

Spis treści

PRZEDMOWA	7
1. BEZPIECZEŃSTWO PROCESOWE	11
1.1. Bezpieczeństwo procesowe drogą do nowoczesności	11
1.2. Bezpieczeństwo procesowe integralną częścią inżynierii procesowej	14
1.3. Paradygmaty bezpieczeństwa procesowego	17
1.4. Literatura do rozdziału 1	19
2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEMYSŁU PROCESOWEGO	20
2.1. Specyfika przemysłu procesowego	20
2.2. Przegląd zagrożeń procesowych	28
2.2.1. Podstawowe pojęcia	28
2.2.2. Źródła zagrożeń procesowych	36
2.2.3. Klasyfikacja zagrożeń procesowych	41
2.3. Filozofia zapewnienia bezpieczeństwa w instalacjach procesowych	49
2.4. Literatura do rozdziału 2	54
3. STRUKTURA I CHARAKTERYSTYKA WARSTW ZABEZPIECZEŃ	57
3.1. Pojęcie barier i funkcji bezpieczeństwa	57
3.2. Klasyfikacja barier bezpieczeństwa	58
3.3. Charakterystyka działania warstw zabezpieczeń	62
3.3.1. Podstawowe miary niezawodności	63
3.3.2. Struktura niezawodnościowa	69
3.4. Źródła danych dotyczących częstości awarii i prawdopodobieństwa błędów ludzkich	80
3.5. Efektywność działania systemów ochronnych i przeciwdziałających	86
3.6. Wskaźniki ilościowe charakteryzujące bariery bezpieczeństwa	88
3.6.1. Cechy warstw zabezpieczeń	88
3.6.2. Ocena sprawności działania NWZ	92
3.6.3. Warstwy zabezpieczeń w przemyśle procesowym	94
3.6.3.1. Warstwa zapobiegania	94
3.6.3.2. Warstwa ochrony	116
3.6.3.3. Warstwa przeciwdziałania	118
3.6.3.4. Wpływ warstw zabezpieczeń na poziom ryzyka procesowego	119
3.7. Literatura do rozdziału 3	122
4. ZARZĄDZANIE RYZYKIEM PROCESOWYM W PRZEMYŚLE	125
4.1. Proaktywne zarządzanie ryzykiem	125
4.2. Pojęcie ryzyka	127

4.3. Źródła i receptory ryzyka	140
4.4. Miary ryzyka procesowego	144
4.4.1. Ilościowe wskaźniki ryzyka procesowego	144
4.4.2. Półilościowe wskaźniki ryzyka	152
4.4.3. Kryteria akceptacji ryzyka	163
4.4.4. Analiza kosztów i korzyści w obszarze ryzyka	170
4.4.5. Decyzje dotyczące dopuszczalności ryzyka oparte o analizę koszt-zysk	172
4.5. System zarządzania ryzykiem procesowym	174
4.5.1. Ogólny model systemu zarządzania ryzykiem procesowym	174
4.5.2. Przegląd metod analizy zagrożeń i ryzyka	180
4.5.3. Wybrane metody identyfikacji zagrożeń - HAZID	182
4.5.4. Lista reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych RZA	188
4.5.5. Wpływ zabezpieczeń na wybór scenariuszy RZA	192
4.5.6. Scenariusze awaryjne dla zdarzeń RZA	196
4.5.6.1. Metoda drzewa błędu	200
4.5.6.2. Metoda drzewa zdarzeń	214
4.5.6.3. Model „bow-tie”	221
4.5.6.4. Typowe zdarzenia awaryjne występujące w przemyśle procesowym	222
4.5.7. Obliczanie możliwości wystąpienia zdarzeń RZA (<i>frequency analysis</i>)	229
4.5.8. Obliczenie wielkości skutków uwolnień substancji chemicznych	234
4.5.9. Obliczanie wskaźników ryzyka	246
4.5.10. Jakość analizy zagrożeń i oceny ryzyka procesowego	247
4.6. Zarządzanie ryzykiem w procesach decyzyjnych dotyczących ZDR	253
4.6.1. Strategie zarządzania ryzykiem	254
4.6.2. Obliczanie efektów domino	257
4.6.3. Zastosowanie analizy stref zagrożeń do planowania przestrzennego	269
4.6.4. Zapewnienie bezpieczeństwa w transporcie substancji niebezpiecznych	274
4.6.5. Bezpieczeństwo transportu rurociągowego substancji niebezpiecznych poza terenem zakładu	276
4.7. Literatura do rozdziału 4	288

5. ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM PROCESÓW PRZEMYSŁOWYCH **294**

5.1. System zarządzania bezpieczeństwem procesowym	294
5.2. Kultura bezpieczeństwa	300
5.2.1. Historyczny rozwój poziomu bezpieczeństwa	301
5.2.2. Warunki tworzenia kultury bezpieczeństwa	302
5.2.3. Wskaźniki oceny kultury bezpieczeństwa	307
5.2.4. Sygnały niedostrzegania zagadnień kultury bezpieczeństwa	309
5.3. Pomiar i ocena sprawności systemu zarządzania bezpieczeństwem	311

5.4. Zarządzanie w sytuacjach awaryjnych i zagadnienie ochrony obiektów przemysłowych	315
5.4.1. Granice sytuacji awaryjnej	315
5.4.2. System zarządzania awaryjnego	317
5.4.3. Środki techniczne wykorzystywane w sytuacjach awaryjnych	320
5.5. Zagadnienia bezpieczeństwa i ochrony obiektów procesowych (<i>safety and security</i>)	326
5.6. Literatura do rozdziału 5	332

6. METODY ANALIZ ZAGROŻEŃ I RYZYKA. WYKORZYSTYWANE W AWZ **335**

6.1. Scenariusz awaryjny	335
6.2. Dane wynikające z analizy zagrożeń procesowych (AZP) na potrzeby AWZ	339
6.3. Ogólny model obliczeniowy stosowany w AWZ	344
6.4. Przykłady	346
6.5. Literatura	355

7. ANALIZA WARSTW ZABEZPIECZEŃ, AWZ **356**

7.1. Proces wykonania analizy AWZ	356
7.1.1. Identyfikacja reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych RZA	356
7.1.2. Metody wyznaczania wielkości skutków oraz kryteria oceny wskaźnika ryzyka	359
7.1.3. Opracowanie scenariusza awaryjnego RSA	363
7.1.3.1. Identyfikacja zdarzenia inicjującego, czynników warunkujących i umożliwiających	363
7.1.3.2. Częstość występowania zdarzeń inicjujących, warunkujących i umożliwiających	368
7.1.4. Identyfikacja pierwszej pary: zdarzenie inicjujące - skutki	374
7.1.5. Identyfikacja NWZ i charakterystycznych wartości PFD	374
7.1.6. Określenie częstości występowania scenariusza RSA	379
7.1.7. Proces decyzyjny w zakresie dopuszczalności ryzyka dla RSA	381
7.2. System ekspercki do identyfikacji zdarzeń RZA - ExSysAWZ	382
7.3. Zastosowanie AWZ dla innych celów	384
7.4. Zastosowanie AWZ do oceny ryzyka wybuchowego na stanowisku pracy	385
7.5. Zalety i wady AWZ	394
7.6. Programy komputerowe	397
7.6.1. Program AWZ	397
7.6.2. Program ExSysAWZ	400
7.6.3. Program ExAWZ	401
7.7. Przykłady analizy AWZ	402
7.7.1. Przykład 1 - Analiza AWZ dla przykładu 6.4.1	402
7.7.2. Przykład 2 - analiza ryzyka dla magazynowania izobutanu	404
7.7.3. Przykład 3. Ocena zapewnienia bezpieczeństwa dla kolumny	

destylacyjnej	412
7.7.4. Przykład 4 - Analiza zagrożeń procesowych dla instalacji procesowej	419
7.7.5. Przykład 5 - Ocena ryzyka wybuchowego ATEX	440
7.8. Literatura	447
8. KSZTAŁCENIE I SZKOLENIE W BEZPIECZEŃSTWIE PROCESOWYM	450
8.1. Wprowadzenie	450
8.2. Kształcenie w zakresie bezpieczeństwa procesowego	451
8.3. Szkolenie	454
8.4. Symulatory procesowe i programy komputerowe	456
8.5. Szkolenie wirtualnych sytuacji awaryjnych	458
8.6. Zarządzanie wiedzą	459
8.7. Rola specjalistów bezpieczeństwa procesowego	461
8.8. Źródła wiedzy z dziedziny bezpieczeństwa procesowego	463
8.9. Literatura	466
SKRÓTY I SYMBOLE	468
SYMBOLE	470
POSŁOWIE	472
Król i Księżniczka	473
NOTKA BIOGRAFICZNA	478
SPIS ILUSTRACJI	480
SPIS TABEL	486

oprac. BPK