

Spis treści

Wprowadzenie	7
Skróty i definicje.....	11
Skróty	11
Definicje	12
1. Wodór: właściwości i zagrożenia	19
1.1. Oznakowanie	19
1.2. Normy i standardy.....	21
1.3. Wodór jako nośnik energii.....	22
1.4. Podstawowe właściwości wodoru.....	22
1.5. Stan skupienia wodoru a bezpieczeństwo	24
1.6. Oddziaływanie wodoru na metale i polimery	27
1.7. Wycieki wodoru	28
1.8. Źródła zapłonu i granice wybuchowości wodoru	30
1.9. Możliwe źródła zapłonu wodoru	32
1.10. Promieniowanie płomienia wodoru	34
1.11. Ciekły wodór – zagrożenia dla zdrowia	35
1.12. Pierwsza pomoc w przypadku oparzeń kriogenicznych.....	36
1.13. Szkodliwy wpływ spalania wodoru na ludzi	37
1.14. Podsumowanie	38
2. Produkcja wodoru	39
3. Ogniwa paliwowe: zasada działania i zastosowania	41
3.1. Wodorowe ogniwa paliwowe – działanie, zalety, zastosowania	41
3.2. Ogniwa paliwowe zasilane metanolem: zasada działania, zalety i wady, zastosowania.....	42
4. Oznakowanie pojazdów z napędami alternatywnymi i ich osprzętu zgodnie z ISO 17840-4	47
5. Stacje tankowania wodoru	51
5.1. Technologia i wyposażenie GHRS.....	51
5.2. Technologia i wyposażenie LHRS	53
6. Zagrożenia związane ze stosowaniem wodoru	55
6.1. Pojazdy z napędem wodorowym – zagrożenia	55
6.1.1. Potencjalne konsekwencje uwolnienia wodoru bez zapłonu.....	56
6.1.2. Autobusy, pociągi i ciężarówki	57
6.1.3. Przyczepy i stacje paliw LH ₂	58
6.2. Rodzaje pożarów i płomieni wodorowych	59
6.2.1. Pożar powierzchniowy	59
6.2.2. Porównanie pożarów strumieniowych wodoru i zwykłych paliw	60

7. Zagrożenia oraz postępowanie w przypadku eksplozji wodoru	63
7.1. Zdarzenia i zjawiska niebezpieczne	63
7.2. Wpływ fal uderzeniowych na ludzi i budynki	65
7.3. Przestrzenie zamknięte – zagrożenia	66
7.4. Wyciek, przenikanie	71
8. Ogólne zasady bezpieczeństwa podczas stosowania wodoru	73
8.1. Strategie i zalecenia dotyczące projektowania i użytkowania infrastruktury wodorowej	73
8.2. Wentylacja naturalna i wymuszona	74
8.3. Wodór – paliwo dla pojazdów z ogniwami paliwowymi	74
8.3.1. Magazynowanie wodoru	74
8.3.2. Uzupełnianie paliwa – stacje paliw	74
9. Ryzyka związane z pojazdami na ogniwami paliwowe	77
9.1. Miejsca parkingowe	78
9.2. Tunele	78
9.3. Wpływ prędkości wentylacji na rozpraszanie wodoru w tunelach	78
9.4. Organiczne nośniki ciekłego wodoru	79
10. Zdarzenia związane z wodorem wymagające interwencji zespołów ratowniczych KSRG	83
10.1. Przyjmowanie zgłoszenia o awarii, w tym o pożarze z udziałem wodoru	83
10.2. Działania ratownicze zespołu ratowniczego	86
10.3. Przykłady incydentów	87
10.4. Strategie interwencyjne działań dla instalacji FCH	89
10.4.1. Prewencja	89
10.4.2. Monitoring i wczesne wykrywanie	89
10.4.3. Reagowanie na incydent	89
10.4.4. Neutralizacja i minimalizacja skutków	89
10.4.5. Postępowanie po incydencie	90
10.4.6. Ciągłe doskonalenie	90
10.5. Działania jednostek KSRG	90
10.5.1. Rodzaj zdarzenia: brak wycieku, brak pożaru (alarm techniczny, wypadek przy pracy, wypadek drogowy)	90
10.5.2. Rodzaj zdarzenia: pożar elementów elektrycznych (w tym baterii) w instalacji FCH	93
10.5.3. Rodzaj zdarzenia: pożar zewnętrzny zagrażający instalacji FCH	96
10.5.4. Rodzaj zdarzenia: wyciek wodoru z zapłonem	98
Zakończenie	103

Załącznik 1. Transport wodoru	105
Załącznik 2. Zastosowanie wodoru w transporcie i logistyce (pojazdy, autobusy, lotnictwo, wózki widłowe)	111
Załącznik 3. Strategia bezpieczeństwa wodorowego	119
Załącznik 4. Materiały ilustracyjne (filmy wideo, VR) z kodami QR	125
Literatura	130
Spis rycin	133
Spis tabel	134