nichž každá má objem 350 l, což umožňuje dosáhnout skladovacího tlaku až 700 bar.

Co-funded by
the European Union

ČERPACÍ STANICE



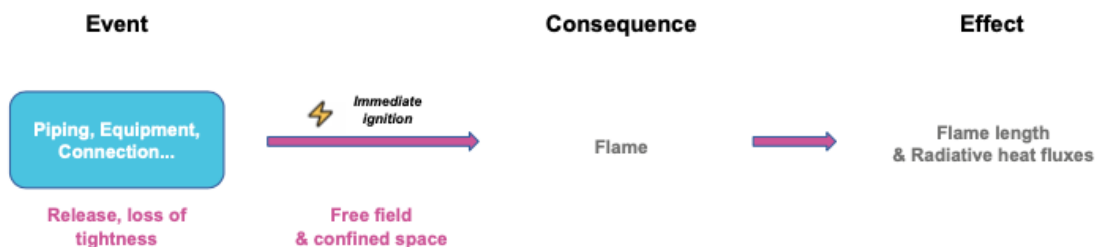
Obrázky v následujících částech představují hlavní obávané události související s plynovými návěsy a čerpacími stanicemi.

Gaseous H₂ Feared events on storage or high pressure capacities



Gaseous H₂ Feared events on connections or other releasing equipment

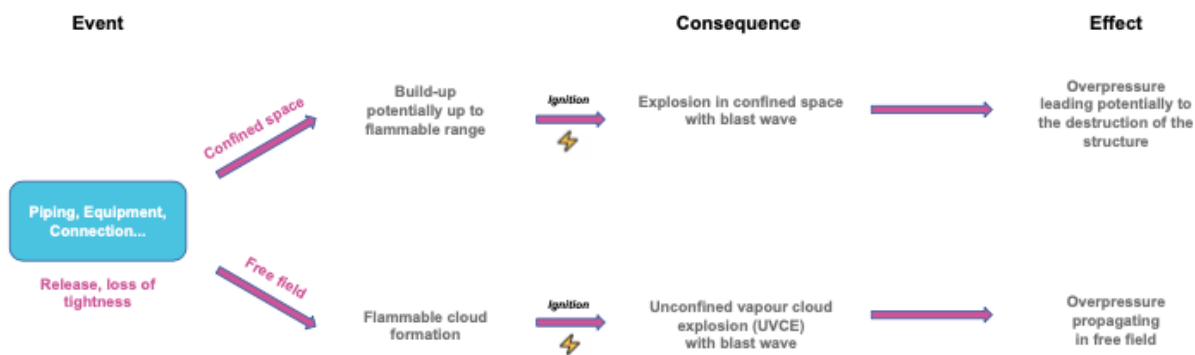
Release with immediate ignition



Gaseous H₂

Feared events on connections or other releasing equipment

Release with delayed ignition



8.4.1. Možné důsledky

8.4.1.1. Nezapálené uvolnění

Pro nezapáleného úniku je v tabulce 17 uvedena doba uvolňování tlaku ze zásobních nádrží a související maximální pracovní tlaky používané na čerpací stanici.

K posouzení doby uvolňování tlaku ze zásobního na atmosférický¹⁰ byl použit validovaný nástroj (e-Laboratoř)¹¹.

Tabulka 17: Doba trvání poklesu tlaku v nádrži při různých objemech nádrže a různých hodnotách zásobního tlaku

¹⁰ při adiabatickém přístupu a okolní teplotě 15 °C

¹¹ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

Tank volume	Storage pressure	Blowdown duration			
		1 mm	2 mm	4 mm	6 mm
2 m ³	200 bar	5 h 30 min	1 h	16 min 40 s	9 min 10 s
350 L	700 bar	1 h	16 min 40 s	4 min 20 s	1 min 50 s

Uvolňování průměrem 1 mm je charakteristické pro náhodný únik způsobený nedostatečnou těsností spoje nebo zařízení. Uvolnění otvory s průměrem 2, 4 a 6 mm představují spíše uvolnění přes zařízení TPRD.

8.4.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením



Tabulka 18 obsahuje dva obvyklé scénáře s nebezpečnými vzdálenostmi. Nebezpečné vzdálenosti se zakládají na tepelných účincích tryskového požáru. Při výpočtech se uvažovaly průtoky 60 g.s⁻¹ na čerpacích stanicích pro osobní vozidla a 120 g.s⁻¹ na čerpacích stanicích pro autobusy.

U každého průtoku byly vyhodnoceny dva případy, a to:

- prasknutí hadice v plném průřezu: plný průřez, avšak s omezením na 60 g.s⁻¹ pro osobní automobily a 120 g.s⁻¹ pro autobusy,
- a 3 % průřezu.

Tabulka 18: Tepelné účinky při tryskovém požáru s ohledem na různé rychlosti uvolňování.

Effects	60 g.s ⁻¹		120 g.s ⁻¹	
	100%-section	3%-section	100%-section	3%-section
Flowrate	60 g.s ⁻¹	1.8 kg.s ⁻¹	120 g.s ⁻¹	3.6 g.s ⁻¹
Flame length	4.7 m	0.8 m	6.7 m	1.1 m
3 kW.m ⁻²	6.6 m	0.8 m	9.8 m	1.5 m
5 kW.m ⁻²	5.8 m	< 0.8 m	8.5 m	1.2 m
8 kW.m ⁻²	5.2 m	< 0.8 m	7.6 m	1.1 m

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZSAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	ČERPACÍ STANICE	

8.4.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením

Tabulka 19 obsahuje dva obvyklé scénáře s nebezpečnými vzdálenostmi v případě opožděného zapálení. Nebezpečné vzdálenosti se zakládají na přetlaku. Při výpočtech se uvažovaly průtoky 60 g.s⁻¹ na čerpacích stanicích pro osobní vozidla a 120 g.s⁻¹ na čerpacích stanicích pro autobusy.

U každého průtoku byly vyhodnoceny dva případy:

- prasknutí hadice v plném průřezu: plný průřez, avšak s omezením na 60 g.s⁻¹ pro osobní automobily a 120 g.s⁻¹ pro autobusy,
- a 3 % průřezu.

Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí metody TNO Multi-Energy, přičemž byla uvažována úroveň 5.

Tabulka 19: Účinky přetlaku při výbuchu neohraničeného oblaku par při různých průtocích při uvolňování.

Effects	60 g.s ⁻¹		120 g.s ⁻¹	
	100%-section	3%-section	100%-section	3%-section
Flowrate	60 g.s ⁻¹	1.8 kg.s ⁻¹	120 g.s ⁻¹	3.6 g.s ⁻¹
Flammable mass	5.4·10 ⁻³ kg	2.8·10 ⁻⁵ kg	1.5·10 ⁻² kg	7.8·10 ⁻⁵ kg
20 mbar	16 m	3 m	22 m	4 m
50 mbar	9 m	2 m	13 m	2 m
140 mbar	6 m	1 m	8.5 m	1.4 m
200 mbar	5 m	< 1 m	7.5 m	1.2 m



8.4.1.4. Mechanické protržení zásobníku

Tabulka 20 obsahuje dva obvyklé scénáře s nebezpečnými vzdálenostmi. Nebezpečné vzdálenosti se zakládají na přetlaku způsobeném mechanickým protržením zásobníku.

Byly zkoumány dva případy:

- nádoby typu I při pracovním tlaku 200 bar,
- nádoby typu IV při pracovním tlaku 700 bar.

--	--	--

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	ČERPACÍ STANICE	

Tabulka 20: Účinky přetlaku v důsledku protržení nádrže.

Tank volume	Working pressure	Overpressure effects			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
2 m ³ (type I)	200 bar	129 m	65 m	28 m	20 m
0.35 m ³ (type IV)	700 bar	91 m	46 m	20 m	14 m

8.5. Nebezpečné jevy (návěsy a čerpací stanice na kapalný vodík)

Obrázky v následujících částech představují hlavní obávané události související s návěsy a čerpacími stanicemi na kapalný vodík.

--	--	--

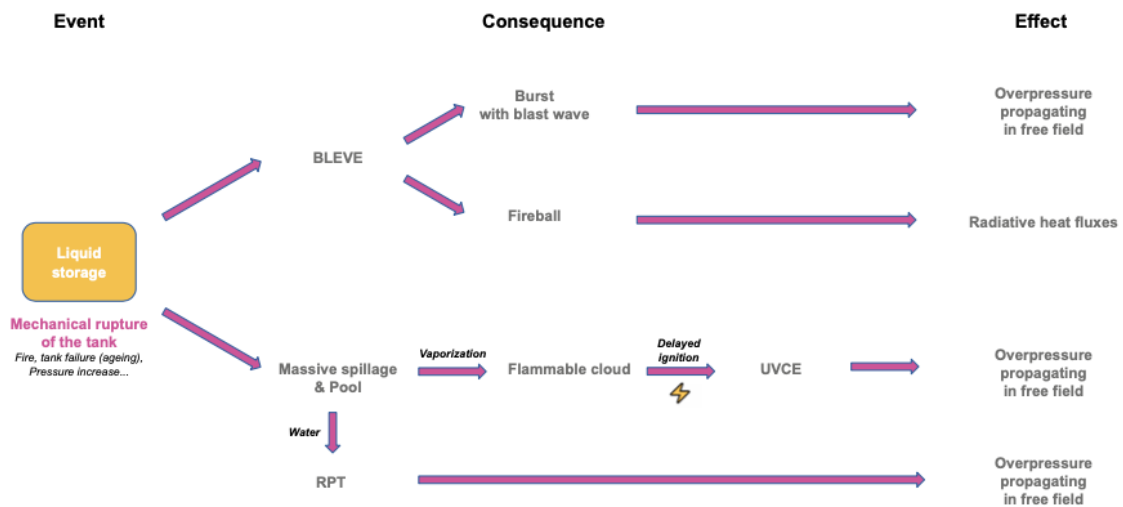


Co-funded by the European Union

ČERPACÍ STANICE



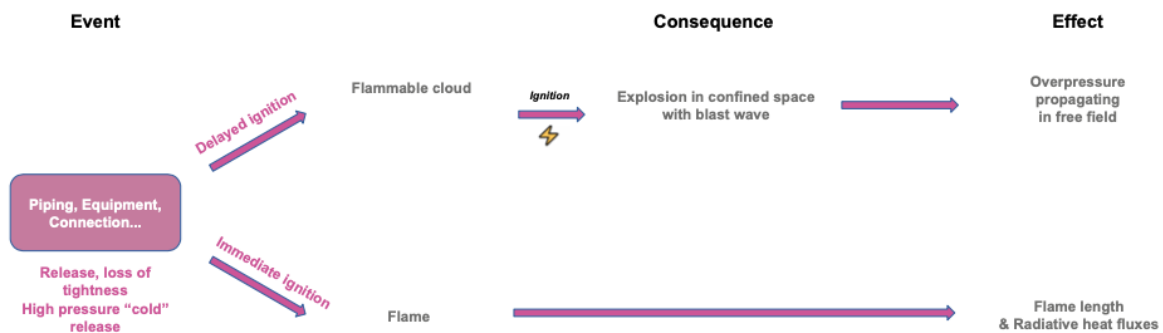
Liquid H₂ Feared events on storage or high pressure capacities



Liquid H₂ Feared events on connections or other releasing equipment

Release with delayed or immediate ignition

No liquid hydrogen in confined space



8.5.1. Možné důsledky

8.5.1.1. Nezapálené uvolnění

Návěsy a zásobníky na kapalný vodík na čerpacích stanicích mívají objem přibližně 20 m³(1 t- H₂).

Protržení zásobníku v důsledku silného vnějšího nárazu nebo pádu zásobníku (např. náraz, seismické jevy, stárnutí) může způsobit masivní únik kapalného vodíku.

Na zemi se vytvoří louže kryogenního vodíku, která se vypaří a vytvoří hořlavý oblak.

Pro 20 m³ lze na základě ověřeného simulačního přístupu prokázat, že velikost louže by mohla činit 17 m x 17 m při hloubce 5 cm. Tabulka 21 uvádí potenciální rozměry a vlastnosti oblaku hořlavých par spojeného s obvyklým kryogenním skladováním vodíku.

Tabulka 21: Vlastnosti hořlavého oblaku vyvolaného masivním únikem kapalného vodíku

Flammable cloud characteristics	Values
Flammable volume	26700 m ³
Explosive mass	650 kg
4%-H ₂ horizontal length	263 m
8%-H ₂ horizontal length	146 m
10%-H ₂ horizontal length	116 m
4%-H ₂ maximum height	36 m
8%-H ₂ maximum height	30 m
10%-H ₂ maximum height	29 m

Je třeba poznamenat, že hodnoty uvedené v tabulce 21 jsou pouze orientační a mohou se lišit v závislosti na povětrnostních podmínkách (teplota, vítr) a prostředí (překážky, neprůchodnost, charakter terénu, budovy atd.). Rozptýlení tohoto hořlavého oblaku probíhá poměrně rychle a odhaduje se na méně než 2 minuty, ale k přesnějším odhadům jsou zapotřebí další výzkumné studie.

8.5.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením

V tabulce 22 jsou uvedeny nebezpečné vzdálenosti způsobené tepelnými účinky tryskového požáru z referenčního průměru 45 mm a tlaku 10 bar. Průtoky byly vypočteny pomocí validovaného nástroje (e-Laboratoř¹²) a tepelné účinky se zakládají na validovaném přístupu podle Schefera.

Byly posuzovány tři případy:

- protržení celého otvoru: celý průřez = průměr 45 mm,
- 3 % průřezu,
- 1 % průřezu (probíhající studie NFPA).

Tabulka 22: Tepelné účinky při tryskovém požáru s ohledem na různé průměry uvolňování

Effects	100%-section	3%-section	1%-section
Flowrate	6.2 kg.s ⁻¹	0.19 kg.s ⁻¹	0.06 kg.s ⁻¹
Flame length	46 m	8 m	5 m
3 kW.m ⁻²	84 m	14 m	8 m
5 kW.m ⁻²	72 m	12 m	4 m
8 kW.m ⁻²	63 m	10 m	3 m



8.5.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením

Nebezpečné vzdálenosti jsou zde uvedeny pro hodnoty přetlaku po opožděném zapálení. Uvažují se dva scénáře: únik charakteristický pro skladování a únik charakteristický pro únik z potrubí nebo zařízení.

Skladování

Pro případ masivního úniku byly vlastnosti hořlavého oblaku uvedeny v předchozí části. Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí přístupu TNO Multi-Energy, přičemž se uvažuje úroveň 5. Používá se průtok vodíku a jev volného pole bez překážek nebo s malými překážkami. Nebezpečné vzdálenosti související se zapálením tohoto hořlavého oblaku jsou uvedeny v tabulce 23.

¹² <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	ČERPACÍ STANICE	

Tabulka 23: Účinky přetlaku v důsledku zapálení hořlavého oblaku vyvolaného masivním únikem z 1t zásobníku kapalného vodíku.

Overpressure thresholds	Hazardous distances
50 mbar	284 m
140 mbar	139 m
200 mbar	108 m

Potrubí/přípojky/závady na zařízení

Uvažovaný referenční průměr činí 45 mm a počáteční tlak 10 bar.

Byly posuzovány tři případy:

- protržení celého otvoru: celý průřez = průměr 45 mm,
- 3 % průřezu,
- 1 % průřezu (probíhající studie NFPA).

Tabulka 24 obsahuje nebezpečné vzdálenosti v důsledku UVCE. Přetlakové vzdálenosti byly vypočteny pomocí metody TNO Multi-Energy, přičemž byla uvažována úroveň 5.

Tabulka 24: Účinky přetlaku při výbuchu neohrazeného oblaku par při různých průměrech uvolňování.

Effects	100%-section	3%-section	1%-section
Flowrate	6.2 kg.s ⁻¹	0.19 kg.s ⁻¹	0.06 kg.s ⁻¹
Flammable mass	6.7 kg	0.04 kg	0.007 kg
20 mbar	146 m	26 m	15 m
50 mbar	72 m	13 m	7.4 m
140 mbar	41 m	7 m	4.2 m
200 mbar	34 m	6 m	3.5 m

8.5.1.4. Mechanické protržení zásobníku

Byly zkoumány dva případy:

1. skladování 100% plynného vodíku, kdy vnější událost vyvolá protržení nádrže v důsledku zvýšení tlaku s přetlakovými účinky,
2. zásobník obsahuje převážně kapalný vodík a vnější událost vyvolá zvýšení teploty a odpařování kapaliny, přičemž tepelné účinky převažují nad tlakovými.

Nebezpečné vzdálenosti jsou v obou případech uvedeny v tabulce 25 (případ 1) a v tabulce 26 (případ 2).

Tabulka 25: Účinky přetlaku v důsledku protržení nádrže v případě 100% plynného vodíku.

Tank volume	Working pressure	Overpressure effects			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
20 m ³	10 bar	141 m	70 m	30 m	22 m

Tabulka 26: Tepelné účinky v důsledku protržení nádrže v případě převážně kapalného vodíku.

Tank volume	Working pressure	Fireball characteristics			Thermal effects		
		Diameter	Hemispherical diameter	Duration	3 kW.m ⁻²	5 kW.m ⁻²	8 kW.m ⁻²
20 m ³	10 bar	75 m	94 m	7 s	52 m	47 m	< 47 m

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ
NOUZE



Co-funded by
the European Union

ČERPACÍ STANICE



Tato stránka je záměrně ponechána prázdná.

ČÁST 2 REAKCE NA MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI



JAK POUŽÍVAT NOMOGRAMY



9. NOMOGRAMY

9.1. Jak používat nomogramy

Cílem nomogramů je definovat nebezpečné vzdálenosti v závislosti na těchto skutečnostech:

- tlak vodíkové nádrže,
- objem nádrže.

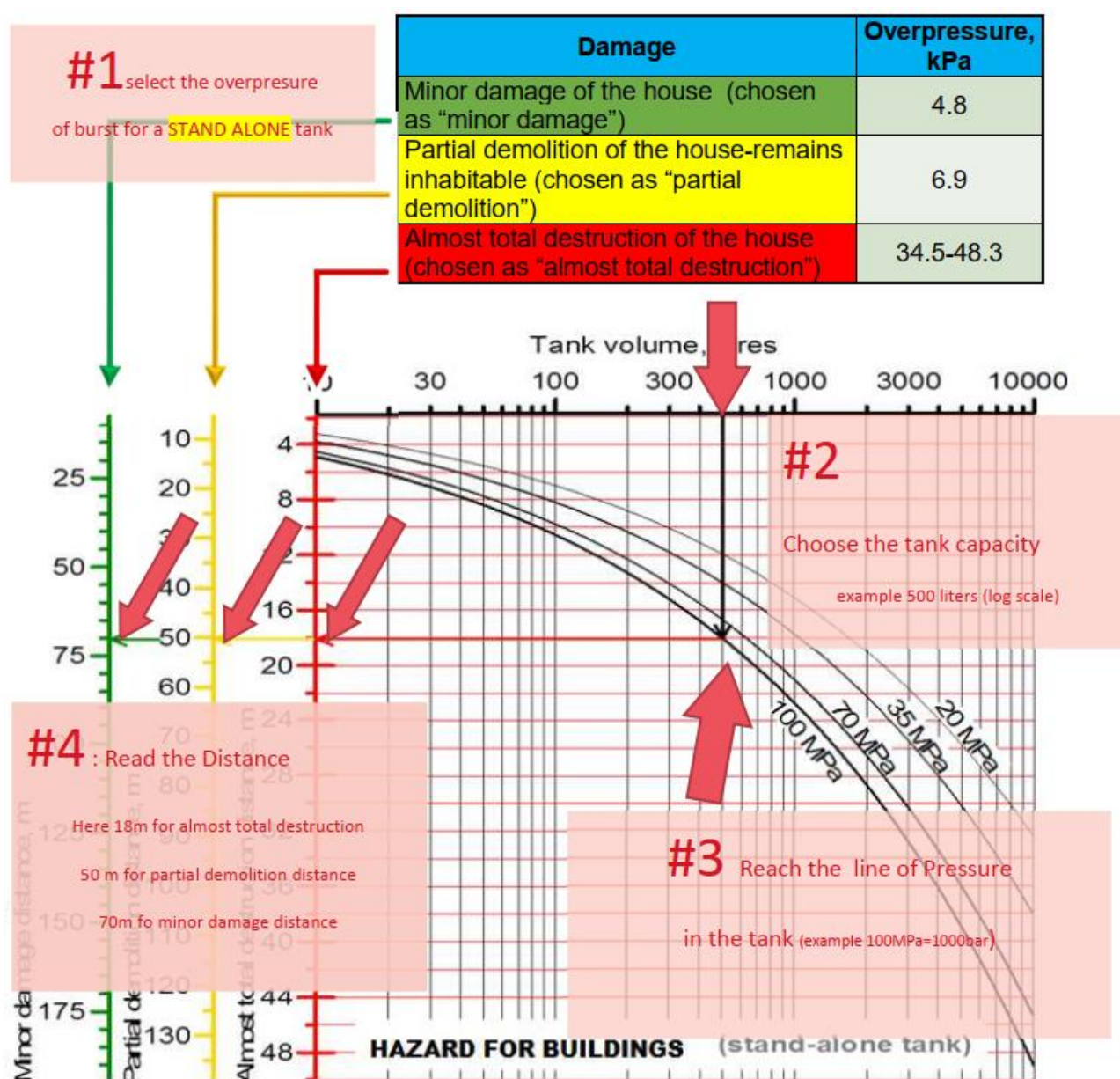
Úplné pokyny k použití těchto nomogramů naleznete v příloze 3.



JAK POUŽÍVAT NOMOGRAMY



9.2. Újma na zdraví člověka v případě protržení SAMOSTATNÉ nádrže při požáru

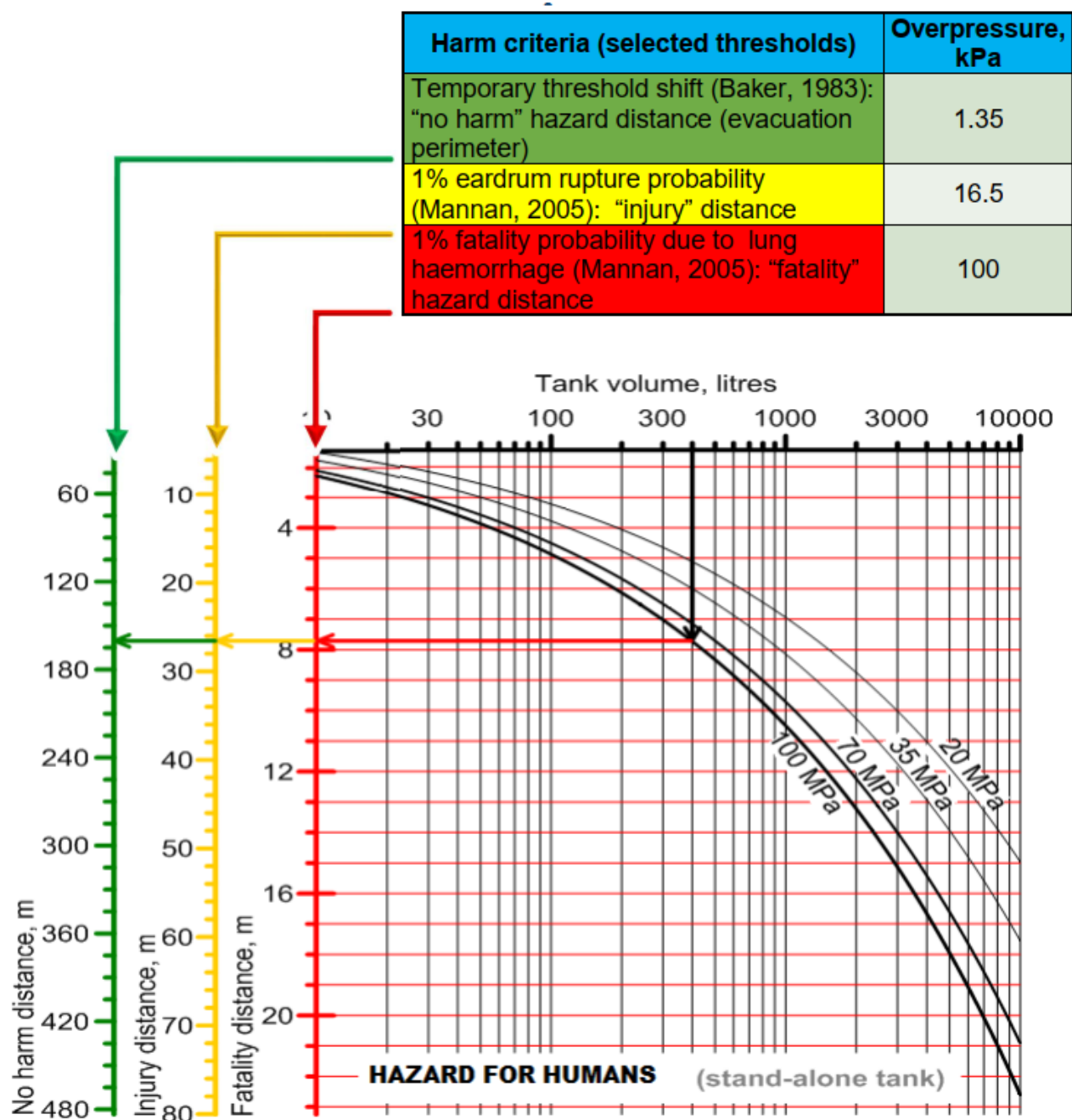




VYHODNOCENÍ NEBEZPEČNÝCH VZDÁLENOSTÍ (TLAKOVÁ VLNA / LIDÉ)



10 ÚJMA NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA V PŘÍPADĚ PROTRŽENÍ SAMOSTATNÉ NÁDRŽE PŘI POŽÁRU.

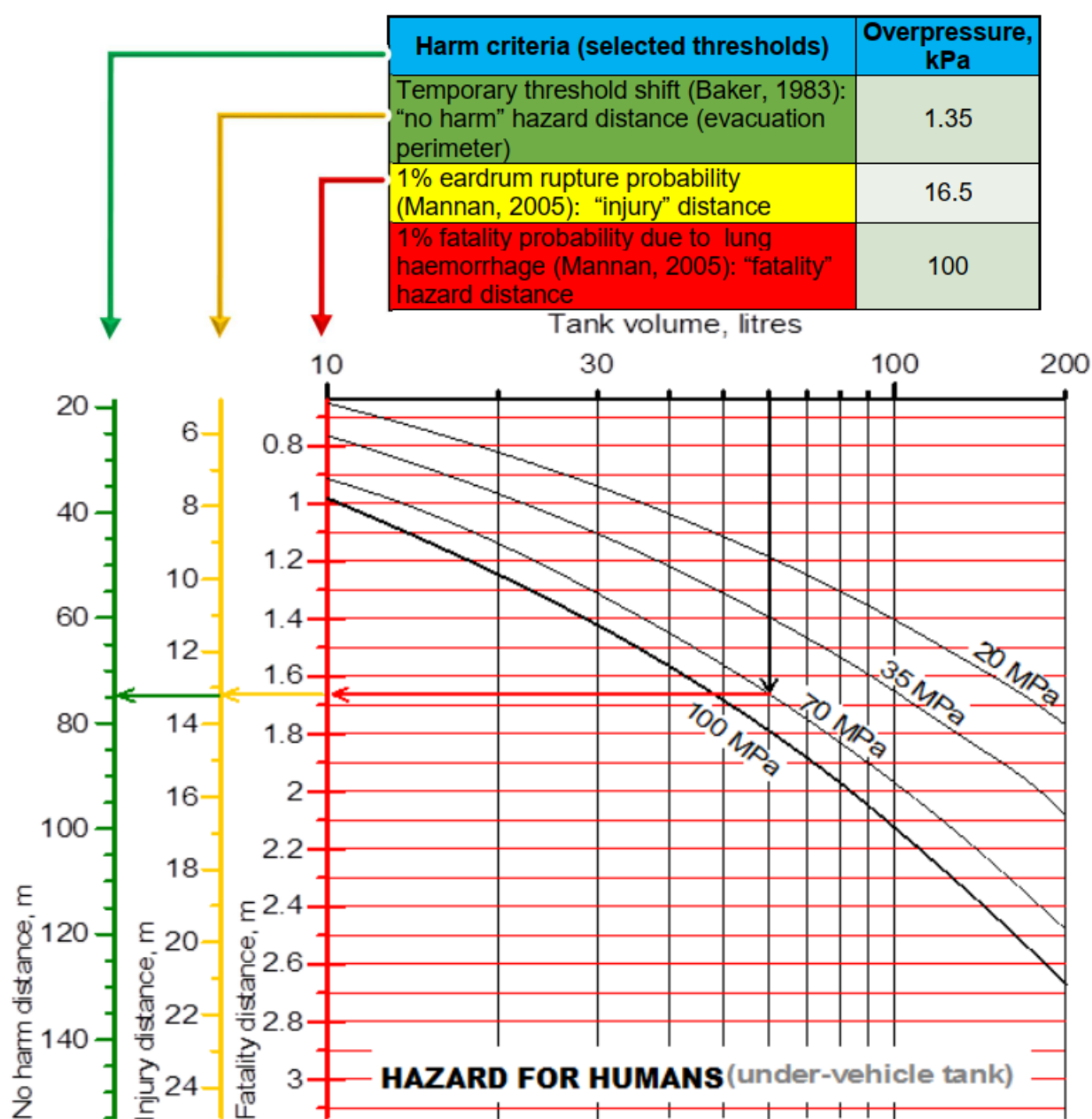




VYHODNOCENÍ NEBEZPEČNÝCH VZDÁLENOSTÍ (TLAKOVÁ VLNA / LIDÉ)



11. ÚJMA NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA V PŘÍPADĚ PROTRŽENÍ NÁDRŽE POD VOZIDLEM PŘI POŽÁRU

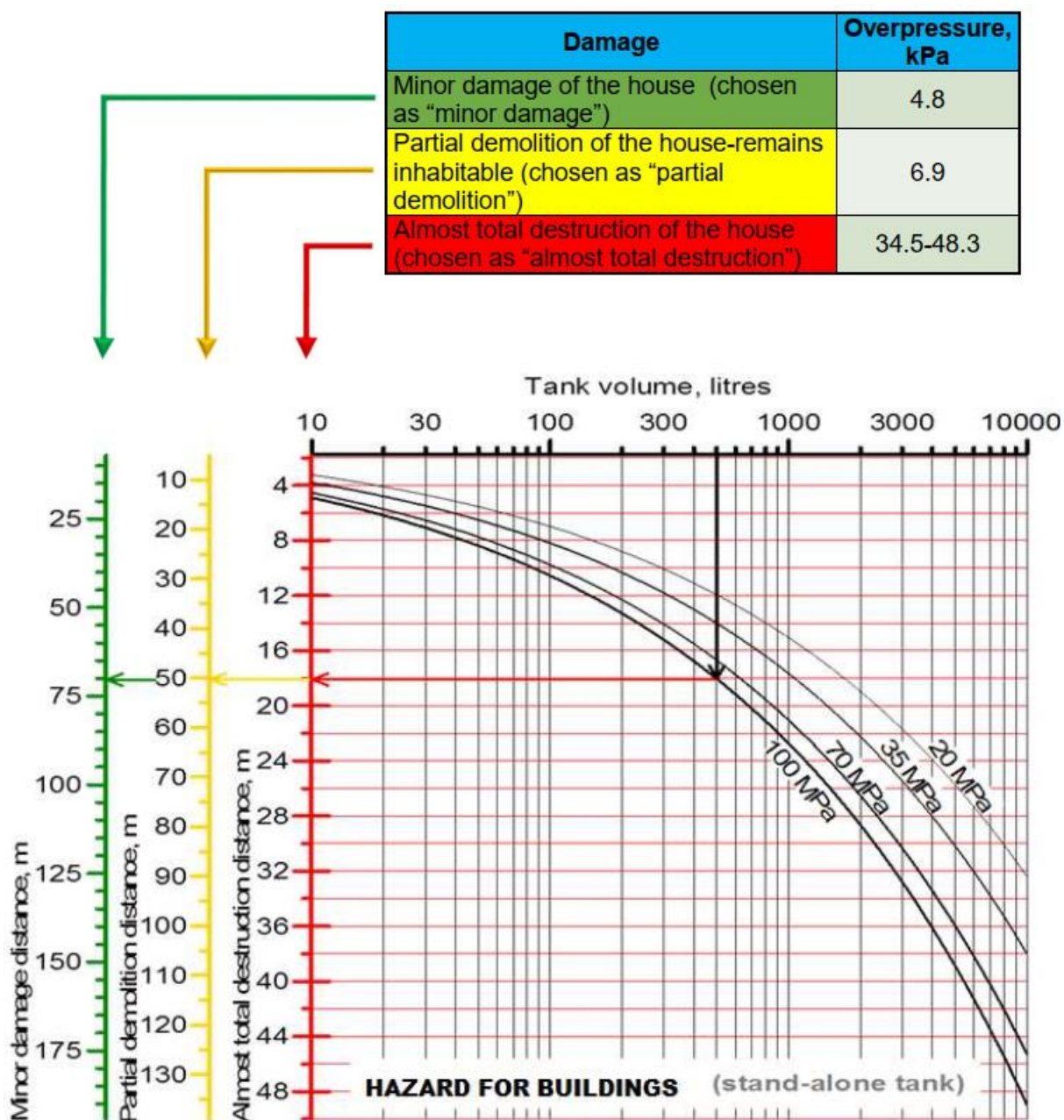




VYHODNOCENÍ NEBEZPEČNÝCH VZDÁLENOSTÍ (TLAKOVÁ VLNA / BUDOVY)



12. POŠKOZENÍ BUDOV V PŘÍPADĚ PROTRŽENÍ SAMOSTATNÉ NÁDRŽE PŘI POŽÁRU

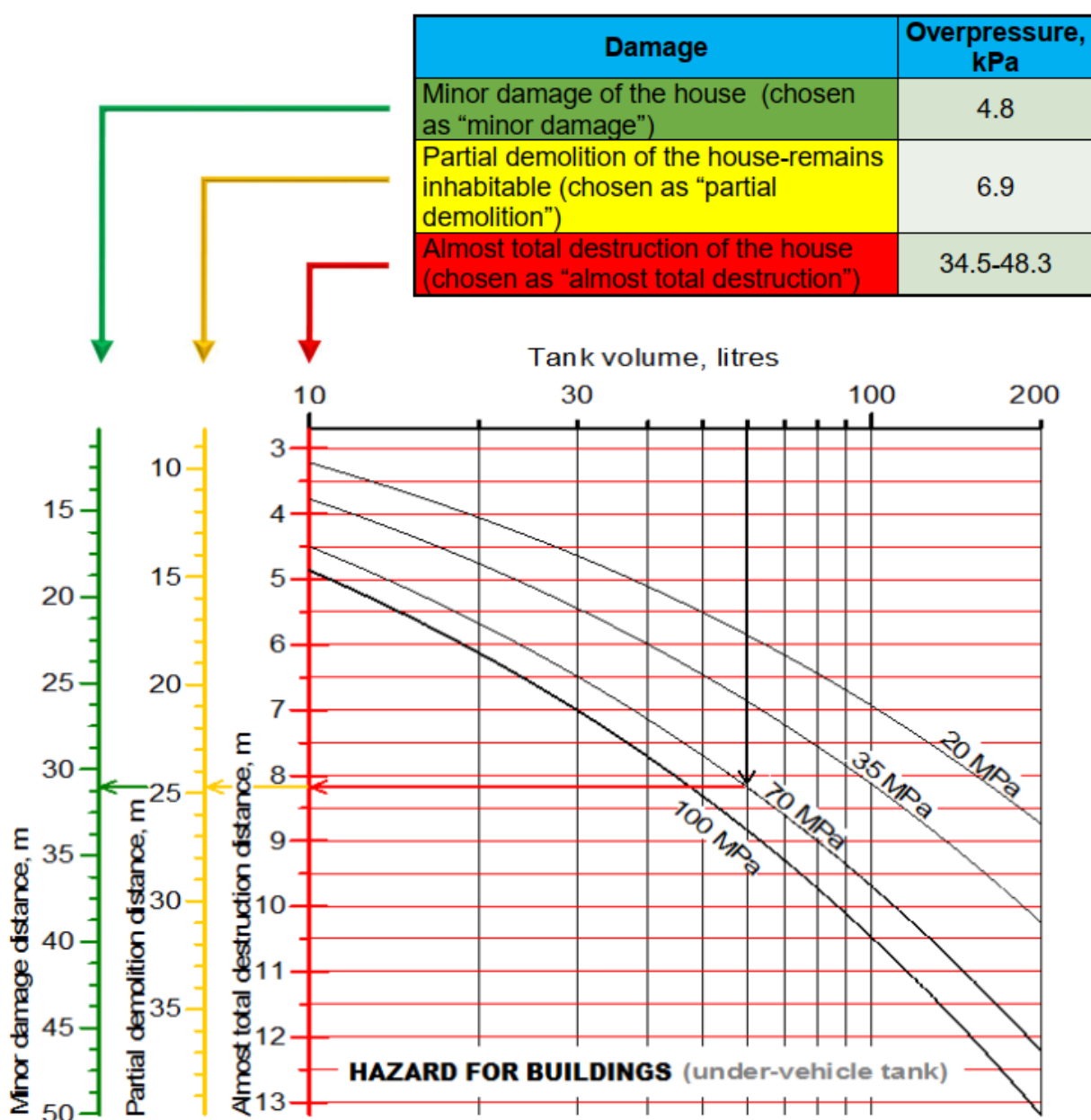




VYHODNOCENÍ NEBEZPEČNÝCH VZDÁLENOSTÍ (TLAKOVÁ VLNA / BUDOVY)



13. POŠKOZENÍ BUDOV V PŘÍPADĚ PROTRŽENÍ NÁDRŽE POD VOZIDLEM PŘI POŽÁRU





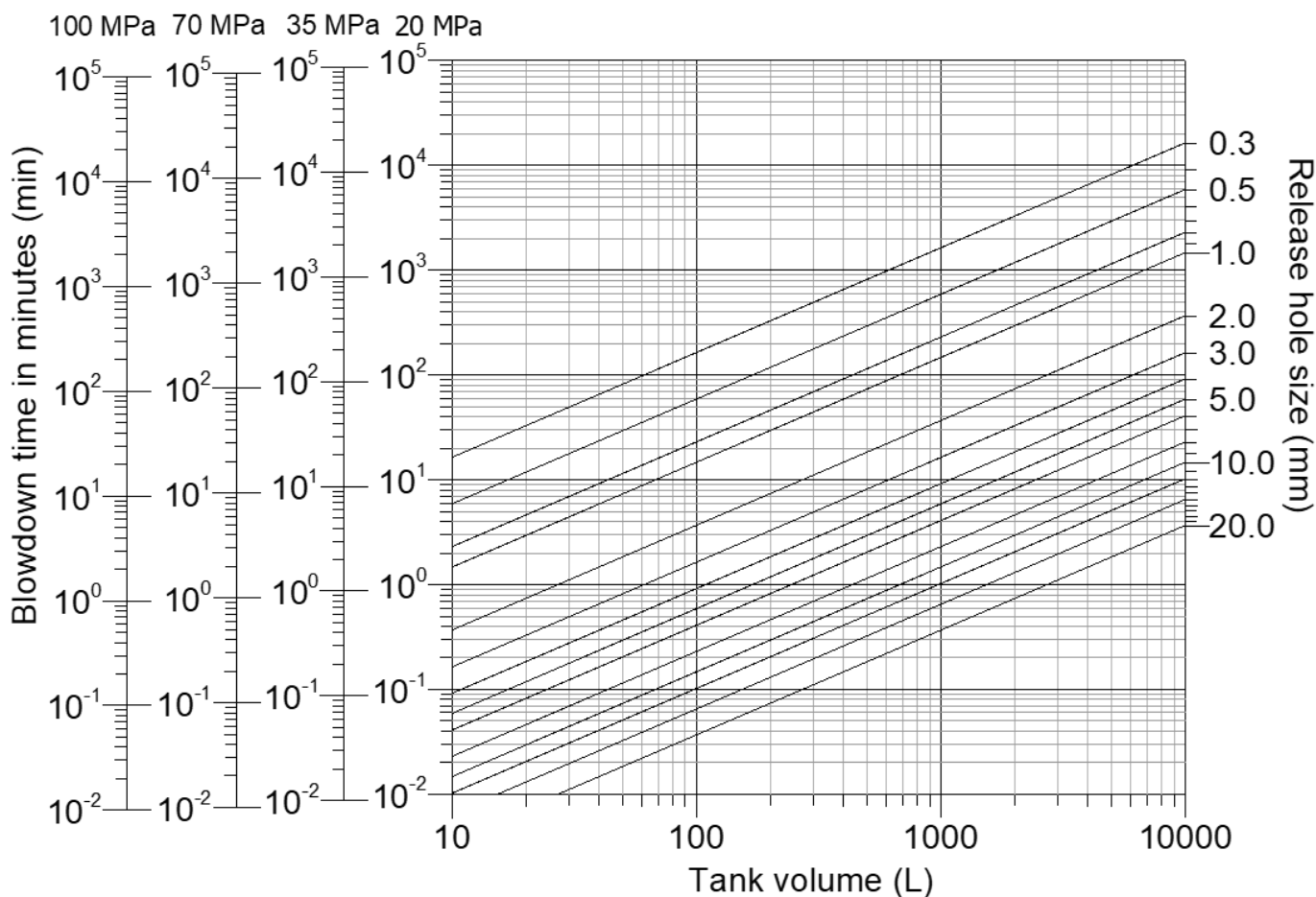
VYHODNOCENÍ DOBY POKLESU TLAKU



14. DOBA UVOLŇOVÁNÍ TLAKU

Tento nomogram uvádí vyhodnocení doby uvolňování tlaku z nádrže v závislosti na objemu, tlaku a velikosti otvoru.

Nomogram for hydrogen tank blowdown to 0.2 MPa



15. STRATEGIE

15.1. Definice strategie

Vytvoření strategie řešení události je odpovědí na otázku:

„Jakého cíle chce organizace dosáhnout?“

Zodpovězení této otázky definuje obecný cíl hasičského sboru a dalších složek záchranného systému.

Jejich tři hlavní cíle jsou na celém světě vždy stejné:

- 1: Ochrana lidských životů.
- 2: Ochrana majetku.
- 3: Ochrana životního prostředí.

Strategie je ve společnosti stabilním pojmem, o němž se rozhoduje na politické úrovni v závislosti na riziku sociologického přijetí. Volba strategie řešení určitého typu události je úzce spjata s pojmem „posouzení přiměřenosti rizika“.

15.2. Posouzení přiměřenosti rizika

Tři hlavní cíle (ochrana života, majetku a životního prostředí) je třeba sledovat co nejbezpečnějším způsobem, který umožňuje vyhodnocení každé jedinečné situace. Odpovědný orgán musí v okamžiku, kdy přijímá operační rozhodnutí, podstupovat pouze přiměřená rizika s ohledem na zachraňované životy, zachraňovaný majetek a situaci v životním prostředí, která je vyvážena dostupnými záchrannými silami.

Nicméně záchrana lidských životů má přednost přede všemi ostatními ohledy.

Strategie lze tedy rozdělit do dvou hlavních směrů:

Situace s vysokou mírou rizika: V případě nečinnosti způsobí událost v krátké době jistou smrt člověka (lidí), rozsáhlou destrukci infrastruktury nebo povede k nevratným dopadům na životní prostředí.

Situace s nízkou mírou rizika: Náhodná situace povede v delším časovém horizontu k menším účinkům na člověka, infrastrukturu nebo k vratným účinkům na životní prostředí.

16. TAKTIKA

16.1. Definice taktiky

Použití definované taktiky je přímým důsledkem zvolené strategie. Strategie je odpovědí na otázku „Jakého cíle chci dosáhnout?“. Taktika je odpovědí na otázku:

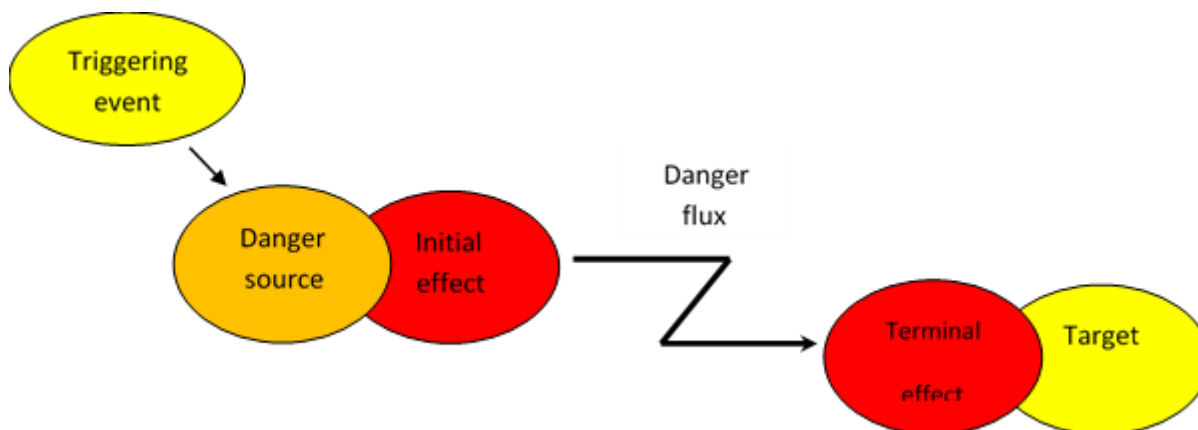
„Jak tohoto cíle dosáhnou (co nejbezpečněji)?“

Taktika je proměnlivý koncept, o němž se rozhoduje na operační úrovni podle aktuální situace a podle situace očekávané v blízké budoucnosti.

Pro definovaný typ situace je možné naplánovat taktiku jako postup krok za krokem, který popisuje činnost zasahujících osob. Z obecných pravidel vyplývá, že velitel zásahu má vždy možnost a povinnost použít v konkrétní situaci vhodné chování, protože každá událost je jedinečná.

16.2. Teorie procesu ohrožení

Teorie procesu ohrožení (Perilhon, 2007) byla vyvinuta k popisu způsobů, jakými zdroj nebezpečí ovlivňuje cíl prostřednictvím toku nebezpečí.



Obrázek 41: proces ohrožení

Během události a v okamžiku, kdy je přivolán hasičský sbor, již došlo ke spouštěcí akci. Hasičské sbory tedy mohou jednat, aby potlačily účinky na cíle:

- na zdrojích nebezpečí, čímž se zabrání prvotním účinkům,
- na tok nebezpečí, který zabraňuje vzniku konečných účinků,
- na cíle, kde předchází situaci, kdy by účinky dosáhly cíle.



STRATEGIE A TAKTIKY

**16.3. Útočná a obranná taktika**

Obvykle se používají dva hlavní typy taktiky: útočná a obranná.

Útočná taktika: (neboli působení na zdroje nebezpečí)

Cílem této taktiky je velmi rychle zasáhnout v místě vzniku události, a zabránit tak jejím následkům.

Výhody: rychlé vyřešení události, malá plocha, omezené množství potřebného personálu a vybavení

Nevýhody: rizikové pro hasiče, k dispozici je pouze jediný pokus

Obranná taktika: (neboli působení na tok nebezpečí a cíle)

Cílem této taktiky je působit na nejbližší oblast události a zabránit tomu, aby se její účinky dostaly do oblasti, která dříve nebyla účinky zasažena.

Výhody: bezpečnější pro posádku

Nevýhody: vyžaduje větší připravenost, řešení incidentu trvá dlouho a oblast, které se incident nakonec týká, je širší. Specifika vodíku v nouzových situacích



STRATEGIE A TAKTIKY



17. ŘÍZENÍ TÍSŇOVÝCH VOLÁNÍ

Událost začíná v okamžiku, kdy dispečink přijme tísňové volání. Lidé, kteří volají službu některé ze složek záchranného systému, bývají zpravidla velmi rozrušení nebo vyděšení. Přesto je třeba od nich získat zásadní informace:

- typ události (elektrická porucha, únik plynu, výbuch, požár atd.),
- místo události,
- počet osob, které byly při události usmrceny, zraněny nebo jsou ohroženy.
- Na základě těchto informací může tísňová linka vybrat nejbližší dostupnou službu a poskytnout volajícímu užitečné rady:

Pokud se například tísňové volání týká požáru vozidla FC na ulici, je třeba zvážit následující kroky:

- Hledejte identifikační grafiku umístěnou na exteriéru nebo v interiéru vozidla, abyste zjistili, zda se jedná o vozidlo s palivovými články nebo vodíkem.
- Přesvědčte se, zda se všichni cestující mohou z vozidla evakuovat.
- Vypněte klíček zapalování.
- Na bezpečném místě poskytněte první pomoc zraněným.
- Je-li požár malý, pokuste se ho uhasit hasicím přístrojem.
- Před příjezdem hasičů udržujte veřejnost v bezpečné vzdálenosti od hořícího vozidla

Před odjezdem z požární zbrojnice musí velitel zásahu zvolit bezpečnou trasu k příjezdu na místo zásahu, zabránit tomu, aby požární technika překročila oblak hořlavých plynů, a ujistit se, že posádka dorazí na místo ve směru proti větru.



STRATEGIE A TAKTIKY



18. POSTUP PŘI LIKVIDACI POŽÁRU A ZÁCHRANNÝCH PRACÍCH

Každá operace probíhá na místě zásahu ve stejném pořadí „krok za krokem“.

Pamatujte prosím, že tyto kroky mohou být realizovány současně, podle skutečné situace.

1. REKOGNOSKACE
2. ZÁCHRANA
3. PŘIPRAVENOST
4. ZVLÁDNUTÍ UDÁLOSTI
5. OCHRANA
6. ODJEZD
7. ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

18.1.Rekognoskace

Cílem tohoto úkonu je shromáždit všechny dostupné informace o místě události a určit její rozsah.

Velitel zásahu zjistí následující informace:

- Co se stalo a co se děje?
- Došlo k obětem na životech nebo k ohrožení osob?
- Byl spatřen výšleh plamene? Bylo slyšet hlasité syčení?
- Jaké jsou zdroje na místě?

Za tímto účelem vymezí okolo požářiště velký kruh. Pokud se událost odehrává v budově, jsou součástí rekognoskace též podlaží pod a nad místem události.

Při rekognoskaci je vymezena oblast ohrožení s ohledem na reálnost známých rizik. Velitel zásahu je v tomto okamžiku schopen rozhodnout o nejbezpečnějším způsobu zvládnutí situace, vyhlásit cíle a zvolit úhly útoku.

18.2.Záchrana

Je-li zjištěna a lokalizována zraněná osoba, jsou okamžitě zahájeny záchranné operace, i když rekognoskace doposud není dokončena. Postižené osoby jsou vyvedeny z nebezpečné oblasti a odvedeny k první pomoci. Jak bylo uvedeno výše, záchrana lidských životů má přednost přede všemi ostatními ohledy.

18.3.Připravenost

Během tohoto kroku si posádka připraví potřebné nástroje a příslušenství nezbytné k řešení situace (například hadice, hydranty, termovizní zařízení, detektory plynu atd.). Použití náradí a příslušenství závisí na konkrétní situaci.

18.4.Zvládnutí události

S ohledem na dostupné informace se velitel zásahu v tomto kroku rozhodne, zda použije taktiku útočnou, nebo obrannou.

1. příklad:

Na malé silnici na venkově hoří auto s FCH. Řidič je v bezpečí a nachází se mimo nebezpečnou oblast. Termokamerou je vidět velký plamen a je slyšet hlasitý syčivý zvuk.



STRATEGIE A TAKTIKY



Analýza: zařízení TPRD nádrže na H₂ je otevřeno a ve velmi krátké době dojde k vyhoření zapáleného úniku. Plamen nic neohrožuje.

Volba taktiky:

Použit obrannou taktiku: uzavřít silnici v obou směrech, vyčkat na vypuštění tlaku z nádrže a současně připravit hadice. Poté uhasit požár vozidla pomocí postupů při požáru vozidla s elektrickým pohonem.

2. příklad:

Na přeplněné ulici v blízkosti desetipatrové budovy hoří auto FCH, není slyšet žádný zvuk a hořet začalo před dvěma minutami.

Volba taktiky:

Použit útočnou taktiku: uzavřít silnici v obou směrech, zabránit komukoli přiblížit se na méně než 100 metrů od vozidla, natáhnout dvě hadice a okamžitě zaútočit na požár vozidla současně dvěma týmy z bezpečných úhlů (viz níže), než se otevře zařízení TPRD. Po uhašení požáru pokračovat v chlazení nádrží.

18.5. Ochrana

Cílem kroku „ochrana“ je předejít škodám způsobeným událostí (požárem) nebo použitým hasicím prostředkem (voda).

Pokud například dojde k požáru na parkovišti autobusů, autobusy, které jsou nejbližší požáru, se chrání pomocí vodních clon a ty, které jsou o něco dále, lze jednoduše odvézt pryč z místa události.

V budovách a průmyslových závodech mohou být ničivé i účinky vodních nebo pěnových postřiků. Velitel zásahu musí použít pouze nezbytné množství vody či pěny. Během tohoto kroku může být nutné použít pažení nebo podpěry.

18.6. Odjezd

Po skončení požáru je důležité vyklidit místo události, odstranit a posypat všechny ohořelé kusy materiálu, aby bylo jisté, že pod nimi nezůstaly žádné vznícené materiály.

18.7. Závěrečná kontrola

Po ukončení hašení a zvládnutí události nesmí zasahující jednotky opustit požářiště příliš rychle.

Snížení teploty ve vyhořelé nádrži je třeba pravidelně kontrolovat.

Závěrečná kontrola požářiště musí být prováděna soustavně, dokud již nehrozí žádné další nebezpečí.



STRATEGIE A TAKTIKY

**18.8. Taktika v případě událostí v aplikacích s FCH****18.8.1. Typy událostí**

Situace, se kterými se setkáváme při použití FCH, jsou různé. Lze je rozdělit do 5 hlavních situací:

- 1 ZÁCHRANA v aplikaci s FCH,
- 2 ÚNIK ZAPÁLENÉHO VODÍKU,
- 3 ÚNIK NEZAPÁLENÉHO VODÍKU,
- 4 POŽÁR v aplikaci s FCH,
- 5 OHROŽENÍ POŽÁREM a aplikace FCH.

Následujících 5 tabulek (převzatých a přeložených z francouzských pokynů) vysvětluje operační postupy, jak řešit příslušné situace.

18.9. Záchrana

Situace, na které se tato sekvence vztahuje, jsou:

- Zraněná osoba v aplikaci s FCH.
- Udušení způsobené únikem H₂ v uzavřeném prostoru.
- Úraz elektrickým proudem.
- Popáleniny způsobené únikem plynného nebo zkapalněného vodíku.

Níže je uvedena orientační posloupnost jednotlivých kroků.

Tabulka 1 Operační postup pro ZÁCHRANU v aplikaci s FCH

Kroky	Činnosti	Cíle
REKOGNOSKACE	Identifikace	- Získat podrobné informace o události od bezpečnostního technika v podniku. - Zohlednit riziko výbuchu vodíku v uzavřených prostorech. - Zohlednit riziko vytlačení kyslíku (anoxie) uzavřených prostorech.
	Omezení	- Zakázat postup po větru. Je nezbytné stanovit uzavřenou zónu 50 m; - Zakázat používání elektrických nebo elektronických zařízení bez osvědčení ATEX v uzavřené zóně (mobilní telefony, vysílačky atd.).
	Kontrola	- Vypnout vnější vypínače budovy
ZÁCHRANA	Jednat Izolovat	<u>V případě úniku plynného nebo zkapalněného vodíku v uzavřených prostorech:</u> - Používat autonomní dýchací přístroj; - Odvést postiženého mimo uzavřenou zónu. <u>Jestliže hrozí riziko, že člověk se stal obětí zasažení nebo úrazu elektrickým proudem</u> - K evakuaci oběti použijte pomůcky vhodné k práci s elektrickým proudem - Zamezte kontaktu záchranářů s elektrickými součástmi;
PŘIPRAVENOST/ ZVLÁDNUTÍ UDÁLOSTI		- Potvrdit nebo upravit rozsah uzavřené zóny (50 m); - Provádět průzkum pomocí indikátoru hořlavých plynů (shora dolů v zařízení nebo skladu)
OCHRANA		- <u>Opatření k prevenci rizika anoxie:</u> • Zavřít ventily přívodu vodíku • Větrat prostor podporou přirozeného proudění vzduchu (nepoužívejte elektrické a tepelné ventilátory) <u>Opatření týkající se nebezpečí úrazu elektrickým proudem:</u> Stiskněte tlačítko nouzového zastavení celé instalace (zpoždění 20 minut v případě přítomnosti reziduálního proudu)
ODJEZD ZÁVĚREČNÁ KONTROLA		Fáze monitorování končí, jakmile je v prostoru dosažena běžná hladina kyslíku (přibližně 20,9 % obj.) Opakovaně kontrolujte: <ul style="list-style-type: none"> • přítomnost vodíku v atmosféře, • bezpečnost a zajištění elektrického systému technikem.

18.10. Elektrický požár

Situace, na kterou se vztahuje tato sekvence, je požár elektrických součástí v aplikacích s FCH.

Tabulka 2 Operační postup v případě POŽÁRU elektrických součástí v aplikaci s FCH

Kroky	Činnosti	Cíle
REKOGNOSKACE	Identifikace	- Získat podrobné informace o události od bezpečnostního technika v podniku. - Zohlednit nebezpečí související s nízkým napětím.
	Omezení	- Zakázat postup po větru a bezpodmínečně vymežit uzavřenou zónu 50 m. - Zakázat používání elektrických nebo elektronických zařízení bez osvědčení ATEX v uzavřené zóně (mobilní telefony, vysílačky atd.).
	Kontrola	- Vypnout vnější vypínače budovy;
ZÁCHRANA	Jednat Izolovat	- V případě vodíku v uzavřených prostorech: <ul style="list-style-type: none"> • Vždy použít dýchací přístroj; • Odvedte postižené mimo uzavřenou zónu. - Jestliže hrozí riziko, že člověk se stal obětí zasažení nebo úrazu elektrickým proudem <ul style="list-style-type: none"> • K evakuaci oběti použijte pomůcky vhodné k práci s elektrickým proudem • Zamezte kontaktu záchranářů s elektrickými součástmi
PŘIPRAVENOST/ ZVLÁDNUTÍ UDÁLOSTI		- Potvrdit nebo upravit rozsah uzavřené zóny (50 m) (na základě zvuku úniku pod tlakem, údajů z indikátoru hořlavých plynů atd.); - Přistoupit k uhašení plamene na základě jeho virulence: <ul style="list-style-type: none"> • Práškovým hasicím přístrojem nebo hasicím přístrojem CO2 ze vzdálenosti větší než >1 m • Tryskami s proměnlivým průtokem ze vzdálenosti větší než 3 m lze stříkat útočné impulsy
OCHRANA		- Stisknout tlačítko nouzového zastavení celé instalace (zpoždění 20 minut v případě přítomnosti reziduálního proudu); - Zohlednit průtok vody ve fázi vypínání instalace (nebezpečí úrazu elektrickým proudem); - Zavřít ventily přívodu vodíku; - Ventilovat prostory s cílem dosáhnout vyšší účinnosti přirozeného proudění vzduchu (otevření stávajících otvorů).
ODJEZD		- Vyhledat místa s vysokou teplotou na zásobníku vodíku pomocí termovizního zařízení;
ZÁVĚREČNÁ KONTROLA		- Monitorovací fáze končí, jakmile je zjištěno, že se opatření zaměřená na hašení ukázala jako účinná.

18.11. Externí požár

Situace, na kterou se vztahuje tato sekvence, je ohrožení aplikace s FCH nebo skladovacího zásobníku H2/LH2 požárem

Tabulka 3 Operační postup v případě ohrožení aplikace s FCH nebo skladovacího zásobníku H2/LH2 požárem

Kroky	Činnosti	Cíle
REKOGNOSKACE	Identifikace	- Získat podrobné informace o události od bezpečnostního technika v podniku. - Zohlednit riziko výbuchu vodíkových zásobníků ohrožených požárem, kdy případné projektily z lahví dokáží urazit i několik desítek metrů a projektily ze zásobních návěsů dokonce i několik stovek metrů.
	Omezení	- Zakázat postup po větru a bezpodmínečně vymezit uzavřenou zónu 50 m. - Zakázat používání elektrických nebo elektronických zařízení bez osvědčení ATEX v uzavřené zóně (mobilní telefony, vysílačky atd.).
	Kontrola	- Vypnout vnější vypínače budovy;
ZÁCHRANA	Jednat Izolovat	- V případě vodíku v uzavřených prostorech: <ul style="list-style-type: none"> • Vždy použít dýchací přístroj; • Odvést postižené/oběti mimo uzavřenou zónu; - Jestliže hrozí riziko, že člověk se stal obětí zasažení nebo úrazu elektrickým proudem: <ul style="list-style-type: none"> • K evakuaci oběti použijte pomůcky vhodné k práci s elektrickým proudem; • Zabraňte styku osob s elektrickým vybavením.
PŘIPRAVENOST/ ZVLÁDNUTÍ UDÁLOSTI		- Potvrdit nebo upravit rozsah uzavřené zóny (nádrže nebo zařízení přímo ohrožené plameny); - Pokračovat v hašení požárů - Zajistit preventivní chlazení zařízení a vodíkových zásobníků následujícími způsoby: <ul style="list-style-type: none"> • Nastavení trysky na sprchový proud. • Přímý útok rozptýleným vodním paprskem na vodíkové nádrže pomocí trysek s proměnlivým průtokem minimálně 250 l/min (paprsek nesměřujte na potrubí) • Nastavení clonového vodního proudu na ochranu citlivých míst (napájecí soustava apod.)
OCHRANA		Stisknout tlačítko nouzového zastavení celé instalace (zpoždění 20 minut v případě přítomnosti reziduálního proudu); - Zavřít ventily přívodu vodíku; - Ventilovat prostory s cílem dosáhnout vyšší účinnosti přirozeného proudění vzduchu (otevření stávajících otvorů).



STRATEGIE A TAKTIKY



ODJEZD
ZÁVĚREČNÁ
KONTROLA

- Vyhledat místa s vysokou teplotou na zásobníku vodíku pomocí termovizního zařízení;
- Monitorovací fáze končí, jakmile je zjištěno, že
 - opatření zaměřená na hašení se ukázala jako účinná.
 - voda dopadající na vodíkové nádrže se při styku s povrchem neodpařuje.

18.12. Únik zapáleného H₂

Situace, na kterou se vztahuje tato sekvence, je únik zapáleného H₂.

Tabulka 4 Operační postup v případě ÚNIKU ZAPÁLENÉHO VODÍKU

Kroky	Činnosti	Cíle
REKOGNOSKACE	Identifikace	- Získat podrobné informace o události od bezpečnostního technika v podniku. - Zohlednit rozptýlení H ₂ v prostorech před jeho zapálením (možnost výbuchu neohraničeného oblaku par, UVCE).
	Omezení	- Zakázat postup po větru a bezpodmínečně vymezit uzavřenou zónu 50 m. - Zakázat používání elektrických nebo elektronických zařízení bez osvědčení ATEX v uzavřené zóně (mobilní telefony, vysílačky atd.). - Zakázat hašení vodíkových plamenů. - Zakázat zásahy do elektrického systému zařízení v případě úniku vodíku.
	Kontrola	- Vypnout vnější vypínače budovy; - Ověřte přítomnost zapáleného úniku a jeho délku pomocí termokamery (sotva viditelný plamen, za denního světla); - Věnujte pozornost velmi hlasitému zvuku úniku zápalného plynu.
ZÁCHRANA	Jednat	- <u>V případě vodíku v uzavřených prostorech:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Vždy použít dýchací přístroj; • Odvést postižené/oběti mimo uzavřenou zónu. - <u>Jestliže hrozí riziko, že člověk se stal obětí zasažení nebo úrazu elektrickým proudem:</u> <ul style="list-style-type: none"> • K evakuaci oběti použijte pomůcky vhodné k práci s elektrickým proudem; • Zabraňte styku osob s elektrickým vybavením.
PŘIPRAVENOST/Z VLÁDNUTÍ UDÁLOSTI	Izolovat	- Upřesnění uzavřené oblasti (měření indikátorem hořlavých plynů, informace o povaze události...); - Zřídít vodní clony k prevenci šíření požáru; - Dle potřeby zajistit preventivní chlazení vodíkových zásobníků a zařízení v jejich blízkosti.
OCHRANA		- Zavřít ventily přívodu vodíku. - Ventilovat prostory s cílem dosáhnout vyšší účinnosti přirozeného proudění vzduchu (otevření stávajících otvorů).



STRATEGIE A TAKTIKY



<p>ODJEZD</p> <p>ZÁVĚREČNÁ KONTROLA</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Vyhledat místa s vysokou teplotou na zásobníku vodíku pomocí termovizního zařízení. - Provádět průzkumy pomocí indikátoru hořlavých plynů v uzavřených prostorech s upřednostněním vysoko položených míst. - Stisknout tlačítko nouzového zastavení celé instalace (zpoždění 20 minut v případě přítomnosti reziduálního proudu).
---	--	---

18.13. Únik nezapáleného H₂/LH₂

Situace, na kterou se vztahuje tato sekvence, je únik nezapáleného H₂.

Tabulka 5 Operační postup v případě ÚNIKU NEZAPÁLENÉHO VODÍKU

Kroky	Činnosti	Cíle
REKOGNOSKACE	Identifikace	<ul style="list-style-type: none"> - Získat podrobné informace o události od bezpečnostního technika v podniku. - Zohlednit nebezpečí související s nebezpečím výbuchu.
	Omezení	<ul style="list-style-type: none"> - Zakázat postup po větru a bezpodmínečně vymezit uzavřenou zónu 50 m. - Zakázat používání elektrických nebo elektronických zařízení bez osvědčení ATEX v uzavřené zóně (mobilní telefony, vysílačky atd.). - Zakázat zásahy do elektrického systému zařízení v případě úniku vodíku.
	Kontrola	<ul style="list-style-type: none"> - Vypnout vnější vypínače budovy
ZÁCHRANA	Jednat Izolovat	<ul style="list-style-type: none"> - V případě vodíku v uzavřených prostorech: <ul style="list-style-type: none"> • Vždy použít dýchací přístroj. • Odvést postižené/oběti mimo uzavřenou zónu. - Jestliže hrozí riziko, že člověk se stal obětí zasažení nebo úrazu elektrickým proudem <ul style="list-style-type: none"> • K evakuaci oběti použijte pomůcky vhodné k práci s elektrickým proudem. • Zabraňte styku osob s elektrickým vybavením.
PŘIPRAVENOST/ ZVLÁDnutí UDÁLOSTI		<ul style="list-style-type: none"> - Upřesnění uzavřené oblasti na základě měření indikátorem hořlavých plynů (měření směrem shora dolů). - Zavřít ventily přívodu vodíku. - Ventilovat prostory s cílem dosáhnout vyšší účinnosti přirozeného proudění vzduchu (otevření stávajících otvorů).
OCHRANA		
ODJEZD ZÁVĚREČNÁ KONTROLA		<ul style="list-style-type: none"> - Monitorovací fáze končí, jakmile v zabezpečeném prostoru přestane hrozit nebezpečí výbuchu (úplné vyprázdnění nádrže nebo vyprázdnění na volném prostranství v zabezpečeném prostoru monitorovaném provozovatelem, účinné větrání prostor). - Stisknout nouzového zastavení celé instalace (zpoždění 20 minut v případě přítomnosti reziduálního proudu)

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



Co-funded by
the European Union

STRATEGIE A TAKTIKY



Poznámka: nouzové zastavení ve fázi závěrečné kontroly odstraňuje elektrické zápalné zdroje, které se nacházejí ve vlastní instalaci.



STRATEGIE A TAKTIKY



19. TÝM A „HYRESPONDER“ V ZÁCHRANNÝCH SLOŽKÁCH A JEHO VYBAVENÍ

Veškeré hasičské vybavení používané v programu HyResponder musí být v souladu s následujícím dokumentem:

„Catalogue des Normes Applicables aux Sapeurs-Pompiers et à la Sécurité civile Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises Sous-direction des ressources, des compétences et de la doctrine d'emploi Bureau de la Formation, des Techniques et des Équipements, Version Éditée le 27 août 2014“ a následujícími.

19.1. Tým

Typický tým pro výcvik v rámci programu HyResponder má toto složení:

- Velitel jednotky (první velitel zásahu)
- Řidič/obsluha čerpadla
- Vedoucí týmu 1
- První zasahující 1
- Vedoucí týmu 2
- První zasahující 2

Každý první zasahující musí být vybaven úplnou požární výstrojí, která se skládá zejména z následujících prvků:

Přilba s obličejovým štítem, kukla, pláštěnka, kalhoty, hasičské boty a rukavice. Všechny ochranné oděvy musí být používány jako kompletní sada.

Povinné je také používání autonomního dýchacího přístroje.

19.2. Požární vybavení

Vozidlo používané v systému HyResponder je cisternová automobilová stříkačka. Disponuje vlastnostmi uvedenými v evropské normě EN 1846-1/2/3 a francouzské normě NFS 61-515. K řešení požárů H2 je zapotřebí i další vybavení:

- Polyvalentní detektor hořlavých plynů
- Detektor H2
- Termokamera
- Detektor O2

19.3. Specifické taktické listy navržené pro vybrané aplikace

S ohledem na stávající poznatky o požárech ve vodíkových aplikacích se v rámci projektu HyResponder navrhuje následující „Taktické listy“.



STRATEGIE A TAKTIKY



Pro každou vybranou aplikaci (automobil, autobus, vysokozdvižný vozík, návěs, čerpací stanice, stacionární energetická jednotka (SPGS), vodíkový systém skladování energie (H2ESS)) je navržen taktický postup pro 4 typy událostí:

- žádný únik, žádný požár,
- únik H₂,
- požár,
- externí požár ohrožující aplikaci.

Pro každou situaci je navržen postup po jednotlivých krocích, informace o bezpečnostních bodech a orientačních bezpečnostních vzdálenostech pro případ **selhání zařízení pro uvolnění tlaku a pro ochranu veřejnosti před účinky výbuchu nádrží**.

Důležité upozornění: pamatujte, že uvedené vzdálenosti jsou orientační. Velitel zásahu je povinen upravit velikost bezpečnostního perimetru s ohledem na reálnou situaci a zejména na objem dotčených zásobníků H₂ (nebo O₂).

Viz část „Jak používat nomogramy“.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Vozidla s palivovými články
Žádný únik, žádný požár**



20. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

20.1. Žádný únik, žádný požár

OSOBNÍ VOZIDLO / VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

Taktika č. 1

ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR
(technický poplach, pracovní nehoda, dopravní nehoda)

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ dotčeného vozidla.
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX)

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení



Vozidla s palivovými články Žádný únik, žádný požár



PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50 metrů (55 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

- NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen? Je někdo uvězněn uvnitř?
- Kterých typů vozidel se událost týká?
- Co se stalo?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá? (Jestliže únik stále trvá, postupujte dle taktiky č. 2: únik bez požáru)
- Je některá část vozidla poškozená?

Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, tlak, objem, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)

- V případě potřeby požadujte další podporu

Identifikace vozidla:

Osobní vozidlo na palivové články lze rozpoznat podle grafiky FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle; obrázek 3). Informace lze dohledat také v záchranném listu vozidla.

Použijte detektor H2

ZÁCHRANA

Záchranné práce jako při běžné nehodě (v situaci bez požáru lze použít vodní mlhu)
Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity)
- Zatáhněte páku ruční brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny.
- Vypněte klíč zapalování
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku (u autobusů a vysokozdvizných vozíků)
U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče na levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, který je umístěn v zadní části autobusu.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Vozidla s palivovými články Žádný únik, žádný požár



- Pokud není možné dosáhnout na klíč zapalování, vyjměte všechny pojistky v pojistkových skříňkách a poté odřízněte kabel záporného pólu nízkonapěťového akumulátoru (12 nebo 24 V), přičemž dbejte na to, aby nedošlo k jiskření v zapalování (vypnutí celkového elektrického napájení vozidla). Dávejte pozor vysokonapěťové akumulátoru a jejich kabeláž.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂.
- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F).
- Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů.
- Poslechněte si, zda je slyšet proud unikajícího vodíku.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru:

- Zapojte se do řešení události podle pokynů příručky pro řešení mimořádných událostí od výrobce vozidla a záchranných listů.

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:

- řezání nebo drcení vedení H₂,
- přerušení nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva),
- poškození vodíkové nádrže,
- poškození trakční baterie.

Je-li zjištěn únik H₂, použijte taktiku č. 2 „ÚNIK H₂ BEZ POŽÁRU“

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla)



Vozidla s palivovými články Únik bez požáru



20.2. Únik bez požáru

OSOBNÍ VOZIDLO / VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

Taktika č. 2

ÚNIK H₂ BEZ POŽÁRU

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- zjistěte přesné místo události,
- typ dotčeného vozidla,
- co se stalo.

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- směr větru,
- rychlost větru.

TRASA:

zvolte bezpečnou trasu:

- nepřekračujte případný výbušný oblak plynu,
- nepřibližujte se k místu události zdola,
- předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX).

- detektor plyných uhlovodíků,
- detektor H₂,
- detektor O₂,
- termokamera.

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem. Daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST:

- Pro osobní vozidlo a vysokozdvižný vozík: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 110 metrů (55 yardů)
- Pro AUTOBUS: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů (220 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyskolené osoby



Vozidla s palivovými články Únik bez požáru



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ OPERACE (provedte záchrannou operaci s natlakovanou hasicí hadicí).

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

Odpovězte na následující otázky:

- O jaký typ vozidla se jedná?
- Co se stalo?
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?

IDENTIFIKACE VOZIDLA:

Osobní vozidlo na palivové články lze rozpoznat podle grafiky FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle; obrázek 3)

Zkontrolujte bezpečnostní oblast pomocí detektoru H₂.

- Pokud je zjištěna přítomnost H₂, bezpečnostní oblast vymezte znovu.
- V případě potřeby požadujte další podporu

Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F). Hledejte možné zdroje zapálení.

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními činnostmi (v případě úniku bez požáru lze použít vodní mlhu)

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky (vyprošťovací nástroje: použijte metodu zavedenou v dané zemi). Systém poháněný čerpadlem může být bezpečnější než bateriový, čerpadlo by však mělo být umístěno v bezpečné zóně a mělo by dodržovat stanovenou vzdálenost od vozidla.
- Tým 2: natáhne požární hadici, aby chránil činnost týmu 1 v případě zapálení oblaku.

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Vozidla s palivovými články
Únik bez požáru**



OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál.
- Evakuujte přilehlé budovy.
- Pokud se vozidlo nachází v budově, zabraňte hromadění H₂ rozsáhlým větráním budovy.
- Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity).
- Zatáhněte páku ruční brzdy.
- Zajistěte kola vozidla klíny.
- Vypněte klíč zapalování.
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku (nebo vodíkového systému obecně; autobusy a vysokozdvížné vozíky)
U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče na levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, je umístěn v zadní části autobusu.
- Nepoužívejte žádný jiný elektrický vypínač, aby nedošlo ke vzniku elektrické jiskry (při vytahování dávejte pozor na vysoké napětí).
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.
- Zpřesněte vymezení bezpečnostní oblasti.
- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F).

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

- Pokud únik H₂ pokračuje i po ochranném kroku, uzavřete ventil H₂ co nejbližší nádrži H₂.
- Pokud není možné dosáhnout na ventil H₂, nechte H₂ bezpečně unikat, dokud není nádrž prázdná.
- Nasadte vodní clonu s monitoringem.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla).

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Vozidlo s palivovými články
Požár**



20.3. Požár

	OSOBNÍ VOZIDLO / VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	
Taktika č. 3	POŽÁR	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Typ dotčeného vozidla.
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- **OSOBNÍ VOZIDLO a VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK:** Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů (110 yardů)
- **AUTOBUS:** Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů (220 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevýškolené osoby.



Vozidlo s palivovými články Požár



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:
ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

Odpovězte na následující otázky:

- Je někdo ohrožen požárem? Kde?
- Kolik vozidel se požár týká?
- Kolik z těchto vozidel je poháněno H₂ nebo jiným stlačeným hořlavým plynem?
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?
- Kde ve vozidle může být umístěn přetlakový ventil H₂?
- Aktivovalo se zařízení TPRD? Vzniká plamen?
- V případě potřeby požadujte další podporu

Identifikace vozidla:

Osobní vozidlo na palivové články lze rozpoznat podle grafiky FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle; obrázek 3).

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky (obrázek 10). Vybavte se PBE.
- Tým 2: natáhne požární hadici, aby chránil činnost týmu 1 v případě zapálení oblaku. Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažená vozidla a budovy
- Všemi dostupnými prostředky (jízdou, tažením, tlačáním atd.) přemístěte okolo stojící, nezasažená vozidla
- Pokud se vozidlo nachází v budově, zabraňte hromadění kouřových plynů a H₂ rozsáhlým větráním budovy.
- Pokud je to možné a bezpečné:
- Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity)
- Zatáhněte páku ruční brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny
- Vypněte klíč zapalování (během hašení dávejte pozor na vysoké napětí).
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku (autobusů a vysokozdvíhových vozíků)
U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, je umístěn v zadní části autobusu.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře (preventivní opatření).

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZSAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Vozidlo s palivovými články
Požár**



- Zpřesněte vymezení bezpečnostní oblasti.
- Opakovaně kontrolujte teplotu nádrží H₂ pomocí termokamery.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

V případě mimořádných situací s vysokou mírou rizika:

Provedte přímý požární útok

Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo (obrázek 4).

Vybavte se PBE.

- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H₂. Tím se předejde otevření tepelně aktivovaného zařízení pro uvolnění přetlaku.
- Tým 2: usiluje o uhašení požáru vozidla.

Týmy se vyhýbají průchodu nebezpečnými úhly. (Obrázky 5, 6 a 7)

- Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce
- Co nejdříve zajistěte kola vozidla klíny.
- Pamatujte, že při hašení dojde ke znečištění vody (zejména v případě poškození baterie).
- Znečištěnou vodu jímejte odpovídajícím vybavením.

Pokud není identifikováno žádné riziko:

Vyhodnoťte možnost nechat vozidlo bezpečně shořet.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, vrak ochladte.
- Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla).



Vozidla s palivovými články Externí požár



20.4. Externí požár ohrožující aplikaci.

OSOBNÍ VOZIDLO / VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

Taktika č. 4

EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ APLIKACI

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ dotčeného vozidla.
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- OSOBNÍ VOZIDLO a VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů (110 yardů)
- AUTOBUS: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů (220 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyskolené osoby

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Vozidla s palivovými články Externí požár



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

Odpovězte na následující otázky:

- Je někdo zraněn, ohrožen nebo uvězněn uvnitř?
- Co hoří?
- Jaká je síla ohně?
- Jaká je vzdálenost mezi požárem a vozidlem s palivovými články?
- Došlo k úniku vodíku? Únik stále trvá?

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky.
- Tým 2: Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmu 1
- Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Tým 1: Sálavé teplo tlumte vodní clonou mezi požárem a vozidlem s palivovými články.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Provedte nepřímý požární útok:

Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo.

- Tým 1: Sálavé teplo tlumte vodní clonou mezi požárem a vozidlem s palivovými články.
- Tým 2: Podle hořícího materiálu uhasťte oheň vodou, pěnou nebo práškovým hasebními materiálem.

Není-li hašení možné nebo není-li k dispozici dostatek personálu, pokuste se vozidlo s palivovými články jakýmkoli dostupným způsobem (jízdou, tažením, tlačáním) přemístit mimo dosah účinků sálavého tepla z požáru.

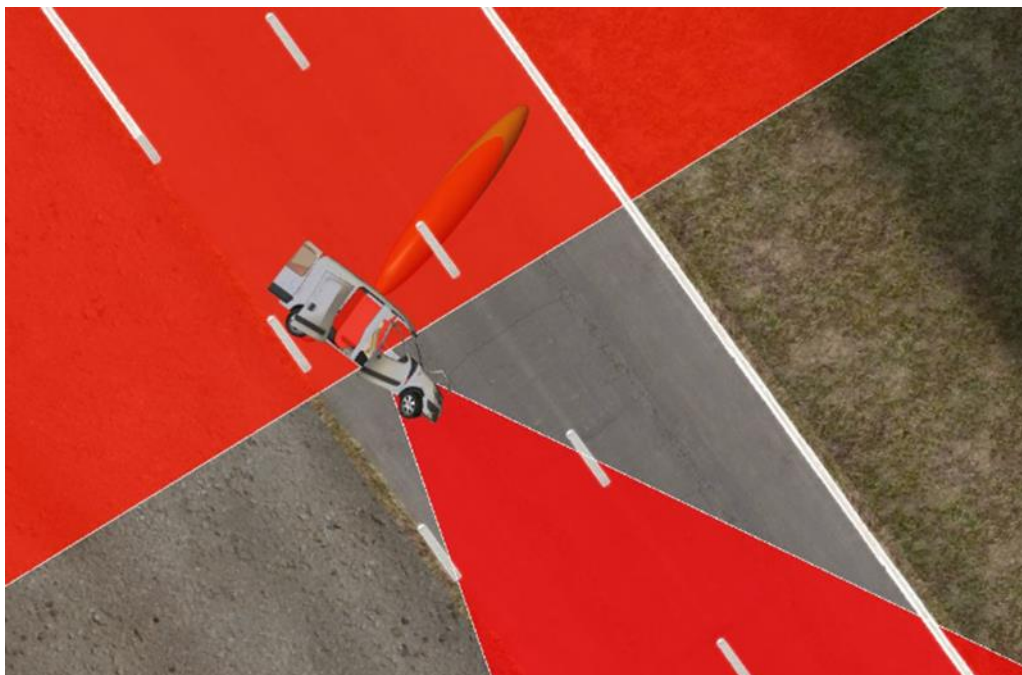
ZÁVĚREČNÁ KONTROLA



Obrázek 42: Připravenost k přímému požárnímu útoku (připojení k hydrantu, pokud je k dispozici)



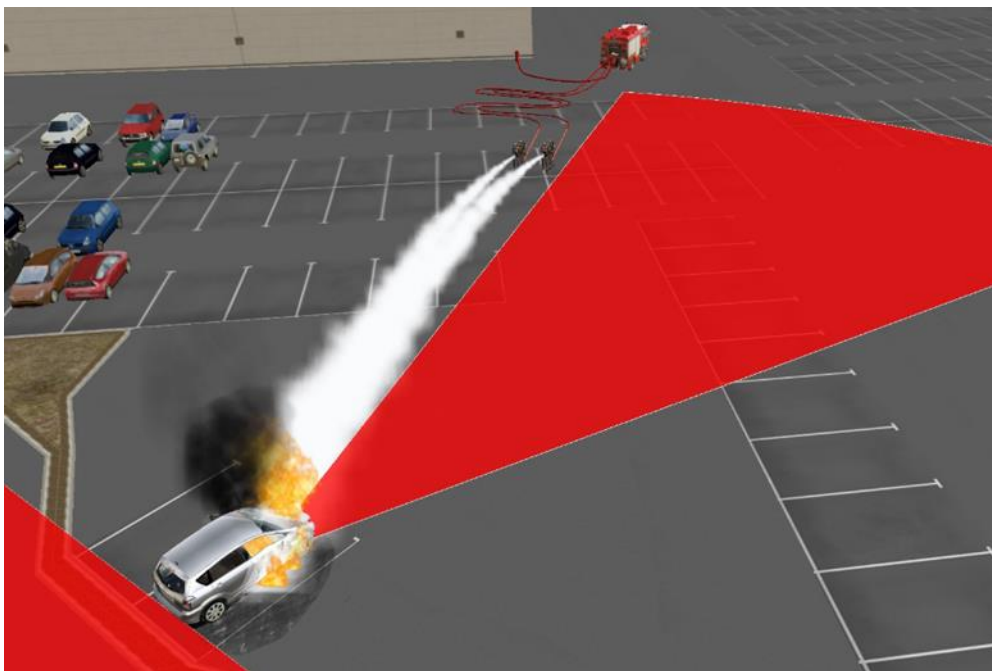
Obrázek 43: (červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na kolech. ©Crise-2015



Obrázek 44 (červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na boku (zařízení TPRD je umístěno na střeše) ©crise-2015



Obrázek 45: (Červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na boku (zařízení TPRD je umístěno mezi zadními koly pod úhlem 45°) ©crise-2015



Obrázek 46 Přímý požární útok se dvěma týmy (1. fáze) ©crise-2015



Obrázek 47: Přímý požární útok se dvěma týmy (2. fáze) ©crise-2015

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZSAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE



Co-funded by
the European Union

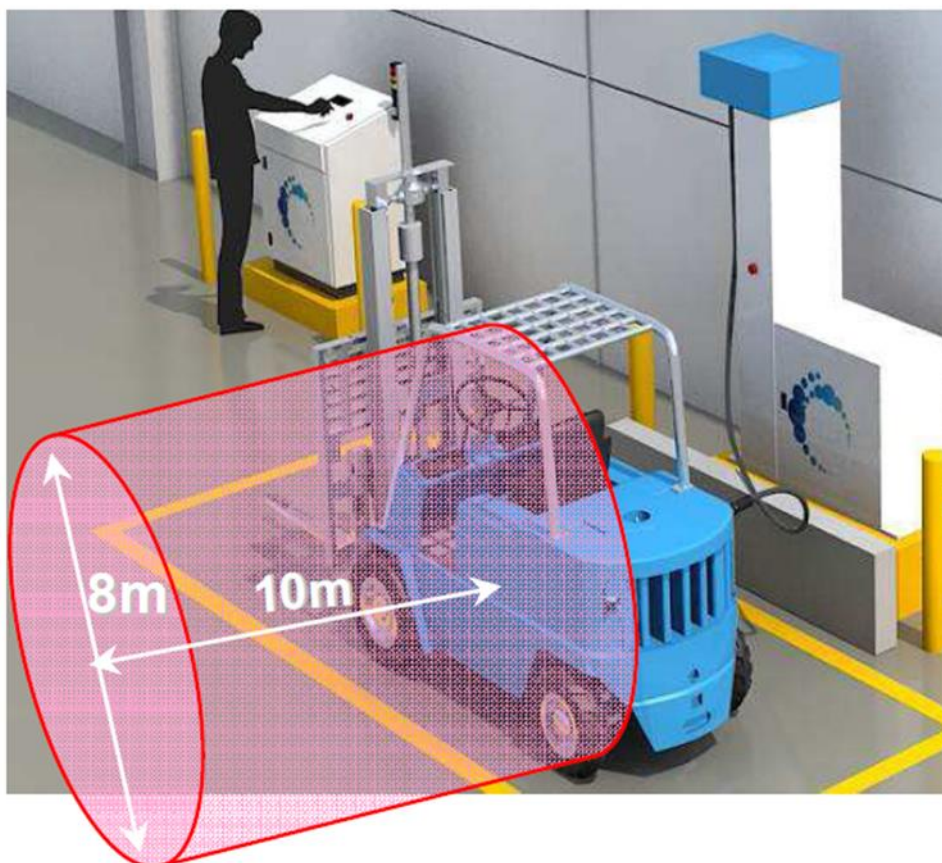
Vozidla s palivovými články
Ilustrace a tabulky



Obrázek 48. Záchránná akce v blízkosti hořícího vozidla s palivovými



Obrázek 49. Vypouštěcí otvor H₂ na vysokozdvížném vozíku (na každé straně) ©Air Liquide-2014



Obrázek 50: nebezpečná zóna plynů u vysokozdvizného vozíku při uvolnění H₂ přes zařízení TPRD H₂ (na každé straně po dobu 1 minuty) ©Air Liquide-2014



Obrázek 51: Požár ohrožující vysokozdvizné vozíky ©crise-2015

Tlak ve vodíkovém zásobníku, MPa	Průměr ústí zařízení TPRD, mm	Vzdálenosti do 4 % obj., m	Vzdálenost do 8 % obj., m
35	2	15	7
35	3	23	11
35	4	31	15
35	5	38	18
35	6	46	22
70	2	20	10
70	3	30	14
70	4	40	19
70	5	50	24

Tabulka 6 Koncentrace vodíku ve vzduchu v závislosti na vzdálenosti od úniku (m)

Tlak v zásobníku, MPa	Ústí zařízení TPRD, mm	Délka plamene, m	Separáční vzdálenost (bez újmy), m	Separáční vzdálenost (práh bolesti), m	Separáční vzdálenost (popáleniny 3. stupně), m
35	2	5	18	16	10
35	3	8	27	23	16
35	4	10	36	26	18
35	5	13	46	39	26
35	6	16	55	47	31
70	2	7	23	20	13
70	3	10	35	30	20
70	4	13	46	40	27
70	5	17	58	50	33
70	6	20	70	60	40

Tabulka 7 Délka plamene a separáční vzdálenosti u tryskových požárů z palubních vodíkových nádrží

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Velká vozidla na palivové články Žádný únik, žádný požár



21. AUTOBUSY, NÁKLADNÍ VOZIDLA A VLAKY S PALIVOVÝMI ČLÁNKY

21.1. Žádný únik, žádný požár

	AUTOBUSY FC / NÁKLADNÍ VOZIDLA FC / VLAKY FC	
Taktika č. 5	<p>ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR (technický poplach, pracovní nehoda, dopravní nehoda)</p> <p>Wasserstoff - Der Energieträger der Zukunft im ÖPNV NULL Emission</p>	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI

- Zjistěte přesné místo události (v některých případech lze využít sledování vozidel)
- Můžete použít GIS <https://www.google.com/earth/> nebo kód QR pro rychlou orientaci v okolí:



- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Můžete zkontrolovat kanály sociálních médií (Facebook/Twitter) a shromáždit informace ještě před příjezdem na místo
- Typ dotčeného vozidla s pokyny výrobce pro reakci na mimořádné události
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru
- Aplikace pro předpověď počasí: <https://www.weather-forecast.com> (pokud uvažujete o použití dronu, nahlédněte do části „Drone Weather“ (Pocasi pro drony)).

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu
- Nepřibližujte se k místu události zdola

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Velká vozidla na palivové články Žádný únik, žádný požár



- Předvídejte potřebu použití hydrantu

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

Odkaz na měřicí zařízení, která jsou k dispozici u vašeho HZS

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD

- Slyšíte únik?
- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru
- Na místě se nacházejí pouze nezbytně nutné síly
- Zastavte požární vozidlo 50 až 100 metrů (55 až 110 yardů) před zásahem
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu větším než 50–100 metrů
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Jakého typu vozidla se událost týká?
- Co se stalo?
- Velikost a objem palivové nádrže vozidla v litrech
- Došlo k úniku? Únik stále trvá? Slyšeli jste pískání?
- Je některá část vozidla poškozená?

V případě potřeby požadujte další podporu

Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)

Identifikace vozidla (vozidlo H₂ může být označeno štítky FCHV, Fuel Cell Hybrid Vehicle)

Nad vozidlem a v jeho okolí používejte detektor H₂.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Velká vozidla na palivové články Žádný únik, žádný požár



ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy

Záchranné činnosti jako v případě běžné nehody za přítomnosti nebezpečných látek

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Využívejte pouze nezbytný personál

Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity)

Zatáhněte páku parkovací brzdy

Zajistěte kola vozidla klíny

Vypněte klíč zapalování

Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku

- U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, je umístěn v zadní části autobusu.
- U nákladních vozidel, vlaků a lodí: viz bezpečnostní listy nebo palubní záchranný list

Pokud není možné dosáhnout na klíč zapalování, vyjměte všechny pojistky v pojistkových skříňkách a poté odřízněte kabel záporného pólu nízkonapěťového akumulátoru (12 nebo 24 V) přičemž dbejte na to, aby nedošlo k jiskření v zapalování

Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂

Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)

Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru

- Zapojte se do řešení události podle pokynů příručky pro řešení mimořádných událostí od výrobce vozidla

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI

- Přerušování nebo rozdrčení vedení H₂
- Přerušování nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva)
- Poškození nádrže H₂
- Poškození trakční baterie

Je-li zjištěn únik H₂, použijte taktiku č. 2 „ÚNIK H₂ BEZ POŽÁRU“

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla). Abyste předešli riziku požáru s původem v akumulátorech, ověřte situaci termokamerou.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZEVelká vozidla na palivové články
Únik H2 bez požáru

21.2. Únik H2 bez požáru.

	AUTOBUSY FC / NÁKLADNÍ VOZIDLA FC / VLAKY FC	
Taktika č. 6	ÚNIK H2 BEZ POŽÁRU	
NA STANICI HZS		

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI

- Zjistěte přesné místo události (v některých případech lze využít sledování vozidel)
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ dotčeného vozidla s pokyny výrobce pro reakci na mimořádné události
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu
- Nepřibližujte se k místu události zdola
- Předvídejte potřebu použití hydrantu

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H2
- Detektor O2
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru
- Zastavte požární vozidlo 50 až 100 metrů (55 až 110 yardů) před zásahem
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- OSOBNÍ VOZIDLO a VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Co-funded by
the European Union

Velká vozidla na palivové články Únik H2 bez požáru



- **Autobus, nákladní vozidlo, vlak, loď: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů (220 yardů)**
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK, ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ, odpovězte na následující otázky

- Jakého typu vozidla se událost týká?
- Co se stalo?
- Velikost a objem palivové nádrže vozidla v litrech
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?

V případě potřeby požadujte další podporu

Identifikace vozidla, vozidlo H2 může být označeno štítky FCHV, Fuel Cell Hybrid Vehicle

Zkontrolujte bezpečnostní oblast pomocí detektoru H2

Pokud je zjištěna přítomnost H2, bezpečnostní oblast vymeďte znovu

Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy

V případě ohrožení či možného ohrožení osob únikem plynu zahajte záchranné činnosti jako v případě běžné nehody za přítomnosti nebezpečných látek.

- Tým 1: vyproštění obětí (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: natáhne požární hadici, aby chránil činnost týmu 1 v případě zapálení oblaku

Podle rozsahu události a zasaženého vozidla upravte plán činnosti zapojením dalších týmů. Připomínka: zachovejte strategii zapojení dvou týmů.

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
 - Evakuujte přilehlé budovy
 - Pokud se vozidlo nachází v budově, zabraňte hromadění H2 rozsáhlým větráním budovy. Je-li to možné, použijte ventilátor s certifikací ATEX.
 - Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity)
 - Zatáhněte páku parkovací brzdy
 - Zajistěte kola vozidla klíny
 - Vypněte klíč zapalování
 - Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku
- U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, který se nachází v zadní části autobusu.
- U nákladních vozidel, vlaků a lodí: viz bezpečnostní listy nebo palubní záchranný list

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



Co-funded by
the European Union

**Velká vozidla na palivové články
Únik H2 bez požáru**



- Nepoužívejte žádný jiný elektrický vypínač, aby nedošlo ke vzniku elektrické jiskry
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H2 v atmosféře
- Zpřesněte vymezení bezpečnostní oblasti
- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud únik H2 přetrvává i po kroku „ochrana před expozicí“, uzavřete ventil H2 co nejbližší nádrži H2

Pokud není možné dosáhnout na ventil H2, nechte H2 bezpečně unikat, dokud není nádrž prázdná.

V městských oblastech ověřte koncentraci vodíku v okolních budovách.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H2 v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla)

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZEVelká vozidla na palivové články
Požár

21.3. Požár

AUTOBUSY FC / NÁKLADNÍ VOZIDLA FC / VLAKY FC



Taktika č. 7

POŽÁR

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI

- Zjistěte přesné místo události (v některých případech lze využít sledování vozidel)
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ dotčeného vozidla s pokyny výrobce pro reakci na mimořádné události
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu
- Nepřibližujte se k místu události zdola
- Předvídejte potřebu použití hydrantu

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru
- Zastavte požární vozidlo 50–100 metrů před zásahem
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- OSOBNÍ VOZIDLO a VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů
- **Autobus, nákladní vozidlo, vlak, loď: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů**
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Velká vozidla na palivové články
Požár**



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

JESTLIŽE SE V NEBEZPEČNÉM AREA NACHÁZÍ ČLOVĚK, ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI a poté odpovězte na následující otázky:

- Je někdo ohrožen požárem? Kde?
- Kolik vozidel se požár týká?
- Kolik z těchto vozidel je poháněno H2 nebo jiným stlačeným hořlavým plynem?
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?

V případě potřeby požadujte další podporu

Identifikace vozidla, vozidlo H2 může být označeno štítky FCHV, Fuel Cell Hybrid Vehicle

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy

V případě ohrožení či možného ohrožení osob požárem zahajte záchranné činnosti jako v případě běžné nehody za přítomnosti nebezpečných látek.

Vybavte se PBE.

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky. Evakuační trasu je třeba předem identifikovat s využitím termokamery kvůli možnosti uvolňování vodíku přes zařízení TPRD ve více směrech a kvůli překážkám, které by mohly vychýlit přirozený směr plamene.
- Tým 2: Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmu 1

Podle rozsahu události a zasaženého vozidla upravte plán činnosti zapojením dalších týmů. Připomínka: zachovejte strategii zapojení dvou týmů.

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažená vozidla a budovy
- Všemi dostupnými prostředky (jízdou, tažením, tlačáním atd.) přemístěte okolo stojící, nezasažená vozidla
- Pokud se vozidlo nachází v budově, zabraňte hromadění kouřových plynů a H2 rozsáhlým větráním budovy
- Otevřete dveře a kapoty (jsou-li u vozidla použity)
- Zatáhněte páku parkovací brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny
- Vypněte klíč zapalování
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí palivového článku
 - U autobusů je zařízení pro nouzové vypnutí zpravidla umístěno v blízkosti sedadla řidiče levé straně a další se nachází na palivovém článku v motorovém prostoru, který se nachází v zadní části autobusu.
 - U nákladních vozidel, vlaků a lodí: viz bezpečnostní listy nebo palubní záchranný list
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H2 v atmosféře
- Zpřesněte vymezení bezpečnostní oblasti

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Velká vozidla na palivové články
Požár**



- Opakovaně kontrolujte teplotu nádrží H₂ pomocí termokamery

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

V případě mimořádných situací s vysokou mírou rizika proveďte přímý požární útok: každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo hasičského vozidla

- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H₂, a tím předejít otevření tepelně aktivovaného zařízení pro uvolnění přetlaku
- Tým 2: usiluje o uhašení požáru vozidla

Podle rozsahu události a zasaženého vozidla upravte plán činnosti zapojením dalších týmů. Připomínka: zachovejte strategii zapojení dvou týmů.

Týmy by se měly vyvarovat průchodu nebezpečnými úhly (v blízkosti zóny nádrže vozidla: na střeše u autobusů a vlaků, u nákladních vozidel shodně jako u osobních vozidel).

Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce

Co nejdříve zajistěte kola vozidla klíny

Pamatujte, že při hašení dojde ke znečištění vody (zejména v případě poškození baterie), znečištěnou vodu jímejte

Není identifikováno žádné riziko: vyhodnoťte možnost nechat vozidlo bezpečně shořet. Pamatujte, že vozidlo s palivovými články může hořet velmi dlouhou dobu.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, vrak ochlaďte
- Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (ideálně výrobcem vozidla)

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZEVelká vozidla na palivové články
Externí požár

21.4. Externí požár ohrožující aplikaci

	AUTOBUSY FC / NÁKLADNÍ VOZIDLA FC / VLAKY FC	
Taktika č. 8	EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ APLIKACI (továrna, stanice H ₂ , skladovací/výrobní zařízení H ₂)	

NA STANICI H₂

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI

- Zjistěte přesné místo události (v některých případech lze využít sledování vozidel)
- Jsou události dotčeni lidé?
- Typ dotčeného vozidla s pokyny výrobce pro reakci na mimořádné události
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu
- Nepřibližujte se k místu události zdola
- Předvídejte potřebu použití hydrantu

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru
- Zastavte požární vozidlo 50–100 metrů před zásahem
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- OSOBNÍ VOZIDLO a VYSOKOZDVIŽNÝ VOZÍK Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů
- **Autobus, nákladní vozidlo, vlak, loď: Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 200 metrů (220 yardů)**
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Velká vozidla na palivové články
Externí požár**



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

Odpovězte na následující otázky

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co hoří?
- Jaká je síla ohně?
- Jaká je vzdálenost mezi požárem a vozidlem s palivovými články?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy

Záchranné činnosti jako v případě běžné nehody za přítomnosti nebezpečných látek.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky.
- Tým 2: natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmu 1

Podle rozsahu události a zasaženého vozidla upravte plán činnosti zapojením dalších týmů. Připomínka: zachovejte strategii zapojení dvou týmů.

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Tým 1: Sálavé teplo tlumte ochrannou vodní clonou mezi požárem a vozidlem s palivovými články.

Podle velikosti události a vozidla lze přivolat další jednotky.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Provedte nepřímý požární útok: každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo hasičského vozidla

- Tým 1: sálavé teplo tlumte vodní ochrannou clonou mezi požárem a vozidlem s palivovými články
- Tým 2: podle hořícího materiálu uhasťte oheň vodou, pěnou nebo práškovým hasebním materiálem

Podle rozsahu události a zasaženého vozidla upravte plán činnosti zapojením dalších týmů. Připomínka: zachovejte strategii zapojení dvou týmů.

Není-li hašení možné nebo není-li k dispozici dostatek personálu, přemístěte vozidlo s palivovými články jakýmkoli dostupným způsobem (jízdou, tažením, tlačáním) mimo dosah účinků sálavého tepla z požáru

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Kontrola teploty na vozidle FCH pomocí termokamery



Návěs na H2

Žádný únik, žádný požár



22. NÁVĚS NA H2

22.1. Žádný únik, žádný požár

Návěs na H2

ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR
(technický poplach, pracovní nehoda,
dopravní nehoda)

Taktika č. 9



NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události (v některých případech lze využít sledování vozidel)
- Jsou události dotčeni lidé?
- Typ dotčeného návěsu? Velikost, náklad? Je návěs plný, nebo prázdný? Vyhledejte pokyny výrobce pro reakci na mimořádné události
- Je náklad vyložen?
- Prohlédněte služby Twitter, Facebook a další informační kanály, na jejichž základě si můžete vytvořit přehled o situaci na místě v reálném čase

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.
- Použijte aplikaci pro předpověď počasí, jako je <https://www.weather-forecast.com>

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H2
- Detektor O2
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje
- Zkontrolujte, zda se v okolí nenachází webová kamera



Návěs na H2

Žádný únik, žádný požár



Další zdroje: Nahlédněte do normy ISO 17840 / ERG 2020 (metodický pokyn 115)

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem.
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H2
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok
- Na místě se nachází pouze nezbytně nutný personál. Prozkoumejte okolí: např. nádrže, vodíková stanice atd. s ohledem na případný dominový efekt.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 55–100 metrů (55–110 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby
- Hledejte možné zdroje zapálení, zohledněte elektrostatický výboj

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Jakého typu je dotčené vozidlo? Pokud je to možné a není to příliš časově náročné, použijte k identifikaci službu Google Lens.
- Co se stalo?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Je některá část návěsu poškozená?
- Je návěs vyložen? Došlo ke ztrátě nákladu?
- V případě potřeby požadujte další podporu
- Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)
- Dochází k úniku hořlavé kapaliny?
- Použijte detektor H2
- Nahlédněte do bezpečnostního listu (pokud je k dispozici a není to příliš časově náročné).

ZÁCHRANA

Záchranné činnosti jako v případě běžné nehody. Přizpůsobit a zahájit záchranné práce dle běžné národní a evropské taktiky.

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Zatáhněte páku parkovací brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny.
- Vypněte klíč zapalování
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H2 v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H2, použijte taktiku pro únik H2.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H2 Žádný únik, žádný požár



- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)
- Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů
- Je-li to možné, upřednostněte používání nejiskřících nástrojů.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

- Zkontrolujte a zavřete všechny ventily H2 na návěsu pod ochranou vyzbrojené hadice.
- Pokud není zjištěn únik H2 ani žádné známky požáru:
- Postupujte jako při běžné dopravní nehodě a podle příslušných pokynů pro vyprošťování. Průběžně měřte koncentraci H2.

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:

- Přerušování nebo rozdrčení vedení H2
- Poškození nádrží H2

Dojde-li ke ztrátě nákladu nebo poškození návěsu, zkontrolujte každou láhev samostatně
Kontaktujte linku přepravní společnosti, která zajistí bezpečnou evakuaci lahví

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H2 v atmosféře se přesvědčte, zda jsou vozidlo nebo vrak včetně nákladu odtaženy oprávněnými osobami (ideálně přepravní společností).

Zabezpečení prostředí: pokud je to možné, přemístěte cisterny a další cisternová vozidla mimo oblast činnosti.

Zvažte a zorganizujte potřebná bezpečnostní opatření po dobu vyprošťování a odtahu

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Návěs na H2
Únik H2 bez požáru**



22.2. Únik H2, bez požáru

	Návěs na H2	
Taktika č. 10	ÚNIK H2 BEZ POŽÁRU	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události
- Co se stalo?
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ dotčeného návěsu? Velikost, náklad? Je návěs plný, nebo prázdný?
- Je náklad vyložen? Nebo došlo ke ztrátě nákladu?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H2
- Detektor O2
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H2
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů (110 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby



Návěs na H2 Únik H2 bez požáru



- Hledejte možné zdroje zapálení, zohledněte elektrostatický výboj

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ (ŘIDIČE) A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Jakého typu vozidla se událost týká? (Obrázek 22)
- Co se stalo?
- Je návěs vyložen? Došlo ke ztrátě nákladu?
- V případě potřeby požadujte další podporu
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?
- Zkontrolujte možnost výskytu H2 v uzavřených prostorech
- Zkontrolujte bezpečnostní oblast pomocí detektoru H2. Pokud je zjištěna přítomnost H2, bezpečnostní oblast vymezte znovu
- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: ~~natáhne požární hadici~~, aby připojenou hadicí chránil činnost týmu 1 v případě zapálení oblaku.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Zatáhněte páku parkovací brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny.
- Vypněte klíč zapalování
- Zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)
- ~~Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů~~ Udržujte hadice neustále obsazené obsluhou.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Poslouchejte, zda neuslyšíte neobvyklé zvuky

Opakovaně kontrolujte přítomnost H2 v atmosféře (preventivní opatření).

Zkontrolujte a zavřete všechny ventily H2 na návěsu pod ochranou vyzbrojené hadice. Zvažte, zda je bezpečné nechat H2 unikat do okolí, a přijměte nezbytná opatření.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Po poslední kontrole koncentrace H2 v atmosféře se přesvědčte, zda jsou vozidlo nebo vrak včetně nákladu odtaheny oprávněnými osobami (ideálně přepravní společností)
- Zvažte a zorganizujte potřebná bezpečnostní opatření po dobu vyprošťování a odtahu.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Návěs na H2
POŽÁR**



22.3. Požár

Návěs na H2

Taktika č. 11

POŽÁR



NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Typ dotčeného návěsu? Velikost, náklad? Je návěs plný, nebo prázdný?
- Je náklad vyložen? Nebo došlo ke ztrátě nákladu?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H2
- Detektor O2
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před místem zásahu Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H2 POŽÁR



BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ (ŘIDIČE) A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- O jaký typ vozidla se jedná?
- Co se stalo?
- Je návěs vyložen? Došlo ke ztrátě nákladu?
- V případě potřeby požadujte další podporu
- Je láhev součástí požáru?
- Zkontrolujte místo požáru pomocí termokamery:
- Je příčinou úniku zapáleného H2 láhev?
- Je láhev zachváćena plameny?

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: chrání činnost týmu 1 pomocí připojených hadic.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažená vozidla a budovy
- Všemi dostupnými prostředky (jízdou, tažením, tlačením atd.) přemístěte okolo stojící, nezasažená vozidla (měření)

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

V případě mimořádných situací s vysokou mírou rizika:

Provedte přímý požární útok:

Každý tým připraví 80–100 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H2, aby se zabránilo zvýšení tlaku v nádržích (je-li to možné, zvažte použití bezobslužného monitoringu vody k ochlazení nádrží)

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H2 POŽÁR



- Tým 2: usiluje o uhašení požáru vozidla. Pamatujte, že k hašení nákladního vozidla (tahače) lze použít pěnu, zatímco k chlazení nádrží na návěsu se používá voda. Dbejte, abyste pěnu nesplachovali vodou.

VELITEL ZÁSAHU VYHODNOTÍ MOŽNOSTI A POŘADÍ UZAVŘENÍ NETĚSNÝCH NÁDRŽÍ, JAKMILE JIŽ NEBUDOU VYSTAVENY ZVÝŠENÍ TLAKU;

- Pokud se jedná o požár způsobený únikem H₂, představuje jediný bezpečný způsob uhašení požáru uzavření příslušného ventilu.
- Požár uhasťte pouze tehdy, když můžete zastavit únik, v opačném případě nechejte H₂ kontrolovaně hořet
- Předtím však musí velitel zásahu přijmout vhodná opatření, aby zabránil zvyšování tlaku v nádržích, a zkontrolovat účinnost těchto opatření.
- Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce.
- Co nejdříve zajistěte kola vozidla klíny.
- Znečištěnou vodu pokud možno jímejte
- do vhodné nádoby.
- Zvažte, zda je bezpečné nechat vozidlo shořet, a přijměte nezbytná opatření. Pamatujte, že vozidlo s palivovými články může hořet velmi dlouhou dobu.
- Pamatujte, že láhev není vybavena zařízením pro uvolnění přetlaku a že při zvýšení tlaku exploduje.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, vrak ochladte.
- Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (v ideálním případě dopravní společnost).
- Zvažte a zorganizujte potřebná bezpečnostní opatření po dobu vyprošťování a odtahu.



Návěs na H2 Externí požár



22.4. Externí požár ohrožující aplikaci

Návěs na H2

Taktika č. 12

EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ APLIKACI



NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Typ dotčeného návěsu? Velikost, náklad? Je návěs plný, nebo prázdný?
- Je náklad vyložen? Nebo došlo ke ztrátě nákladu?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem (z důvodu možného výskytu jevu BLEVE), daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H2 Externí požár



BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

Odpovězte na následující otázky:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co hoří?
- Jaká je síla ohně?
- Jaká je vzdálenost mezi požárem a návěsem s H2?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: natáhne požární hadici, aby připojenou hadicí chránil činnost týmu 1

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Tým 1: snaží se minimalizovat tepelné záření tím, že mezi požárem a návěsem na H2 zřídí clonu z clonového proudu.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Provedte nepřímý požární útok:

Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

- Tým 1: snaží se minimalizovat tepelné záření tím, že mezi požárem a návěsem na H2 zřídí clonu z clonového proudu.
- Tým 2: Podle hořícího materiálu uhasťte oheň vodou, pěnou nebo práškovým hasebním materiálem.

Není-li hašení možné, přemístěte návěs na H2 jakýmkoli dostupným způsobem (jízdou, tažením) mimo dosah účinků sálavého tepla z požáru

Pamatujte, že láhev není vybavena zařízením pro uvolnění přetlaku a že při zvýšení tlaku exploduje.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Kontrola teploty návěsu na H2 pomocí termokamery.
- Po poslední kontrole koncentrace H2 v atmosféře se přesvědčte, zda je vozidlo nebo vrak odtažen oprávněnými osobami (v ideálním případě dopravní společnost)
- Zvažte a zorganizujte potřebná bezpečnostní opatření po dobu vyprošťování a odtahu.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H2
Externí požár



Obrázek 52: Návěs na H2 ©Air Liquide-2014



Obrázek 53: Samostatný ventil láhve na návěsu na H2. ©Air Liquide-2014

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE



Návěs na H₂
Externí požár



Obrázek 54: Návěs na H₂ se svislými stojany na láhve. © Areva/ENSOSP 2015



Obrázek 55: Stojan na láhve s H₂ © Areva/ENSOSP 2015



Obrázek 56 Hlavní ventil návěsu na H₂ (pohled zvenčí) © Areva/ENSOSP 2015





Návěs na H2 Externí požár



Obrázek 57: Hlavní ventil návěsu na H2 (pohled zevnitř) ©
Areva/ENSOSP 2015




Obrázek 58: Ventily na stojanu na láhve s H2 © Areva/ENSOSP 2015

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H₂/LH₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Žádný únik, žádný požár	

23. PŘÍPOJKY, ARMATURY A POTRUBÍ

23.1. Žádný únik, žádný požár

	H₂/LH₂ Přípojky a potrubní vedení (ventil, příruba, potrubí)	
Taktika č. 13	ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR (technický poplach)	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události a přítomný výkon.
- Je HZS obeznámen s konkrétním typem přípojek?
- Existuje požární směrnice? Pokud ano, vezměte ji s sebou a prostudujte si ji během cesty na místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Zjistěte přítomnost hydrantů uvnitř systému a v jeho okolí

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.



TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků,
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H₂/LH₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Žádný únik, žádný požár	

- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární vozidlo 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem.
- Pokud se jedná o větrnou turbínu, zastavte ve vzdálenosti, která se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin (bezpečná vzdálenost)
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k požárnímu vozidlu.
- Nasaďte a vyzbrojte hadicové vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

Jedná-li se o zásobník H₂/O₂/LH₂:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)

Jedná-li se o větrnou turbínu:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu, jehož průměr se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny

Jedná-li se o palivové články nebo elektrická zařízení:



- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50–100 metrů (55–110 yardů)

Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ, ZAMĚSTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU SPGU/H₂ESS A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Které části spojovacího zařízení se událost týká? (Palivový článek, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá? Kde?
- Jedná se o systém, který poskytuje elektrickou energii? Pokud ano, jaká je jeho energetická produkce?
- Je v prostoru závodu přítomen technik?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Vyhledejte požární a záchranou směrnici
- Lokalizujte nebezpečné oblasti, nouzová vypínací zařízení a ventily.
- Vyhodnoťte množství stlačených plynů v zásobnících.

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H₂/LH₂ Připojovací potrubí a potrubní vedení Žádný únik, žádný požár	

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

- Záchrané činnosti jako v případě běžné nehody
- Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.
- Abyste se mohli bezpečně dostat k oběti, je nutné ověřit, zda není vystavena působení elektrického proudu.
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí, odstraňte spadlé kabely pomocí vhodného vysokonapěťového elektrického vybavení (rukavice a boty)

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí příslušného úseku
- Izolujte (tlak, přívod plynu, elektřinu) energetickou jednotku, palivový článek a zásobníky (každý z nich od ostatních).
- Zkontrolujte a zaznamenejte do havarijního plánu každý vypnutý ESD nebo ventil.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru:

- Dokončete a uzavřete celou událost.

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:



- Řezání nebo drcení vedení H₂/O₂/H₂
- Přerušení nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva)
- Poškození nádrže H₂/O₂/H₂

Je-li zjištěn únik H₂/LH₂, použijte taktiku č. 2 „ÚNIK H₂/LH₂ BEZ POŽÁRU“


Nezapomeňte, že fotovoltaické panely vyrábějí elektřinu o vysokém napětí i při vystavení jinému zdroji světla.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda bude systém před opětovným uvedením do provozu zkontrolován povolnou osobou.

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H₂/LH₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Únik bez požáru	

23.2. Únik bez požáru

	H₂/LH₂ Přípojky a potrubní vedení (ventil, příruba, potrubí)	
Taktika č. 14	ÚNIK H₂ BEZ POŽÁRU	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události
- Co se stalo?
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Typ příslušné přípojky?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru
- Rychlost větru

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.



VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂/LH₂
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 <p>Co-funded by the European Union</p>	<p>H₂/LH₂</p> <p>Připojovací potrubí a potrubní vedení</p> <p>Únik bez požáru</p>	

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů (110 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby
- Hledejte možné zdroje zapálení, zohledněte elektrostatický výboj

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Jakého typu vozidla se událost týká?
- Co se stalo?
- V případě potřeby požadujte další podporu
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Zkontrolujte bezpečnostní oblast pomocí detektoru H₂. Pokud je zjištěna přítomnost H₂, bezpečnostní oblast vymezte znovu
- Pomocí termokamery zkontrolujte, zda se nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: pomocí připojené a vystrojené hadice chrání činnost týmu 1 pro případ zapálení oblaku.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Zatáhněte páku parkovací brzdy
- Zajistěte kola vozidla klíny.
- Vypněte klíč zapalování
- Zkontrolujte, zda se na vozidle nevyskytují místa s vysokou teplotou (více než 150 °C / 302 °F)
- Udržujte hadice neustále obsazené obsluhou.



POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Poslouchejte, zda neuslyšíte neobvyklé zvuky



Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂/LH₂ v atmosféře (preventivní opatření).

Zkontrolujte a zavřete všechny ventily H₂/LH₂ pod ochranou vyzbrojené hadice. Zvažte, zda je bezpečné nechat H₂/LH₂ unikat do okolí, a přijměte nezbytná opatření.


ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 <p>Co-funded by the European Union</p>	<p>H₂/LH₂ Připojovací potrubí a potrubní vedení Únik bez požáru</p>	

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Poslední kontrola H₂/LH₂ |
|--|

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H₂/LH₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Požár	

23.3 Požár

H₂/LH₂ Přípojky a potrubní vedení (ventil, příruba, potrubí)		
Taktika č. 15	POŽÁR	
NA STANICI HZS		
<p>PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zjistěte přesné místo události. • Jsou událostí dotčeni lidé? • Co se stalo? • Typ příslušné přípojky? <p>POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Směr větru. • Rychlost větru. <p>TRASA Zvolte bezpečnou trasu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu. • Nepřibližujte se k místu události zdola. • Předvídejte potřebu použití hydrantu. <p>VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detektor plyných uhlovodíků • Detektor H₂ • Detektor O₂ • Termovizní zařízení • Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje 		
PŘÍJEZD NA MÍSTO		
<p>PŘÍJEZD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru. • Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před místem zásahu Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin. • Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu. 		

EERG – V15

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Co-funded by
the European Union

H₂/LH₂

Připojovací potrubí a potrubní vedení Požár



- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- O jaký typ příslušné přípojky se jedná?
- Co se stalo?
- V případě potřeby požadujte další podporu
- Zkontrolujte místo požáru pomocí termokamery:
- Je příčinou úniku zapáleného H₂ přípojka?
- Je přípojka zachvácená plameny?

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: chrání činnost týmu 1 pomocí připojených hadic.

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažená vozidla a budovy
- Všemi dostupnými prostředky (jízdou, tažením, tlačáním atd.) přemístěte okolo stojící, nezasažená vozidla (měření)

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

V případě mimořádných situací s vysokou mírou rizika:

Provedte přímý požární útok:

Každý tým připraví 80–100 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

EERG – V15

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Co-funded by
the European Union

H₂/LH₂

Připojovací potrubí a potrubní vedení Požár



Celá operace se provádí pod ochranným mlhovým proudem a je třeba dbát na to, abyste na plamen neútočili ze předu, raději zvolte přístup ze stran (tříčtvrteční poloha). Ochranný proud chrání pouze před tepelným zářením, ale vzhledem k vysokému tlaku při úniku nemůže chránit před plamenem.

Týmy 1 a 2 současně:



- Proveďte přímý požární útok (zkontrolujte, zda jsou hadice zásobeny vodou). Velitel se nachází v centru operace mezi oběma týmy a je vybaven termokamerou.
- Oba týmy pod vedením velitele používají hadice a společně určují směr úniku požáru. Cílem je přiblížit se k ventilu nebo uzavíracímu zařízení a zavřít je, a současně zajistit ochranu proudem vody.
- Velitel dá pokyn k zastavení, jakmile dosáhne bezpečné vzdálenosti mezi plamenem a oběma týmy (přičemž průběžně kontroluje teplotu a polohu plamene pomocí termokamery).
- Poté velitel vydá příkaz jednomu z členů zásahové jednotky, aby šel zavřít ventil.
- Člen zásahové jednotky poté musí zastavit únik zavřením ventilu nebo příruby (bezpečnostního zařízení). Poté oznámí veliteli, že se vrátil na své místo v týmu.
- Současně se oba týmy přesunou zpět na původní místo pod nepřetržitou ochranou vody.

VELITEL ZÁSAHU VYHODNOTÍ MOŽNOSTI A POŘADÍ ÚKONŮ SMĚŘUJÍCÍCH K ZAVŘENÍ VENTILŮ


- Pokud se jedná o požár způsobený únikem H₂/LH₂, představuje jediný bezpečný způsob uhašení požáru uzavření příslušného ventilu.
- Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce.
- Znečištěnou vodu pokud možno jímejte
- do vhodné nádoby.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, zařízení ochlaďte.
- Poslední kontrola koncentrace H₂ v atmosféře

EERG – V15	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	H ₂ /LH ₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Požár	

23.4 Požár ohrožující aplikaci

H ₂ /LH ₂ Přípojky a potrubní vedení (ventil, příruba, potrubí)		
Taktika č. 16	EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ APLIKACI	
NA STANICI HZS		
<p>PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zjistěte přesné místo události. • Jsou událostí dotčeni lidé? • Co se stalo? • Typ příslušné přípojky? <p>POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Směr větru. • Rychlost větru. <p>TRASA</p> <p>Zvolte bezpečnou trasu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu. • Nepřibližujte se k místu události zdola. • Předvídejte potřebu použití hydrantu. <p>VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detektor plyných uhlovodíků • Detektor H₂ • Detektor O₂ • Termovizní zařízení • Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje 		
PŘÍJEZD NA MÍSTO		
<p>PŘÍJEZD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru. • Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem (z důvodu možného výskytu jevu BLEVE), daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin. 		



H₂/LH₂ Přípojovací potrubí a potrubní vedení Požár



- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂/LH₂
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.
- Nasazení a vyzbrojení hadicového vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

Odpovězte na následující otázky:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co hoří?
- Jaká je síla ohně?
- Jaká je vzdálenost mezi požárem a přípojkou?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: chrání činnost týmu 1 pomocí připojených hadic

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Tým 1: snaží se minimalizovat tepelné záření tím, že mezi požárem a příslušnou přípojkou zřídí clonu z clonového proudu.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Provedte nepřímý požární útok:

Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

- Tým 1: snaží se minimalizovat tepelné záření tím, že mezi požárem a příslušnou přípojkou zřídí clonu z clonového proudu.
- Tým 2: Podle hořícího materiálu uhasíte oheň vodou, pěnou nebo práškovým hasebním materiálem.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Kontrola teploty přípojky pomocí termokamery.
- Poslední kontrola koncentrace H₂ v atmosféře



Čerpací stanice Únik H₂ bez požáru



24. ČERPACÍ STANICE

24.1. Žádný únik, žádný požár

ČERPACÍ STANICE

Taktika č. 17

ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR
(technický poplach, pracovní nehoda,
dopravní nehoda)



NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Jsou událostí dotčena vozidla?
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50 metrů (55 yardů)



Čerpací stanice Únik H₂ bez požáru



- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ SVĚDKŮ, ZAMĚŠTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU ČERPACÍ STANICE A POZOROVÁNÍ
ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Je k čerpací stanici v danou chvíli připojeno vozidlo? (Pokud ano, použijte taktiku, která se vztahuje na vozidla s palivovými články)
- Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)
- Použijte detektor H₂

V případě potřeby požadujte další podporu

Bylo aktivováno zařízení pro nouzové vypnutí čerpací stanice?

ZÁCHRANA

- Záchrané činnosti jako v případě běžné nehody
- Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.
- V případě potřeby dopravte zraněné osoby na specializovanou kliniku (popáleniny, chemické popáleniny).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂.
- Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Je-li výdejní stojan fyzicky poškozen, zavřete ventily mezi skladovacím úsekem a výdejním stojanem.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru:

- Zahajte řešení události pomocí běžných technik.

Pokud je k čerpací stanici připojeno vozidlo s palivovými články, odpojte je a přemístěte mimo stanici.

Je-li ke skladovacímu zásobníku připojen návěs na H₂, zavřete ventily mezi návěsem a skladovacím zásobníkem a současně použijte taktiku, která se vztahuje na návěsy

Dále určete, zda je vyžadována přítomnost:

- Odborných poradců/expertů
- Společnosti, spediční firmy a organizace se speciálním vybavením a zařízením (sběrné jímky, cisterny).

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:

- řezání nebo drcení vedení H₂,
- Přerušování nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva)

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Čerpací stanice
Únik H2 bez požáru**



- Poškození nádrže H2

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H2 v atmosféře se přesvědčte, zda bude čerpací stanice před opětovným uvedením do provozu zkontrolována povolovanou osobou.

24.2. Únik H2 bez požáru

	ČERPACÍ STANICE	
Taktika č. 18	ÚNIK H2 BEZ POŽÁRU	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Jsou událostí dotčena vozidla?
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H2
- Detektor O2
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:



Čerpací stanice Únik H₂ bez požáru



- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 100 metrů (110 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyskolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ, ZAMĚSTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU ČERPACÍ STANICE A POZOROVÁNÍ
ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?
- Je k čerpací stanici v danou chvíli připojeno vozidlo? (Pokud ano, použijte příslušnou taktiku)
- Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)
- Použijte detektor H₂

V případě potřeby požadujte další podporu

Bylo aktivováno zařízení pro nouzové vypnutí čerpací stanice?

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk únikem plynu postižen:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: natáhne požární hadici, aby chránil činnost týmu 1 v případě zapálení oblaku

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Využívejte pouze nezbytný personál

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Čerpací stanice Únik H₂ bez požáru



- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂.
- Natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmů
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Je-li výdejní stojan fyzicky poškozen, zavřete ventily mezi skladovacím úsekem a výdejním stojanem.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Zavřete ventily mezi výdejním stojanem a skladovacím zásobníkem H₂

Pokud je k čerpací stanici připojeno vozidlo s palivovými články, odpojte je a přemístěte mimo stanici.

Je-li ke skladovacímu zásobníku připojen návěs na H₂, zavřete ventily mezi návěsem a skladovacím zásobníkem a současně použijte taktiku, která se vztahuje na návěsy

Předejděte hromadění H₂ v uzavřených prostorech

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:

- řezání nebo drcení vedení H₂,
- Přerušení nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení
- Poškození nádrže H₂

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Poslední kontrola koncentrace H₂ v atmosféře

Přesvědčte se, zda čerpací stanice bude před opětovným uvedením do provozu zkontrolována povolnou osobou a zda budou odstraněny veškeré závady a poškození.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Čerpací stanice
POŽÁR**



24.3. Požár

	ČERPACÍ STANICE	
Taktika č. 19	POŽÁR	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Jsou událostí dotčena vozidla?
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby



Čerpací stanice POŽÁR



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NACHÁZÍ ČLOVĚK:

ZAHAJTE ZÁCHRANNÉ ČINNOSTI

POKUD SE V NEBEZPEČNÉM PROSTORU NENACHÁZEJÍ ŽÁDNÍ LIDÉ:

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ, ZAMĚŠTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU ČERPACÍ STANICE A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Ozýval se před příjezdem HZS hlasitý syčivý zvuk?
- Je k čerpací stanici v danou chvíli připojeno vozidlo? (Pokud ano, použijte příslušnou taktiku)
- Zkontrolujte přítomnost energií v daném vozidle (typ nádrže, typ tankovacího otvoru, osvědčení o technickém průkazu atd.)
- Použijte detektor H₂

V případě potřeby požadujte další podporu

Bylo aktivováno zařízení pro nouzové vypnutí čerpací stanice?

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmu 1

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažená vozidla a budovy
- Všemi dostupnými prostředky (jízdou, tažením, tlačáním atd.) přemístěte okolo stojící, nezasažená vozidla
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí na výdejném stojanu a skladovacím zásobníku.
- Zavřete ventily mezi skladovacím úsekem a výdejným stojanem.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Čerpací stanice
POŽÁR**



POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Jsou možné dva případy:

Požár se týká prostoru výdejního stojanu.

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejděte rozšíření požáru do doposud nezasažené části čerpací stanice.
- Uhaste požár.

Požár se týká prostoru skladovacího zásobníku (situace s vysokou mírou rizika)

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejděte rozšíření požáru do doposud nezasažené části čerpací stanice.
- Uhaste požár.

Pokud se jedná o požár způsobený únikem H₂, představuje jediný bezpečný způsob uhašení požáru uzavření příslušného ventilu.

Předtím však musí velitel zásahu přijmout vhodná opatření, aby zabránil zvyšování tlaku v nádržích, a zkontrolovat účinnost těchto opatření.

Provedte přímý požární útok:

Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H₂ a předejít zvyšování tlaku v nádržích
- Tým 2: usiluje o uhašení požáru.

Nezapomeňte, že zásobníky H₂ jsou vybaveny zařízením pro uvolnění přetlaku, které se může několikrát otevřít a zavřít v závislosti na tlaku uvnitř nádrže.

Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce

Pamatujte, že při hašení dojde ke znečištění vody

Znečištěnou vodu jímejte do vhodné nádoby.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, vrak ochlaďte.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZSAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



Co-funded by
the European Union

**Čerpací stanice
Externí požár**





Čerpací stanice Externí požár



24.4. Externí požár ohrožující aplikaci

	ČERPACÍ STANICE	
Taktika č. 20	EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ APLIKACI	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události.
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Jsou událostí dotčena vozidla?
- Co se stalo?

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plynných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k hydrantu.

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby



Čerpací stanice Externí požár



ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ SVĚDKŮ, ZAMĚŠTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU STANICE A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Jaké části aplikace jsou událostí zasaženy? (Výdejní stojan, skladovací zásobníky, elektrická zařízení...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Co hoří?
- Jaká je síla ohně?
- Jaká je vzdálenost mezi požárem a čerpací stanicí?
- Přesné informace může poskytnout například odpovědný vedoucí stanice

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: natáhněte požární hadici, která bude chránit činnost týmu 1

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Tým 1: Sálavé teplo tlumte vodní clonou mezi požárem a čerpací stanicí.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Provedte nepřímý požární útok:



Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo

- Tým 1: Sálavé teplo tlumte vodní clonou mezi požárem a čerpací stanicí.
- Tým 2: Podle hořícího materiálu uhasťte oheň vodou, pěnou nebo práškovým hasebními materiálem.

Pamatujte, že skladovací zásobníky na čerpací stanici jsou vybaveny zařízením pro uvolnění přetlaku. Pokud je zásobník vystaven vysokým teplotám, může dojít k úniku H₂.


ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí žádný bod se zvýšenou teplotou, vrak ochlaďte.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	<h2 style="text-align: center;">Čerpací stanice</h2> <h3 style="text-align: center;">Externí požár</h3>	

25. STACIONÁRNÍ ENERGETICKÁ JEDNOTKA

25.1. Žádný únik, žádný požár

	Stacionární energetická jednotka (SPGU) Vodíkový systém skladování energie (H2ESS)	
Taktika č. 21	ŽÁDNÝ ÚNIK, ŽÁDNÝ POŽÁR (technický poplach)	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události a přítomný výkon.
- Je tato stacionární energetická jednotka známá hasičskému sboru?
- Existuje požární směrnice? Pokud ano, vezměte ji s sebou a prostudujte si ji během cesty na místo události.
- Jaké části instalace jsou událostí zasaženy? (Palivové články, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Zjistěte přítomnost hydrantů uvnitř systému a v jeho okolí

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků,
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení



Stacionární energetická jednotka Žádný únik, žádný požár



- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste příjížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární vozidlo 50 až 100 metrů (55–110 yardů) před zásahem.
- Pokud se jedná o větrnou turbínu, zastavte ve vzdálenosti, která se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny
- Daleko od možného místa probíhajícího úniku zapálených hořlavých kapalin (bezpečná vzdálenost)
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k požárnímu vozidlu.
- Nasaďte a vyzbrojte hadicové vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

Jedná-li se o zásobník H₂/O₂:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)

Jedná-li se o větrnou turbínu:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu, jehož průměr se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny

Jedná-li se o palivové články nebo elektrická zařízení:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50–100 metrů (55–110 yardů)

Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLECHU SVĚDKŮ, ZAMĚSTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU SPGU/H₂ESS A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivový článek, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá? Kde?
- Jedná se o systém, který poskytuje elektrickou energii? Pokud ano, jaká je jeho energetická produkce?
- Je v prostoru závodu přítomen technik?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Vyhledejte požární a záchranou směrnici



Stacionární energetická jednotka Žádný únik, žádný požár



- Lokalizujte nebezpečné oblasti, nouzová vypínací zařízení a ventily.
- Vyhodnoťte množství stlačených plynů v zásobnících.

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

- Záchraně činnosti jako v případě běžné nehody
- Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.
- Abyste se mohli bezpečně dostat k oběti, je nutné ověřit, zda není vystavena působení elektrického proudu.
- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí, odstraňte spadlé kabely pomocí vhodného vysokonapěťového elektrického vybavení (rukavice a boty)

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí příslušného úseku
- Izolujte (tlak, přívod plynu, elektřinu) energetickou jednotku, palivový článek a zásobníky (každý z nich od ostatních).
- Zkontrolujte a zaznamenejte do havarijního plánu každý vypnutý ESD nebo ventil.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře. Pokud je zjištěn únik H₂, použijte taktiku pro únik H₂.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru:

- Dokončete a uzavřete celou událost.

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:



- Přerušení nebo rozdrčení vedení H₂/O₂
- Přerušení nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva)
- Poškození nádrže H₂/O₂

Je-li zjištěn únik H₂, použijte taktiku č. 2 „ÚNIK H₂ BEZ POŽÁRU“


Nezapomeňte, že fotovoltaické panely vyrábějí elektřinu o vysokém napětí i při vystavení dennímu světlu jinému zdroji světla.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda bude systém před opětovným uvedením do provozu zkontrolován povolanou osobou.

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	Stacionární energetická jednotka Únik H2 bez požáru	

25.2. Únik H2 bez požáru

<p style="text-align: center;">Stacionární energetická jednotka (SPGU) Vodíkový systém skladování energie (H2ESS)</p>		
Taktika č. 22	ÚNIK H2 BEZ POŽÁRU	
NA STANICI HZS		
<p>PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zjistěte přesné místo události a přítomný výkon. • Je tato stacionární energetická jednotka známá hasičskému sboru? • Existuje požární směrnice? Pokud ano, vezměte ji s sebou a prostudujte si ji během cesty na místo události. • Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivové články, zásobník H2/O2, fotovoltaické panely, větrná turbína...) • Jsou událostí dotčeni lidé? • Co se stalo? • Zjistěte přítomnost hydrantů uvnitř systému a v jeho okolí <p>POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY</p> <ul style="list-style-type: none"> • Směr větru. • Rychlost větru. <p>TRASA</p> <p>Zvolte bezpečnou trasu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu. • Nepřibližujte se k místu události zdola. • Předvídejte potřebu použití hydrantu. <p>VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detektor plyných uhlovodíků • Detektor H2 • Detektor O2 • Termovizní zařízení • Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje 		
PŘÍJEZD NA MÍSTO		
<p>PŘÍJEZD:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru. 		



Stacionární energetická jednotka Únik H₂ bez požáru



- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Pokud se jedná o větrnou turbínu, zastavte ve vzdálenosti, která se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k požárnímu vozidlu.
- Nasaďte a vyzbrojte hadicové vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

Jedná-li se o zásobník H₂/O₂:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)

Jedná-li se o větrnou turbínu:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu, jehož průměr se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny

Jedná-li se o palivové články nebo elektrická zařízení:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50–100 metrů (55–110 yardů)

Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKU SVĚDKŮ, ZAMĚŠTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU SPGU/H2ESS A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivový článek, skladovací zásobník H₂/O₂...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Jedná se o systém, který poskytuje elektrickou energii?
- Je v prostoru závodu přítomen technik?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Vyhledejte požární a záchranou směrnici
- Lokalizujte nebezpečné oblasti, nouzová vypínací zařízení a ventily.
- Vyhodnoťte množství stlačených plynů v zásobnících.

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: chrání činnost týmu 1 pomocí připojených hadic

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Stacionární energetická jednotka Únik H2 bez požáru



Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

Pamatujte, že úkolem jednotky SPGU je vyrábět elektrickou energii, jakmile přestane být napájena z elektrické rozvodné sítě.

Proto je před zahájením jakékoli jiné činnosti naprosto nezbytné zastavit výrobu elektrické energie v SPGU stisknutím zařízení pro nouzové vypnutí.

- Izolujte (tlak, přívod plynu, elektřinu) energetickou jednotku, palivový článek a zásobníky (každý z nich od ostatních).
- Zkontrolujte a zaznamenejte do havarijního plánu každý vypnutý ESD nebo ventil.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Pokud není zjištěn únik H₂ ani žádné známky požáru:

- Dokončete a uzavřete celou událost.

ZAKÁZANÉ ČINNOSTI:

- Přerušení nebo rozdrčení vedení H₂/O₂
- Přerušení nebo rozdrčení vysokonapěťových vedení (oranžová barva)
- Poškození nádrže H₂/O₂

Úkolem HZS není otevírat prostor palivových článků.

Přesná lokalizace úniku H₂

- Pokud se nachází uvnitř budovy, zajistěte intenzivní větrání všech dotčených prostorů.
- Podle informací uvedených v havarijních plánech a validacích ze strany technologů (pokud jsou k dispozici) uzavřít příslušné ventily, ESD.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.
- Nezapomeňte, že fotovoltaické panely při vystavení dennímu světlu stále vyrábějí elektřinu o vysokém napětí.
- Nezapomeňte, že zásobníky H₂ a O₂ jsou vybaveny zařízením pro uvolnění přetlaku, které se může několikrát otevřít a zavřít v závislosti na tlaku uvnitř nádrže.

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Po poslední kontrole koncentrace H₂ v atmosféře se přesvědčte, zda bude systém před opětovným uvedením do provozu zkontrolován povolnou osobou.

25.3. Požár

Stacionární energetická jednotka (SPGU) Vodíkový systém skladování energie (H2ESS)

Taktika č. 23

POŽÁR


NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události a přítomný výkon.
- Je tato stacionární energetická jednotka známá hasičskému sboru?
- Existuje požární směrnice? Pokud ano, vezměte ji s sebou a prostudujte si ji během cesty na místo události.
- Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivové články, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína)
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Zjistěte přítomnost hydrantů uvnitř systému a v jeho okolí

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola (je-li to možné, přibližujte se ve směru foukání větru)
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO
PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.
- Pokud se jedná o větrnou turbínu, zastavte ve vzdálenosti, která se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny. Úplná kontrola okolí pomocí termokamery.



Stacionární energetická jednotka POŽÁR



- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k požárnímu vozidlu.
- Nasadte a vyzbrojte hadicové vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

Jedná-li se o zásobník H₂/O₂:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)

Jedná-li se o větrnou turbínu:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu, jehož průměr se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny.

Jedná-li se o palivové články nebo elektrická zařízení:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50–100 metrů (55–110 yardů)

Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ SVĚDKŮ, ZAMĚSTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU SPGU/H₂ESS A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivové články, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá? Kde?
- Jedná se o systém, který poskytuje elektrickou energii?
- Je v prostoru závodu přítomen technik?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Vyhledejte požární a záchrannou směrnici
- Lokalizujte nebezpečné oblasti, nouzová vypínací zařízení a ventily.
- Vyhodnoťte množství stlačených plynů v zásobnících.

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: Chrání činnost týmu 1 pomocí připojených požárních hadic

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Evakuujte přilehlé budovy
- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažené budovy

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Stacionární energetická jednotka POŽÁR



Pamatujte, že úkolem jednotky SPGU je vyrábět elektrickou energii, jakmile přestane být napájena z elektrické rozvodné sítě. Před zahájením jakékoli jiné činnosti je naprosto nezbytné zastavit výrobu elektrické energie stisknutím zařízení pro nouzové vypnutí.

- Izolujte (tlak, přívod plynu, elektřinu) energetickou jednotku, palivové články a zásobníky (každý z nich od ostatních).
- Zkontrolujte a zaznamenejte do havarijního plánu každý vypnutý ESD nebo ventil.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Je-li identifikováno riziko, jsou možné 3 případy

Požár se týká fotovoltaických panelů nebo úseku větrné turbíny.

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejděte rozšíření požáru do doposud nezasažené části závodu.
- Uhaste požár.

Požár se týká prostoru palivových článků.

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejděte rozšíření požáru do doposud nezasažené části závodu.
- Neotevírejte sekci palivových článků.

Požár se týká prostoru skladovacího zásobníku (situace s vysokou mírou rizika)

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejděte rozšíření požáru do doposud nezasažené části závodu.
- Uhaste požár přímým požárním útokem:
- Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo připojeného k požárnímu vozidlu
- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H₂ a předejít zvyšování tlaku v nádržích
- Tým 2: usiluje o uhašení požáru.

Pokud se jedná o požár způsobený únikem H₂, představuje jediný bezpečný způsob uhašení požáru uzavření příslušného ventilu.

Primárním úkolem velitele zásahu je předejít zvýšení tlaku v nádržích a kontrolovat účinnost chlazení.



- Nezapomeňte, že zásobníky H₂ jsou vybaveny zařízením pro uvolnění přetlaku, které se může několikrát otevřít a zavřít v závislosti na tlaku uvnitř nádrže.
- Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce
- Pamatujte, že při hašení dojde ke znečištění vody
- Znečištěnou vodu pokud možno jímejte

Pokud není identifikováno žádné riziko:

Zvažte, zda je bezpečné nechat jednotku shořet, a přijměte nezbytná opatření

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

Jakmile termokamera nezjistí místo se zvýšenou teplotou, jednotku ochlaďte.

EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	Stacionární energetická jednotka POŽÁR	

Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.
Přijměte nezbytná opatření k prevenci opětovného vzplanutí: zaveďte pravidelný dohled nad jednotkou (požární hlídka)

EERG – V13



**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZSAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**




Co-funded by
the European Union

**Stacionární energetická jednotka
Externí požár**



EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	Stacionární energetická jednotka Externí požár	

25.4. Externí požár ohrožující jednotku

Stacionární energetická jednotka (SPGU) Vodíkový systém skladování energie (H2ESS)		
Taktika č. 24	EXTERNÍ POŽÁR OHROŽUJÍCÍ JEDNOTKU	

NA STANICI HZS

PŘIJMĚTE UŽITEČNÉ INFORMACE O UDÁLOSTI:

- Zjistěte přesné místo události a přítomný výkon.
- Je tato stacionární energetická jednotka známá hasičskému sboru?
- Existuje požární směrnice? Pokud ano, vezměte ji s sebou a prostudujte si ji během cesty na místo události.
- Která část aplikace je událostí zasažena? (Palivový článek, skladovací zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Jsou událostí dotčeni lidé?
- Co se stalo?
- Zjistěte přítomnost hydrantů uvnitř systému a v jeho okolí

POVĚTRNOSTNÍ PODMÍNKY

- Směr větru.
- Rychlost větru.

TRASA

Zvolte bezpečnou trasu:

- Nepřekračujte případný výbušný oblak plynu.
- Nepřibližujte se k místu události zdola.
- Předvídejte potřebu použití hydrantu.

VEZMĚTE S SEBOU NÁSLEDUJÍCÍ PŘÍSTROJE (je-li k dispozici, použijte bezpilotní letoun – použijte zařízení s certifikací ATEX):

- Detektor plyných uhlovodíků
- Detektor H₂
- Detektor O₂
- Termovizní zařízení
- Používejte úplné ochranné prostředky, včetně dýchacího přístroje

PŘÍJEZD NA MÍSTO

PŘÍJEZD:

- Zvolte bezpečnou cestu k místu zásahu tak, aby požární technika nepřekročila hranici oblaku hořlavých plynů, a dbejte na to, abyste přijížděli ve směru proti větru.
- Zastavte požární techniku 50 až 100 metrů před zásahem, daleko od možného místa úniku zapálených hořlavých kapalin.

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE



Stacionární energetická jednotka Externí požár



- Pokud se jedná o větrnou turbínu, zastavte ve vzdálenosti, která se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny
- Přistupujte k objektům s ohledem na možné zapálení unikajícího H₂.
- Zapojte čerpadlo a připojte požární zařízení k požárnímu vozidlu.
- Nasaďte a vyzbrojte hadicové vedení pro bezpečný primární útok

BEZPEČNOSTNÍ OBLAST

Jedná-li se o zásobník H₂/O₂:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 500 metrů (550 yardů)

Jedná-li se o větrnou turbínu:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu, jehož průměr se rovná dvojnásobku výšky větrné turbíny.

Jedná-li se o palivové články nebo elektrická zařízení:

- Vymezte bezpečnostní oblast pro veřejnost v okruhu 50–100 metrů (55–110 yardů)
- Zajistěte, aby do nebezpečného prostoru nevstupovaly nepovolané/nevyškolené osoby

ZJIŠTĚNÍ INFORMACÍ O MÍSTĚ

NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ SVĚDKŮ, ZAMĚSTNANCŮ TECHNICKÉHO ÚSEKU SPGU/H₂ESS A POZOROVÁNÍ ODPOVĚZTE NA NÁSLEDUJÍCÍ OTÁZKY:

- Je někdo zraněný? Je někdo ohrožen?
- Co se stalo?
- Jaké části aplikace jsou událostí zasaženy? (Palivové články, zásobník H₂/O₂, fotovoltaické panely, větrná turbína...)
- Došlo k úniku? Únik stále trvá?
- Jedná se o systém, který poskytuje elektrickou energii?
- Je v prostoru závodu přítomen technik?
- Zkontrolujte možnost výskytu H₂ v uzavřených prostorech
- Vyhledejte požární a záchrannou směrnici
- Lokalizujte nebezpečné oblasti, nouzová vypínací zařízení a ventily.
- Vyhodnoťte množství stlačených plynů v zásobnících.

V případě potřeby požadujte další podporu

ZÁCHRANA

Záchrana člověka má přednost před všemi ostatními ohledy.

Vybavte se PBE.

Pokud jsou ohroženy lidské životy nebo je člověk postižen požárem:

- Tým 1: vyproštění oběti (obětí) z nebezpečné zóny všemi dostupnými prostředky
- Tým 2: chrání činnost týmu 1 pomocí připojených hadic

Evakuujte cestující proti směru foukání větru (nebo v nejhorším případě ve směru foukání větru, ale co nejdále).

OCHRANA PŘED EXPOZICÍ

- Evakuujte přilehlé budovy



Stacionární energetická jednotka Externí požár



- Zabraňte rozšíření požáru na nezasažené budovy

Pamatujte, že jednotka SPGU vyrábí elektrickou energii, jakmile přestane být napájena z elektrické rozvodné sítě. Proto je před zahájením jakékoli jiné činnosti naprosto nezbytné zastavit výrobu elektrické energie v SPGU stisknutím zařízení pro nouzové vypnutí.

- Izolujte (tlak, přívod plynu, elektřinu) energetickou jednotku, palivové články a zásobníky (každý z nich od ostatních).
- Zkontrolujte a zaznamenejte do havarijního plánu každý vypnutý ESD nebo ventil.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.

POSTUP PŘI UDÁLOSTI

Jsou možné 2 případy:

Požár ohrožuje prostor palivových článků, fotovoltaických panelů nebo větrné turbíny.

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejdete rozšíření požáru do doposud nezasažené části závodu.
- Uhaste požár.
- Neotevírejte prostor palivových článků.

Požár se týká prostoru skladovacího zásobníku (situace s vysokou mírou rizika)

- Stiskněte zařízení pro nouzové vypnutí
- Pomocí vodní clony předejdete rozšíření požáru do doposud nezasažené části závodu.
- Uhaste požár přímým požárním útokem:
- Každý tým připraví 80 m hadicového vedení přímo napojeného na čerpadlo
- Tým 1: má za cíl ochladit nádrž H₂ a předejít zvyšování tlaku v nádržích
- Tým 2: usiluje o uhašení požáru.

Pokud se jedná o požár způsobený únikem H₂, představuje jediný bezpečný způsob uhašení požáru uzavření příslušného ventilu.

Primárním úkolem velitele zásahu je předejít zvýšení tlaku v nádržích a kontrolovat účinnost chlazení.

- Nezapomeňte, že zásobníky H₂ jsou vybaveny zařízením pro uvolnění přetlaku, které se může několikrát otevřít a zavřít v závislosti na tlaku uvnitř nádrže.
- Pamatujte, že mezi vodou a hořícími materiály mohou probíhat prudké reakce
- Pamatujte, že při hašení dojde ke znečištění vody
- Znečištěnou vodu pokud možno jímejte

Není-li identifikováno žádné riziko: Zvažte, zda je bezpečné nechat jednotku shořet, a přijměte nezbytná opatření

ZÁVĚREČNÁ KONTROLA

- Jakmile termokamera nezjistí místo se zvýšenou teplotou, jednotku ochlaďte.
- Opakovaně kontrolujte přítomnost H₂ v atmosféře.

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Stacionární energetická jednotka
Externí požár**



- Přijměte nezbytná opatření k prevenci opětovného vzplanutí: zaveďte a pravidelný dohled nad jednotkou (požární hlídka)



Obrázek 59 : Hlavní nouzový vypínač elektřiny © Areva/ENSOSP 2015

EERG – V13

PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE



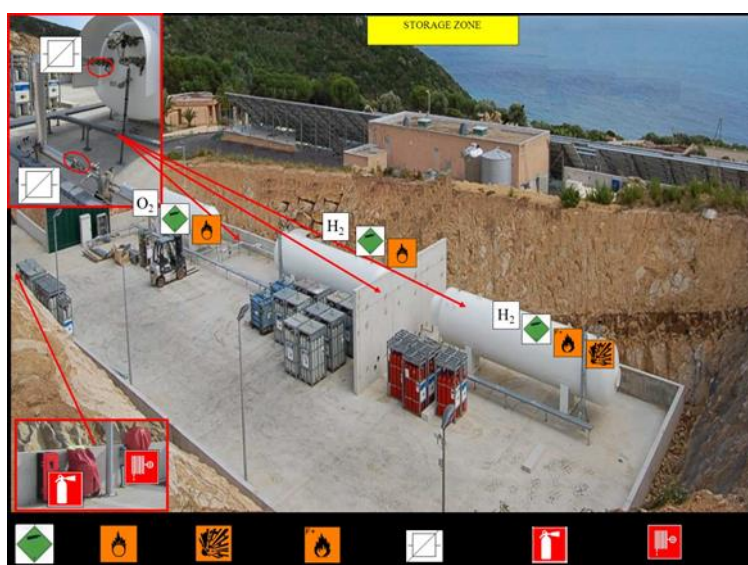
Stacionární energetická jednotka
Externí požár



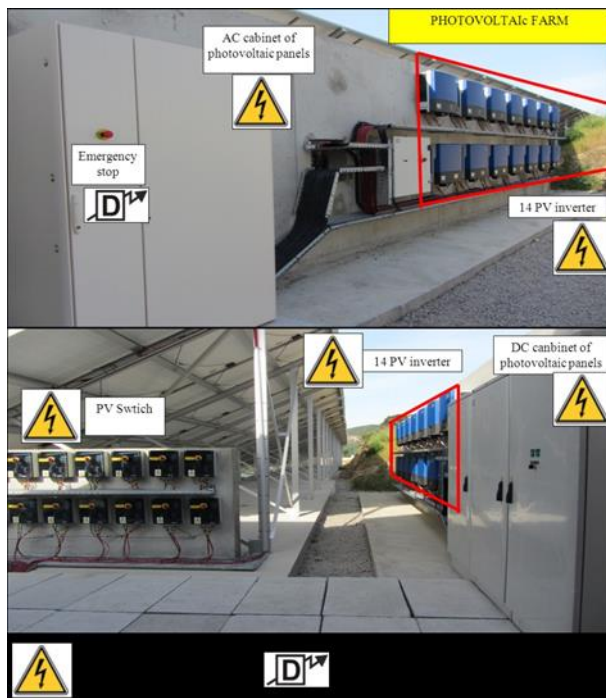
Obrázek 60: Příklad havarijního plánu (1) ©areva



Obrázek 61: Příklad havarijního plánu (2) ©areva





Obrázek 62: Příklad havarijního plánu (3) ©areva



Obrázek 63: Příklad havarijního plánu (4) ©areva



EERG – V13	PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V PŘÍPADĚ NOUZE	
 Co-funded by the European Union	Stacionární energetická jednotka Externí požár	

Obrázek 64: Celkový pohled na záložní systém Areva ©AREVA/ENSOSP 2015



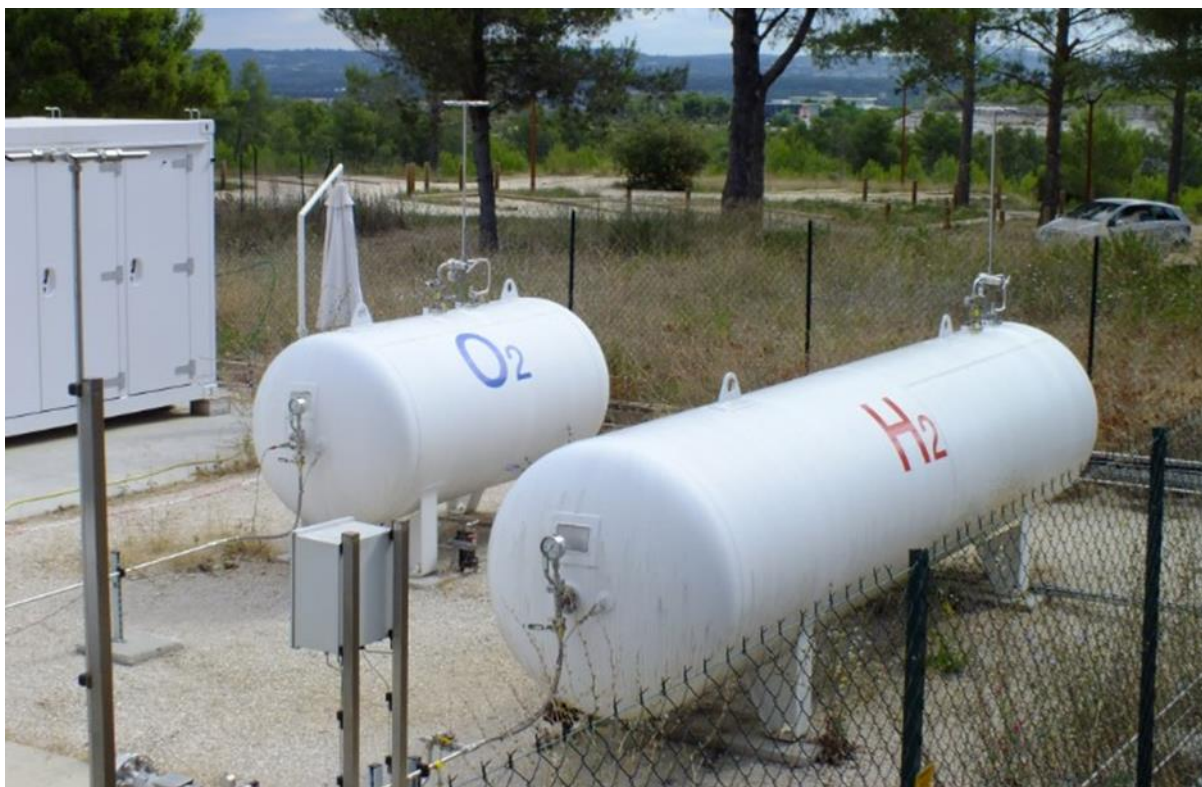
Obrázek 65: Záložní systém Areva (prostor palivových článků) ©AREVA/ENSOSP 2015

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHOJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Stacionární energetická jednotka
Externí požár**



Obrázek 66: Záložní systém Areva (skladování H₂ a O₂) ©AREVA/ENSOSP 2015



Obrázek 67: Záložní systém Areva (zařízení pro uvolnění přetlaku) ©AREVA/ENSOSP 2015



Obrázek 68: Záložní systém Areva (detail
zařízení pro uvolnění přetlaku)
©AREVA/ENSOSP 2015



Obrázek 69: Obrázek 35 Záložní systém Areva
(detail sítě H2 a O2 s ventily) ©AREVA/ENSOSP
2015

EERG – V13

**PŘÍRUČKA PRO PRVNÍ PRACOVNÍKY ZASAHUJÍCÍ V
PŘÍPADĚ NOUZE**



**Stacionární energetická jednotka
Externí požár**



Obrázek 70: Nouzový vypínač a ventily H₂/O₂ na jednotce AREVA Green Box ©AREVA/ENSOSP 2015

PŘÍLOHY (UU)

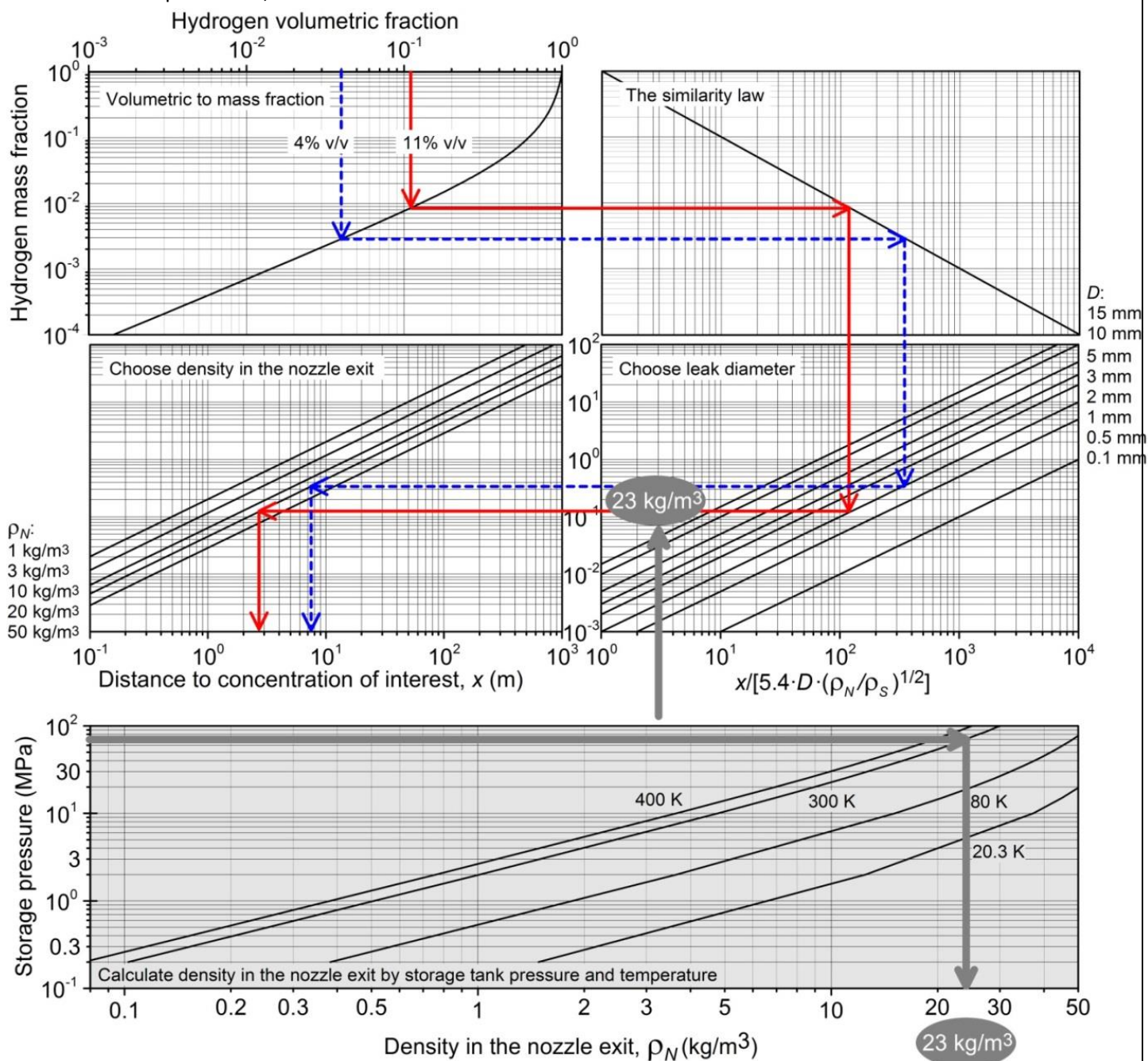
Příloha 1. Informativní nebezpečné vzdálenosti pro nereagující tryskání vodíku

Nomogram pro grafické vyhodnocení rozpadu koncentrace vodíku v tryskovém proudu vodíku s dominující hybností na základě zákona podobnosti a teorie nedostatečně roztržitého proudu beze ztrát je znázorněn na obrázku A1.1 [5]. Nomogram se skládá ze čtyř hlavních grafů s názvy: „Volumetric to mass fraction“ (Objem vůči hmotnostnímu zlomku), „The similarity law“ (Zákon podobnosti), „Choose leak diameter“ (Výběr průměru úniku) a doplňkového grafu „Calculate density in the nozzle exit by storage tank pressure and temperature“ (Výpočet hustoty na výstupu z trysky podle tlaku a teploty v zásobníku) (na základě výpočtů podle teorie nedostatečně roztržitého proudu beze ztrát).

Níže je uvádíme příklad použití nomogramu k výpočtu vzdálenosti od trysky (např. o průměru 1 mm) k 4 % obj. vodíku ve vzduchu (modrá čárkovaná čára) podél osy uvolňování ze zásobníku při tlaku 70 MPa a teplotě 300 K.

1. Nakreslete vodorovnou úsečku směrem dolů od bodu na vodorovné ose „Hydrogen volumetric fraction“ (Objemový zlomek vodíku), který odpovídá koncentraci, jež vás zajímá (4 % obj. nebo 0,04), až do průsečíku s čarou grafu „Volumetric to mass fraction“ (Objem vůči hmotnostnímu zlomku) (levý horní roh na obrázku A1.1).
2. Nakreslete vodorovnou úsečku z tohoto průsečíku do průsečíku s přímkou zákona podobnosti v pravém horním rohu grafu „The similarity law“ (Zákon podobnosti) (obrázek A1.1).
3. Nakreslete vodorovnou úsečku směrem dolů od průsečíku získaného na grafu „The similarity law“ (Zákon podobnosti) až do průsečíku s čarou odpovídající průměru 1 mm na grafu „Choose leak diameter“ (Výběr průměru úniku) (obrázek 1). Pamatujte prosím, že na grafu „Choose leak diameter“ (Výběr průměru úniku) je osm řádků, které odpovídají následujícím průměrům netěsnosti (shora dolů): 15 mm, 10 mm, 5 mm, 3 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,1 mm. Tyto údaje jsou uvedeny v pravé části grafu.
4. Hustotu vypočítejte pomocí doplňkového grafu „Calculate density in the nozzle exit by storage tank pressure and temperature“ (Výpočet hustoty na výstupu z trysky podle tlaku a teploty v zásobníku), který se nachází v dolní části nomogramu, přičemž na ose y použijte daný tlak (v našem příkladu 70 MPa) a řádek odpovídající zvolené teplotě (300 K). To je znázorněno dvěma tlustými šedými šipkami na grafu „Calculate density in the nozzle exit by storage tank pressure and temperature“ (Výpočet hustoty na výstupu z trysky podle tlaku a teploty v zásobníku). Hustota vypočítaná graficky na výstupu z trysky pro tlak 70 MPa a teplotu 300 K činí přibližně 23 kg/m^3 .
5. Nakreslete vodorovnou čáru od průsečíku „1 mm“ na grafu „Choose leak diameter“ (Výběr průměru úniku) do levého grafu s názvem „Choose density in the nozzle exit“ (Výběr hustoty na výstupu z trysky) až do průsečíku s pomyslnou čarou odpovídající 23 kg/m^3 (nachází se mezi dvěma čarami, 20 kg/m^3 a 50 kg/m^3 znázorněnými na grafu). Všimněte si, že graf obsahuje shora dolů pět čar odpovídajících hustotám 1 kg/m^3 , 3 kg/m^3 , 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 a 50 kg/m^3 . Tyto hodnoty jsou uvedeny v levé části grafu.
6. Nakreslete vodorovnou úsečku směrem dolů od průsečíku s pomyslnou přímkou odpovídající 23 kg/m^3 k průsečíku se souřadnicí na ose x „Distance to concentration of interest“ (Vzdálenost

k zájmové koncentraci) na grafu „Choose density in the nozzle exit“ (Výběr hustoty na výstupu z trysky). Graficky stanovená vzdálenost od výstupu z trysky ke koncentraci vodíku 4 % obj. tedy činí přibližně 7,7 m.



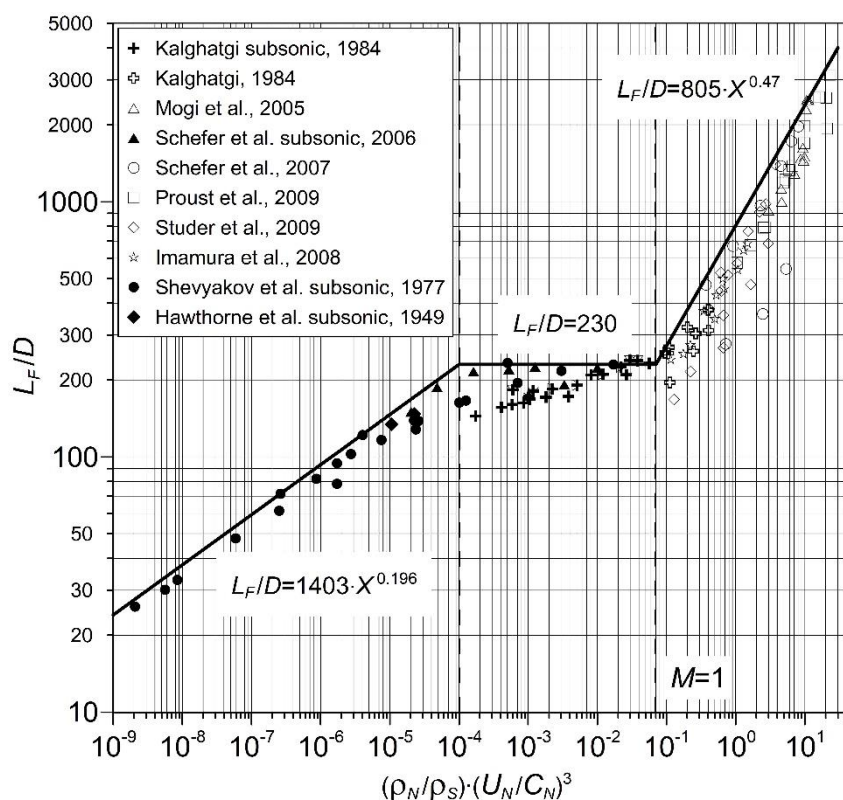
Obrázek A1.1. Nomogram pro výpočet rozpadu koncentrace v nezapálených proudech [5].

Použití rovnice (2) pro zákon podobnosti s přesnější hodnotou hustoty vodíku v trysce vypočtenou podle teorie nedostatečně roztržitého proudu ($23,95 \text{ kg/m}^3$) a hustoty vzduchu $1,205 \text{ kg/m}^3$ (NTP) dává vzdálenost 8,36 m pro 4 obj. % vodíku ve vzduchu. Chyba grafických výpočtů je na přijatelné úrovni a je nižší než 10 %.

Příloha 2. Informativní nebezpečné vzdálenosti od tryskových vodíkových požárů

Parametry potřebné k předpovědi délky plamene pomocí nomogramu na obrázku A2.1 [5] jsou pouze parametry na výstupu ze skutečné trysky. To znamená, že výpočet parametrů proudění na výstupu z pomyslné trysky se nevyžaduje.

Bezrozměrná délka plamene, L_f/d , se zvětšuje u laminárního a přechodového režimu plamene do turbulence (obvyklý režim tryskového plamene s dominujícím vztlakem), poté je prakticky konstantní v přechodovém a plně rozvinutém turbulentním režimu plamene (obvyklý režim tryskového plamene s dominující hybností) a nakonec se opět zvětšuje u nedostatečně roztržitého proudu (režim tryskového plamene s dominující hybností). K použití poslední části křivky je nutné použít model nedostatečně roztržitého proudu.



Obrázek A2.1. Bezrozměrná korelace délky plamene [5].

Na obrázku A2.1:

Osa Y: L_f/d_n , kde L_f – délka plamene, m; d_n – průměr skutečné trysky, m.

Osa X: $(\rho_N/\rho_S)(U_N/C_N)^3$, kde:

- ρ_N – hustota na výstupu z trysky, u nedostatečně roztržitých proudů lze stanovit pomocí teorie nedostatečně roztržitých proudů [5] nebo pomocí spodního grafu v nomogramu na obrázku A1.1; u roztržitých proudů se rovná $0,0838 \text{ kg/m}^3$ při NTP,
- ρ_S – hustota okolního vzduchu, která se v případě vzduchu za NTP rovná $1,205 \text{ kg/m}^3$,
- C_N – rychlost zvuku ve vodíku při parametrech výstupu z trysky, U_N – rychlost vodíku na výstupu z trysky, $U_N=C_N$ v případě zvukových a nadzvukových proudění. U podzvukových proudění:

$$U_N = \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}}$$

Tři nebezpečné vzdálenosti pro tryskové požáry jsou definovány takto:

- „bez újmy“: 70 °C po libovolnou dobu (tato nebezpečná vzdálenost se rovná 3,5násobku délky plamene $x=3,5 L_f$);
- „práh bolesti“: 115 °C po dobu expozice 5 minut (tato nebezpečná vzdálenost se rovná trojnásobku délky plamene; $x=3L_f$);
- „smrt“: 309 °C , popáleniny třetího stupně při expozici po dobu 20 sekund (tato nebezpečná vzdálenost se rovná dvojnásobku délky plamene $x=2L_f$).

Příloha 3. Informativní nebezpečné vzdálenosti nebezpečí pro katastrofické protržení vysokotlaké vodíkové nádrže při požáru.

Metodika ¹³ umožňuje stanovit vzdálenost ohrožení člověka a budov v případě protržení vysokotlaké vodíkové nádrže při požáru (samostatné nádrže nebo nádrže na palubě vozidla). Metodika byla použita k sestavení nomogramů pro grafické stanovení nebezpečných vzdáleností od samostatně stojících (obrázek A3.1) nádrží a nádrží umístěných pod vozidlem (obrázek A3.2) při požáru.

Dočasná ztráta sluchu, kterou popsali Baker a kol. ¹⁴ a ke které dochází při přetlaku nad 1,35 kPa a impulzech nad 1 Pa s, je považována za prahovou hodnotu „bez újmy“ pro člověka. Prahové hodnoty pro úroveň újmy „zranění“ a „smrt“ pro člověka a prahové hodnoty pro budovy byly převzaty od Mannana ¹⁵ a jsou znázorněny v tabulce Tabulka 6 a 2.

Tabulka 6. Prahové hodnoty přetlaku pro újmu na zdraví člověka (ve venkovním prostředí)

Účinek	Přetlak, kPa
1% pravděpodobnost protržení ušního bubínku (zvolena jako hodnota úrovně „poranění“)	16,5
1% pravděpodobnost úmrtí – krvácení do plic (zvolena jako hodnota úrovně „smrt“)	100

Tabulka 7. Prahové hodnoty přetlaku pro poškození budov

Poškození	Přetlak, kPa
Drobné poškození budovy [3] (zvoleno jako úroveň „mírné poškození“)	4,8
Částečná demolice budovy – budova zůstává obyvatelná [3](zvoleno jako úroveň „částečná demolice“)	6,9
Takřka úplné zničení budovy [3] (zvoleno jako úroveň „takřka úplné zničení“)	34,5–48,3

Kritéria újmy na zdraví člověka a poškození budov popsaná výše jsou použita v uvedených nomogramech pro stanovení nebezpečných vzdáleností při protržení samostatných vysokotlakých vodíkových nádrží a vysokotlakých nádrží pod vozidlem s různými objemem a tlakem.

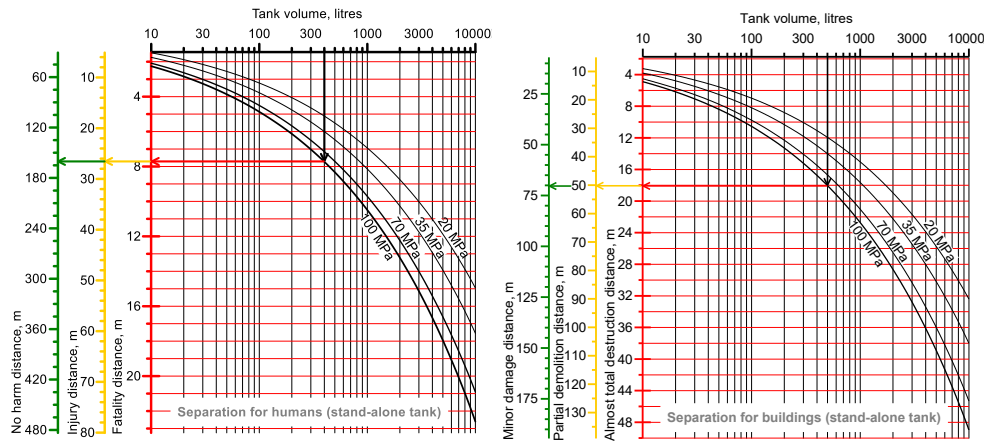
¹³ V. Molkov a S. Kashkarov, Blast Wave From a High-Pressure Gas Tank Rupture in a Fire: Stand-Alone and Under-Vehicle Hydrogen Tanks (Tlaková vlna z protržení vysokotlaké plynové nádrže při požáru: samostatné a podvozkové vodíkové nádrže), mezinárodní časopis o vodíkové energii International Journal of Hydrogen Energy, sv. 40, č. 36, s. 12581–12603, 2015

¹⁴ W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz a R. A. Strehlow, Explosion hazards and evaluation (Nebezpečí výbuchu a jeho hodnocení). Elsevier Scientific Publishing Company, 1983

¹⁵ S. Mannan, Lees', časopis Loss Prevention in the Process Industries (Prevence ztrát ve zpracovatelském průmyslu), 3. vydání, sv. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005

PROTRŽENÍ SAMOSTATNÉ NÁDRŽE PŘI POŽÁRU

Obrázek A3.71 obsahuje dva nomogramy, které umožňují zjistit vzdálenosti ohrožení od protržené samostatné nádrže při požáru pro člověka (různé limity závažnosti, tj. „bez újmy“, „zranění“ a „smrt“) a pro budovy (různé poškození, tj. „mírné poškození“, „částečná demolice“ a „takřka úplné zničení“).

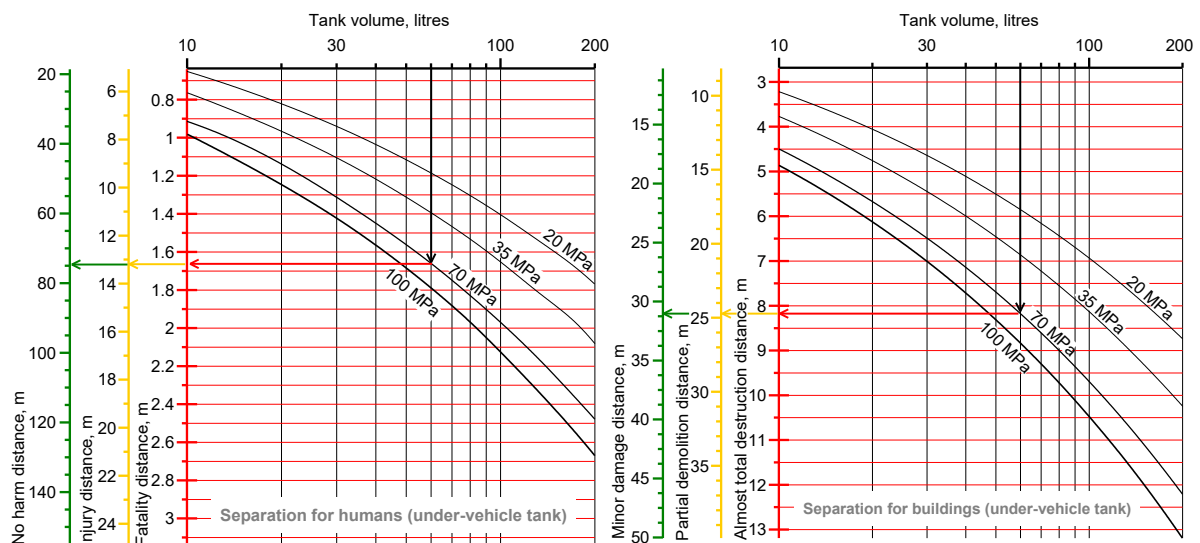


Obrázek A3.71. Nomogramy pro určení nebezpečných vzdáleností při protržení samostatné nádrže: vzdálenosti od člověka (vlevo) a vzdálenosti od budov (vpravo).

Nomogram lze použít následujícím způsobem. Například na Obrázek A3.71 (vlevo) zvolíme objem vodíkové nádrže 500 l a vnitřní tlak v nádrži (viz křivky) 100 MPa (znázorněno černou šipkou). Pro zjištění nebezpečné vzdálenosti se pak vodorovná čára jednoduše protáhne směrem k osám vlevo (znázorněno červenou šipkou). První červená osa udává vzdálenost k úrovni újmy „smrt“ (7,7 m). Pro zjištění vzdáleností „poranění“ a „bez újmy“ je třeba jednoduše prodloužit čáru na žlutou, resp. zelenou osu. Na předloženém příkladu činí vzdálenost „poranění“ 26,5 m a vzdálenost „bez újmy“ 160 m.

PROTRŽENÍ NÁDRŽE POD VOZIDLEM PŘI POŽÁRU

Obrázek A3.72 obsahuje dva nomogramy používané ke stanovení nebezpečných vzdáleností při protržení nádrže pod vozidlem při požáru.



Obrázek A3.72. Nomogramy pro určení nebezpečných vzdáleností při protržení nádrže ve vozidle: vzdálenosti od člověka (vlevo) a vzdálenosti od budov (vpravo).

GLOSÁŘ POJMŮ

Nehoda je nepředvídaná a neplánovaná událost nebo okolnost

Akceptační kritéria jsou zadávací podmínky, dle kterých se posuzuje vhodnost konstrukce.

Pokles tlaku je proces, při kterém tlak v zásobníku během úniku klesá v závislosti na čase.

Důsledky jsou očekávané účinky realizace nebezpečí a jeho závažnosti, obvykle měřené z hlediska ohrožení života, škod na majetku a dopadů na životní prostředí.

Deflagrace a **detonace** jsou šíření zóny hoření rychlostí, která je nižší, resp. vyšší než rychlost zvuku v nezreagované směsi.

Deterministická studie je metodika založená na fyzikálních vztazích odvozených z vědeckých teorií a empirických výsledků, které u konkrétního souboru počátečních podmínek vždy vedou ke shodnému výsledku.

Nouzové vypnutí je opatření řídicího systému na základě parametrů procesu, které se provádí za účelem okamžitého odstavení systému napájení palivového článku a všech jeho reakcí, aby se předešlo poškození zařízení nebo ohrožení zaměstnanců¹⁶.

Člen jednotky prvotního zásahu je zaměstnanec záchranných složek (např. hasiči, policie, zdravotnický personál), který pravděpodobně dorazí na místo nehody/havárie jako první.

Nucená ventilace je pohyb vzduchu a jeho náhrada za čerstvý vzduch mechanickými prostředky.

Rozsah hořlavosti je rozsah koncentrací mezi dolní a horní mezí hořlavosti.

Palivový článek (FC) je elektrochemický generátor, který vyrábí elektřinu přeměnou chemické energie na elektrickou. V případě vodíkového FC se slučují kyslík s vodíkem za vzniku elektrické energie, tepla a vody. Palivový článek je tvořen dvěma elektrodami (kladnou (katoda) a zápornou (anoda)) ponořenými do roztoku elektrolytu, který zajišťuje výměnu iontů v obou směrech, zatímco odpovídající tok elektronů ve vnějším obvodu zajišťuje elektrickou energii.

Událost je něco, co se vyskytuje náhodně v souvislosti s něčím jiným.

Dolní mez hořlavosti (LFL) je nejnižší koncentrace a **horní mez hořlavosti (UFL)** je nejvyšší koncentrace hořlavé látky v plynném oxidantu, která podporuje šíření plamene.

Přirozená ventilace je pohyb vzduchu a jeho náhrada za čerstvý vzduch působením větru nebo teplotních gradientů¹⁷.

Minimální zápalná energie (MIE) hořlavých plynů a par je minimální hodnota elektrické energie uložené ve výbojovém obvodu s co nejmenšími ztrátami ve vodičích, která (při výboji přes jiskřiště) právě zapálí klidovou směs v nejzápalnějším složení.

¹⁶ IEC/TS 62282-1. Mezinárodní elektrotechnická komise. Technické specifikace. Technologie palivových článků. 1. část: Terminologie (2010). 2. vydání Ženeva, Švýcarsko

¹⁷ IEC/TS 62282-1. Mezinárodní elektrotechnická komise. Technické specifikace. Technologie palivových článků. 1. část: Terminologie (2010). 2. vydání Ženeva, Švýcarsko

Podmínkami **normální teploty a tlaku (NTP)** se rozumí teplota 293,15 K a tlak 101,325 kPa .

Zařízení pro uvolnění přetlaku (PRD) je bezpečnostní zařízení, které chrání skladovací zásobník proti selhání tím, že uvolní část nebo celý obsah nádrže v případě vysokých teplot, vysokého tlaku nebo jejich spojení.

Pravděpodobnostní studie je systematický vývoj číselných odhadů očekávané četnosti nebo následků potenciálních nehod.

Reformování je proces výroby plyné směsi bohaté na vodík ze surového paliva pro případné použití v palivovém článku ¹⁸.

Riziko je kombinací pravděpodobnosti vzniku události a jejího následku.

Scénář je soubor okolností vybraných jako příklad, který definuje vývoj nehody.

Nebezpečná vzdálenost je vzdálenost od (zdroje) nebezpečí k (fyzikálním nebo numerickým modelováním nebo předpisem) stanovené hodnotě fyzikálního účinku (zpravidla tepelného nebo tlakového), která může vést k určitému stupni poškození (v rozsahu od „žádné poškození“ po „maximální poškození“) zdravých osob, zařízení, nebo životního prostředí [ISO19880-1].

Strategie je stabilním pojmem, o němž se rozhoduje na politické úrovni v závislosti na riziku sociologického přijetí. Volba strategie řešení určitého typu události je úzce spjata s pojmem „posouzení přiměřenosti rizika“ ¹⁹.

Taktika je proměnlivý koncept, o němž se rozhoduje na operační úrovni podle aktuální situace a podle situace očekávané v blízké budoucnosti.

Tepelně aktivované zařízení pro uvolnění přetlaku (TPRD) zajišťuje řízené uvolnění GH_2 z vysokotlakého zásobníku, dříve než dojde k oslabení jeho stěn vlivem vysokých teplot, které vede ke katastrofálnímu protržení zásobníku.

¹⁸ IEC/TS 62282-1. Mezinárodní elektrotechnická komise. Technické specifikace. Technologie palivových článků. 1. část: Terminologie (2010). 2. vydání Ženeva, Švýcarsko

¹⁹ TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Introduction to FCH applications and hydrogen safety“ (Úvod do aplikací FCH a vodíkové bezpečnosti), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen properties relevant to safety“ (Vlastnosti vodíku z hlediska bezpečnosti), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen fires“ (Požáry vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Safety of hydrogen storage“ (Bezpečnost skladování vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Harm criteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment“ (Kritéria újmy na zdraví člověka a kritéria poškození životního prostředí, konstrukcí a zařízení), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation“ (Úniky nezapáleného vodíku, jejich prevence a zmírňování následků), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hazards of hydrogen use indoors“ (Nebezpečí používání vodíku uvnitř budov), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Dealing with hydrogen explosions“ (Zvládání explozí vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Sources of hydrogen ignition and prevention measures“ (Zdroje zapálení vodíku a preventivní opatření), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; A.ZANOTO a kol. „Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts“ (Popis vybraných systémů a infrastruktury FCH, příslušné bezpečnostní vlastnosti a koncepce) AIR LIQUIDE, projekt Hyresponse, 2015; F.VERBECKE a kol., „Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures“ (Podrobné scénáře typických havárií vybraných systémů a infrastruktury FCH), AREVA, projekt Hyresponse, 2015; S. BERTAU a kol., „Operational emergency response strategies and tactic, Emergency Response approach“ (Operační strategie reakce na mimořádné události, přístup zasahujících jednotek), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; S. BERTAU a kol., „Elaboration of multi-level operational exercises“ (Podrobné zpracování víceúrovňových operačních cvičení), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; E. MARANNE a kol. „Virtual reality educational exercises“ (Vzdělávací cvičení ve virtuální realitě), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; M. GENTILLEAU a kol. „Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules“ (Operační referenční příručka pro zásahy na vozidlech), SDIS 86, 2015.

Nedostatečně rozříštěný proud je proudění, u něhož je tlak na výstupu z trysky vyšší než atmosférický tlak.

Elektrolýza vody je proces, při kterém se voda štěpí na vodík a kyslík pomocí elektrické energie ²⁰.

²⁰ Výstup z projektu HyResponse 2.1 Popis vybraných systémů a infrastruktury FCH, příslušných bezpečnostních prvků a koncepcí, 2015

LITERATURA A ODKAZY

[] V. Molkov and S. Kashkarov, "Blast wave from a high-pressure gas tank rupture in a fire: stand-alone and under-vehicle hydrogen tanks," vol. 40, no. 36, pp. 12581–12603, 2015

[] W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz, and R. A. Strehlow, *Explosion hazards and evaluation*. Elsevier Scientific Publishing Company, 1983

[] S. Mannan, *Lees' Loss Prevention in the Process Industries*, 3rd ed., vol. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005

[] IEC/TS 62282-1. Mezinárodní elektrotechnická komise. Technické specifikace. Technologie palivových článků. 1. část: Terminologie (2010). 2. vydání Ženeva, Švýcarsko

[] Výstup z projektu HyResponse 2.1 Popis vybraných systémů a infrastruktury FCH, příslušných bezpečnostních prvků a koncepcí, 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Introduction to FCH applications and hydrogen safety“ (Úvod do aplikací FCH a vodíkové bezpečnosti), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen properties relevant to safety“ (Vlastnosti vodíku z hlediska bezpečnosti), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen fires“ (Požáry vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Safety of hydrogen storage“ (Bezpečnost skladování vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Harm criteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment“ (Kritéria újmy na zdraví člověka a kritéria poškození životního prostředí, konstrukcí a zařízení), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation“ (Úniky nezapáleného vodíku, jejich prevence a zmírňování následků), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hazards of hydrogen use indoors“ (Nebezpečí používání vodíku uvnitř budov), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Dealing with hydrogen explosions“ (Zvládání explozí vodíku), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Sources of hydrogen ignition and prevention measures“ (Zdroje zapálení vodíku a preventivní opatření), projekt Hyresponse, Ulsterská univerzita 2015; A.ZANOTO *a kol.* „Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts“ (Popis vybraných systémů a infrastruktury FCH, příslušné bezpečnostní vlastnosti a koncepce) AIR LIQUIDE, projekt Hyresponse, 2015; F.VERBECKE *a kol.*, „Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures“ (Podrobné scénáře typických havárií vybraných systémů a infrastruktury FCH), AREVA, projekt Hyresponse, 2015; S. BERTAU *a kol.*, „Operational emergency response strategies and tactic, Emergency Response approach“ (Operační strategie reakce na mimořádné události, přístup zasahujících jednotek), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; S. BERTAU *a kol.*, „Elaboration of multi-level operational exercises“ (Podrobné zpracování víceúrovňových operačních cvičení), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; E. MARANNE *a kol.* „Virtual reality educational exercises“ (Vzdělávací cvičení ve virtuální realitě), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015; M. GENTILLEAU *a kol.* „Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules“ (Operační referenční příručka pro zásahy na vozidlech), SDIS 86, 2015.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Svazek V18.....	4
Obrázek 2: Láhev s objemem 50 litrů	4
Obrázek 3 Obr. 2: Nákladní vozidlo pro převoz kryogenního vodíku. Zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide	14
Obrázek 4: Zobrazení jevu BLEVE – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide	22
Obrázek 5: Zobrazení rychlého fázového přechodu. Zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide	24
Obrázek 6: Únik LH2 (nezapálený) – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide	24
Obrázek 7: Únik LH2 (zapálený) – zdroj: fotobanka společnosti Air Liquide	25
Obrázek 8: Požár cisterny s H2 (700 bar) (ENSOSP 2014).....	26
Obrázek 9: Vodíkový plamen pod maketou vozidla na H2 (ENSOSP 2016).....	27
Obrázek 10: Horizontální plamen H2 na operační plošině společnosti ENSOSP (viditelný pouze pomocí termokamery)	27
Obrázek 11: princip palivového článku	29
Obrázek 12: Schematický princip funkce palivového článku.....	29
Obrázek 13: Membránová elektrodová sestava (MEA).....	30
Obrázek 14: Záložní napájení palivovými články připojené k datovému centru společnosti IP Energy.....	30
Obrázek 15: Princip elektrolyzéry.....	31
Obrázek 16: Princip PEM	31
Obrázek 17: Technická specifikace a obrázek výroby energie v úložišti AREVA New Stack.....	31
Obrázek 18: princip alkalického elektrolyzéry	32
Obrázek 19: Alkalický elektrolyzér IHT typ S-556, 760 Nm ³ /h a 30 bar	32
Obrázek 20: Princip osobního vozidla s palivovými články (GTR, vodíkové vozidlo UNE-ECE 2012).....	34
Obrázek 21: Vysokozdvíhací vozík s vodíkovým pohonem. Zdroj: Air Liquide (2018).....	35
Obrázek 22: Princip fungování autobusů s palivovými články.....	35
Obrázek 23: Klíčové prvky kamionu (44 tun) s vodíkovým pohonem.....	36
Obrázek 24: Prezentace vlaku s vodíkovým pohonem (iLint) zdroj: Alstom.....	36
Obrázek 25: Umístění zařízení TPRD (průvodce společnosti Toyota nouzovým zásahem) ...	38
Obrázek 26: Plnicí otvor vozidla Toyota Mirai.	38
Obrázek 27: Štítek H2	40
Obrázek 28: Modré kosočtverce (USA).....	40
Obrázek 29: označení vozidla (průvodce nouzovým zásahem u vozidla Toyota Ix35).....	40
Obrázek 30: Označení navržené výborem CTIF pro normu ISO (projekt).....	41
Obrázek 31: Schéma systému HRS.....	42
Obrázek 32: Čerpací stanice (Air Liquide Německo)	43
Obrázek 33: Čerpací stanice (Vattenfall Hamburk).....	43
Obrázek 34: Výdejní stojan pro vysokozdvíhací vozík (Air Liquide).....	44
Obrázek 35: Výdejní stojan 700 bar.....	44
Obrázek 36: Výdejní stojan 350 bar.....	45
Obrázek 37: Interiérová čerpací stanice pro vysokozdvíhací vozík (výdejní stojan)	45
Obrázek 38: Nízkotlaký zásobník pro čerpací stanice 200 bar	46

Obrázek 39: Vysokotlaký zásobník čerpací stanice 1 000 bar.....	46
Obrázek 40: Čerpací stanice ESD vzdálená od výdejního stojanu (letišťe Hamburk)	47
Obrázek 41: proces ohrožení.....	68
Obrázek 42: Připravenost k přímému požárnímu útoku (připojení k hydrantu, pokud je k dispozici) ©crise-2015	93
Obrázek 43: (červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na kolech. ©Crise-2015.....	93
Obrázek 44 (červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na boku (zařízení TPRD je umístěno na střeše) ©crise-2015	94
Obrázek 45: (Červeně) zakázané úhly pro přístup k vozidlu s palivovými články během požáru na boku (zařízení TPRD je umístěno mezi zadními koly pod úhlem 45°) ©crise-2015.....	94
Obrázek 46 Přímý požární útok se dvěma týmy (1. fáze) ©crise-2015.....	95
Obrázek 47: Přímý požární útok se dvěma týmy (2. fáze) ©crise-2015	95
Obrázek 48: Záchranná akce v blízkosti hořícího vozidla s palivovými články. ©crise-2015.....	96
Obrázek 49: Vypouštěcí otvor H2 na vysokozdvizném vozíku (na každé straně) ©Air Liquide-2014.....	96
Obrázek 50: nebezpečná zóna plynů u vysokozdvizného vozíku při uvolnění H2 přes zařízení TPRD H2 (na každé straně po dobu 1 minuty) ©Air Liquide-2014	97
Obrázek 51: Požár ohrožující vysokozdvizné vozíky ©crise-2015	98
Obrázek 52: Návěs na H2 ©Air Liquide-2014	121
Obrázek 53: Samostatný ventil láhve na návěsu na H2. ©Air Liquide-2014	121
Obrázek 54: Návěs na H2 se svislými stojany na láhve. © Areva/ENSOSP 2015.....	122
Obrázek 55: Stojan na láhve s H2 © Areva/ENSOSP 2015	122
Obrázek 56 Hlavní ventil návěsu na H2 (pohled zvenčí) © Areva/ENSOSP 2015... ..	122
Obrázek 57: Hlavní ventil návěsu na H2 (pohled zevnitř) © Areva/ENSOSP 2015.....	123
Obrázek 58: Ventily na stojanu na láhve s H2 © Areva/ENSOSP 2015	123
Obrázek 59 : Hlavní nouzový vypínač elektřiny © Areva/ENSOSP 2015	160
Obrázek 60: Příklad havarijního plánu (1) ©areva	161
Obrázek 61: Příklad havarijního plánu (2) ©areva	162
Obrázek 62: Příklad havarijního plánu (3) ©areva	162
Obrázek 63: Příklad havarijního plánu (4) ©areva	163
Obrázek 64: Celkový pohled na záložní systém Areva ©AREVA/ENSOSP 2015	164
Obrázek 65: Záložní systém Areva (prostor palivových článků) ©AREVA/ENSOSP 2015.....	164
Obrázek 66: Záložní systém Areva (skladování H2 a O2) ©AREVA/ENSOSP 2015	165
Obrázek 67: Záložní systém Areva (zařízení pro uvolnění přetlaku) ©AREVA/ENSOSP 2015.....	166
Obrázek 68: Záložní systém Areva (detail zařízení pro uvolnění přetlaku) ©AREVA/ENSOSP 2015.....	166
Obrázek 69: Obrázek 35 Záložní systém Areva (detail sítě H2 a O2 s ventily) ©AREVA/ENSOSP 2015.....	166
Obrázek 70: Nouzový vypínač a ventily H2/O2 na jednotce AREVA Green Box ©AREVA/ENSOSP 2015.....	167

Obrázek A3.71. Nomogramy pro určení nebezpečných vzdáleností při protržení samostatné nádrže: vzdálenosti od člověka (vlevo) a vzdálenosti od budov (vpravo).	173
Obrázek A3.72. Nomogramy pro určení nebezpečných vzdáleností při protržení nádrže ve vozidle: vzdálenosti od člověka (vlevo) a vzdálenosti od budov (vpravo).	173

OBSAH

Obsah	6
Úvod	1
ČÁST 1 VODÍK, APLIKACE A SOUVISEJÍCÍ RIZIKA	3
1. PLYNNÝ VODÍK	4
1.1. Identifikace	4
1.2. ADR, IMDG, IATA	4
1.3. Klasifikace, označování a balení (CLP)	5
1.4. Provozně důležité vlastnosti:	6
1.5. Nebezpečné jevy (VOZIDLA S H ₂ FC)	7
1.5.1. Možné důsledky	7
1.5.1.1. Nezapálené uvolnění	7
1.5.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením	8
1.5.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením	10
1.5.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže	10
1.6. Nebezpečné jevy (AUTOBUSY, VLAKY a NÁKLADNÍ VOZIDLA s FC a plyným H ₂)	11
1.6.1. Možné důsledky	12
1.6.1.1. Nezapálené uvolnění	12
1.6.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením	12
1.6.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením	13
1.6.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže	13
2. KAPALNÝ VODÍK	14
2.1. Identifikace:	14
2.2. Nebezpečí	14
2.3. ADR, IMDG, IATA	14
2.4. Klasifikace, označování a balení (CLP)	15
2.5. Provozně důležité vlastnosti:	16
2.6. Nebezpečné jevy	17
2.6.1. Možné důsledky	17
2.6.1.1. Nezapálené uvolnění	17
2.6.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením	18
2.6.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením	19
2.6.1.4. Mechanické protržení zásobní nádrže	19
3. NEBEZPEČÍ SOUVISEJÍCÍ S VODÍKEM	21
3.1. Udušení	21
3.2. Tlak	21
3.3. Hluk	21
3.4. Křehkost	21
3.5. Kryogenika	21
3.6. Spalování	21
3.7. Obávané události a jevy	22

4. SPECIFICKÉ NÁSTROJE	26
4.1. Termovizní zařízení	26
4.2. Monitoring jednoho plynu	28
5. PALIVOVÉ ČLÁNKY	29
5.1. Princip	29
5.1.1. Palivový článek s protonovou výměnnou membránou	29
5.2. Hlavní rizika související s palivovými články	30
6. ELEKTROLYZÉRY	31
6.1. Princip	31
6.2. Elektrolyzér s protonovou výměnnou membránou	31
6.3. Alkalický elektrolyzér	32
6.4. Hlavní rizika související s elektrolyzéry:	33
7. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	34
7.1. Princip	34
7.2. Typy vozidel s PALIVOVÝMI ČLÁNKY	34
7.2.1. Osobní vozidla	34
7.2.2. Vysokozdvižné vozíky	35
7.2.3. Autobusy	35
7.2.4. Nákladní vozidla	36
7.2.5. Vlaky	36
7.3. Vodík na palubě vozidel s palivovými články	37
7.3.1. Skladování vodíku	37
7.3.2. Doplnění paliva	38
7.4. Rizika související s vozidly na palivové články	39
7.5. Označování vozidel s palivovými články	40
8. ČERPAČÍ STANICE	42
8.1. Princip	42
8.2. Příklady čerpacích stanic	43
8.3. Rizika související s čerpacími stanicemi	47
8.4. Nebezpečné jevy (návěsy a čerpací stanice na plyný vodík)	47
8.4.1. Možné důsledky	49
8.4.1.1. Nezapálené uvolnění	49
8.4.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením	50
8.4.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením	51
8.4.1.4. Mechanické protržení zásobníku	51
8.5. Nebezpečné jevy (návěsy a čerpací stanice na kapalný vodík)	52
8.5.1. Možné důsledky	54
8.5.1.1. Nezapálené uvolnění	54
8.5.1.2. Uvolnění s okamžitým zapálením	55
8.5.1.3. Uvolnění s opožděným zapálením	55
8.5.1.4. Mechanické protržení zásobníku	57
ČÁST 2 REAKCE NA MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI	59

9. NOMOGRAMY	60
9.1. Jak používat nomogramy	60
9.2. Újma na zdraví člověka v případě protržení SAMOSTATNÉ nádrže při požáru	61
10 Újma na zdraví člověka v případě protržení SAMOSTATNÉ nádrže při požáru. ..	62
11. Újma na zdraví člověka v případě protržení nádrže POD VOZIDLEM při požáru	63
12. Poškození budov v případě protržení samostatné nádrže při požáru	64
13. Poškození budov v případě protržení nádrže pod vozidlem při požáru	65
14. Doba uvolňování tlaku	66
15. STRATEGIE	67
15.1. Definice strategie	67
15.2. Posouzení přiměřenosti rizika.....	67
16. TAKTIKA	68
16.1. Definice taktiky	68
16.2. Teorie procesu ohrožení	68
16.3. Útočná a obranná taktika	69
17. ŘÍZENÍ TÍSŇOVÝCH VOLÁNÍ	70
18. POSTUP PŘI LIKVIDACI POŽÁRU A ZÁCHRANNÝCH PRACÍCH	71
18.1. Rekognoskace	71
18.2. Záchrana	71
18.3. Přípravenost	71
18.4. Zvládnutí události	71
18.5. Ochrana.....	72
18.6. Odjezd.....	72
18.7. Závěrečná kontrola	72
18.8. Taktika v případě událostí v aplikacích s FCH.....	73
18.8.1. Typy událostí	73
18.9. Záchrana	74
18.10. Elektrický požár	75
18.11. Externí požár.....	76
18.12. Únik zapáleného H ₂	77
18.13. Únik nezapáleného H ₂ /LH ₂	78
19. TÝM A „HYRESPONDER“ V ZÁCHRANNÝCH SLOŽKÁCH A JEHO VYBAVENÍ	80
19.1. Tým.....	80
19.2. Požární vybavení	80
19.3. Specifické taktické listy navržené pro vybrané aplikace	80
20. VOZIDLA S PALIVOVÝMI ČLÁNKY	82
20.1. Žádný únik, žádný požár.....	82
20.2. Únik bez požáru	85
20.3. Požár	88

20.4. Externí požár ohrožující aplikaci.....	91
21. AUTOBUSY, NÁKLADNÍ VOZIDLA A VLAKY S PALIVOVÝMI ČLÁNKY....	100
21.1. Žádný únik, žádný požár.....	100
21.2. Únik H ₂ bez požáru.....	103
21,3. Požár.....	106
21,4. Externí požár ohrožující aplikaci.....	109
22. NÁVĚS NA H₂.....	111
22.1. Žádný únik, žádný požár.....	111
22.2. Únik H ₂ , bez požáru.....	114
22.3. Požár.....	116
22.4. Externí požár ohrožující aplikaci.....	119
23. PŘÍPOJKY, ARMATURY A POTRUBÍ.....	124
23.1. Žádný únik, žádný požár.....	124
23.2. Únik bez požáru.....	127
23.3 Požár.....	130
23.4 Požár ohrožující aplikaci.....	133
24. ČERPACÍ STANICE.....	135
24.1. Žádný únik, žádný požár.....	135
24.2. Únik H ₂ bez požáru.....	137
24.3. Požár.....	140
24,4. Externí požár ohrožující aplikaci.....	144
25. STACIONÁRNÍ ENERGETICKÁ JEDNOTKA.....	146
25.1. Žádný únik, žádný požár.....	146
25.2. Únik H ₂ bez požáru.....	149
25.3. Požár.....	152
25.4. Externí požár ohrožující jednotku.....	157
Přílohy (UU).....	168
Příloha 1. Informativní nebezpečné vzdálenosti pro nereagující tryskání vodíku.....	168
Příloha 2. Informativní nebezpečné vzdálenosti od tryskových vodíkových požárů.....	170
Příloha 3. Informativní nebezpečné vzdálenosti nebezpečí pro katastrofické protržení vysokotlaké vodíkové nádrže při požáru.....	172
GLOSÁŘ POJMŮ.....	174
Literatura a odkazy.....	177
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	178
OBSAH.....	181

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Introduction to FCH applications and hydrogen safety“ (Úvod do aplikací FCH a vodíkové bezpečnosti), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen properties relevant to safety“ (Vlastnosti vodíku z hlediska bezpečnosti, projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hydrogen fires“ (Vodíkové požáry), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Safety of hydrogen storage“ (Bezpečnost skladování vodíku), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Harmcriteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment“ (Kritéria újmy na zdraví člověka a kritéria poškození životního prostředí, konstrukcí a zařízení), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation“ (Úniky nezapáleného vodíku, jejich prevence a zmírňování následků), Ulsterská univerzita, projekt Hyresponse 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Hazards of hydrogen use indoors“ (Nebezpečí používání vodíku uvnitř budov), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Dealing with hydrogen explosions“ (Zvládání explozí vodíku), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV „Sources of hydrogen ignition and prevention measures“ (Zdroje zapálení vodíku a preventivní opatření), projekt Hyresponse 2015, Ulsterská univerzita

A.ZANOTO *a kol.* „Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts“ (Popis vybraných systémů a infrastruktury FCH, příslušné bezpečnostní vlastnosti a koncepce), AIR LIQUIDE, projekt Hyresponse 2015

F.VERBECKE *a kol.*, „Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures“ (Podrobné scénáře typických havárií vybraných systémů a infrastruktury FCH), AREVA, projekt Hyresponse 2015

S. BERTAU *a kol.*, „Operational emergency response strategies and tactic, Emergency Response approach“ (Operační strategie reakce na mimořádné události, přístup zasahujících jednotek), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015

S. BERTAU *a kol.*, „Elaboration of multi-level operational exercises“ (Podrobné zpracování víceúrovňových operačních cvičení), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015

E. MARANNE *a kol.* „Virtual reality educational exercises“ (Vzdělávací cvičení ve virtuální realitě), ENSOSP, projekt Hyresponse 2015

M. GENTILLEAU *a kol.* „Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules“ (Operační referenční příručka pro zásahy na vozidlech), SDIS 86, 2015.