

Spis treści

Skróty	15
Wstęp	19
Temat książki	19
Cel i zakres książki	21
 ROZDZIAŁ 1	
Wprowadzenie do zagrożeń CBRN	24
1.1. Czym są zagrożenia CBRN	24
1.1.1. Znaczenie zagrożeń CBRN	25
1.1.2. Przyczyny i motywacje	25
1.2. Historia i ewolucja zagrożeń związanych ze stosowaniem materiałów CBRN	26
1.2.1. Początki i rozwój zagrożeń z wykorzystaniem substancji chemicznych	26
1.2.2. Historia zagrożeń związanych z wykorzystaniem materiałów biologicznych	27
1.2.3. Historia zagrożeń radiologicznych	27
1.2.4. Historia zagrożeń nuklearnych	27
1.2.5. Ewolucja zagrożeń CBRN w XXI wieku	28
 ROZDZIAŁ 2	
Metody badawcze stosowane w przypadku zagrożeń CBRN	29
2.1. Metody badawcze	29
2.1.1. Badania pierwotne	29
2.1.2. Badania wtórne	30
2.1.3. Metody ilościowe i jakościowe	30

2.2. Kryteria wyboru przypadków	31
2.2.1. Znaczenie zagrożenia	31
2.2.2. Dostępność danych empirycznych	31
2.2.3. Zróżnicowanie typów zagrożeń	32
2.2.4. Reprezentatywność geograficzna	32
2.2.5. Skala i intensywność zdarzeń	32
2.3. Przykłady wybranych zdarzeń	32
2.3.1. Atak sarinowy w tokijskim metrze (1995)	32
2.3.2. Katastrofa w Bhopalu (1984)	33
2.3.3. Awaria w Czarnobylu (1986)	33
2.3.4. Katastrofa w Fukushima (2011)	33
2.3.5. Ataki węglikiem w Stanach Zjednoczonych (2001)	33
2.3.6. Bomba atomowa w Hiroszimie (1945)	33
2.3.7. Bomba atomowa w Nagasaki (1945)	34
2.3.8. Test bomby wodorowej Castle Bravo (1954)	34
2.3.9. Test bomby wodorowej Tsar (1961)	35

ROZDZIAŁ 3

Typy zagrożeń CBRN	36
3.1. Czym są zagrożenia chemiczne (C)	36
3.1.1. Charakterystyka i klasyfikacja zagrożeń chemicznych	36
3.1.2. Efekty działania agentów chemicznych na człowieka i środowisko	39
3.1.3. Przypadki historyczne uwolnienia agentów chemicznych	40
3.2. Czym są zagrożenia biologiczne (B)	42
3.2.1. Charakterystyka i klasyfikacja zagrożeń biologicznych	42
3.2.2. Efekty działania agentów biologicznych na człowieka i środowisko	44
3.2.3. Przypadki historyczne uwolnienia agentów biologicznych	46
3.3. Czym są zagrożenia radiologiczne (R)	47
3.3.1. Charakterystyka i klasyfikacja zagrożeń radiologicznych	47
3.3.2. Efekty działania agentów radiologicznych na człowieka i środowisko	54
3.3.3. Przypadki historyczne uwolnienia agent radiologicznych	55
3.4. Czym są zagrożenia nuklearne (N)	57
3.4.1. Charakterystyka i klasyfikacja zagrożeń nuklearnych	57
3.4.2. Efekty działania wybuchu nuklearnego na człowieka i środowisko	61
3.4.3. Przypadki historyczne wybuchów nuklearnych	62
3.5. Najważniejsze różnice między zagrożeniami nuklearnymi a radiologicznymi	65

ROZDZIAŁ 4

Detekcja agentów CBRN	66
4.1. Metody detekcji chemicznych agentów	66
4.1.1. Technologie detekcji chemicznych agentów	66
4.1.2. Zastosowanie różnych technologii detekcji agentów chemicznych	68
4.2. Metody detekcji biologicznych agentów	69
4.2.1. Technologie detekcji biologicznych agentów	70
4.2.2. Zastosowanie różnych technologii detekcji agentów biologicznych	70
4.3. Metody detekcji radiologicznych agentów	71
4.3.1. Technologie detekcji radiologicznych agentów	72
4.3.2. Kierunki rozwoju technologii dla detekcji agentów radiologicznych	73
4.4. Metody detekcji nuklearnych agentów	74
4.4.1. Technologie detekcji nuklearnych agentów	74
4.4.2. Kierunki rozwoju technologii dla detekcji agentów nuklearnych	75
4.5. Analiza wybranych sposobów wykrywania agentów CBRN	76
4.5.1. Spektroskopia promieniowania gamma	76
4.5.2. Inne metody detekcji promieniowania gamma	80
4.5.3. Metody zdalnego monitorowania agentów CBRN	85
4.5.4. Systemy sensorów sieciowych dla wykrywania CBRN	89
4.5.5. <i>Flame Photometric Detector</i> (FPD)	95
4.5.6. <i>Ion mobility spectrometry</i> (IMS)	98
4.5.7. <i>Photoionization detectors</i> (PID)	102
4.5.8. <i>Electrochemical Cells</i> (EC)	105
4.5.9. Spektrometria masowa	108
4.5.10. Techniki kolorymetryczne	111
4.5.11. Spektroskopia Ramana	114
4.5.12. Spektroskopia w podczerwieni	117
4.5.13. Detektory promieniowania rentgenowskiego	119

ROZDZIAŁ 5

Protekcja i dekontaminacja	123
5.1. Środki ochrony indywidualnej przed zagrożeniami CBRN	123
5.1.1. Rodzaje środków ochrony indywidualnej przed zagrożeniami CBRN	123
5.1.2. Zastosowanie środków ochrony indywidualnej CBRN	125
5.1.3. Wyzwania i przyszłe kierunki rozwoju środków ochrony indywidualnej przed zagrożeniami CBRN	125
5.2. Środki ochrony zbiorowej przed zagrożeniami CBRN	128
5.2.1. Typy środków ochrony zbiorowej przed zagrożeniami CBRN	128

5.2.2. Zastosowania środków ochrony zbiorowej przed zagrożeniami CBRN	129
5.2.3. Wyzwania i przyszłe kierunki rozwoju środków ochrony zbiorowej przed zagrożeniami CBRN	130
5.3. Metody dekontaminacji agentów CBRN	132
5.3.1. Metody dekontaminacji agentów chemicznych	132
5.3.2. Metody dekontaminacji agentów biologicznych	133
5.3.3. Metody dekontaminacji agentów radiologicznych	133
5.3.4. Metody dekontaminacji agentów nuklearnych	134
5.4. Technologie dekontaminacji CBRN	138
5.5. Dekontaminacja CBRN w warunkach ograniczonych zasobów	142
5.5.1. Strategie CBRN w warunkach ograniczonych zasobów	142
5.5.2. Wyzwania dekontaminacji CBRN w warunkach ograniczonych zasobów	144
5.6. Dekontaminacja R w kontekście awarii elektrowni jądrowych	146
5.6.1. Metody dekontaminacji przy awariach elektrowni atomowych	146
5.6.2. Technologie dekontaminacyjne dla elektrowni atomowych	147
5.6.3. Wyzwania dekontaminacji elektrowni atomowych	147
5.7. Innowacyjne technologie dekontaminacji CBRN	149
5.7.1. Nowoczesne technologie dekontaminacji CBRN	150
5.7.2. Zastosowania innowacyjnych technologii dekontaminacji CBRN	151
5.7.3. Wyzwania w dekontaminacji CBRN	151

ROZDZIAŁ 6

Zagrożenia przemysłowe CBRN	155
6.1. Przemysłowe środki chemiczne (TIC)	155
6.1.1. Charakterystyka przemysłowych środków chemicznych	155
6.1.2. Zagrożenia związane z przemysłowymi środkami chemicznymi	156
6.1.3. Klasyfikacja przemysłowych środków chemicznych	156
6.1.4. Przykłady przemysłowych środków chemicznych	157
6.2. Przemysłowe środki biologiczne	159
6.2.1. Charakterystyka przemysłowych środków biologicznych	160
6.2.2. Potencjalne zastosowania przemysłowych środków biologicznych	160
6.2.3. Środki zapobiegania i reagowania na zagrożenia związane z przemysłowymi środkami biologicznymi	161
6.2.4. Poziomy zabezpieczeń biologicznych (BSL)	161
6.3. Zagrożenia radiologiczne i nuklearne w przemyśle	165
6.3.1. Rodzaje zagrożeń radiologicznych i nuklearnych w przemyśle	165
6.3.2. Źródła zagrożeń radiologicznych i nuklearnych w przemyśle	166
6.3.3. Środki zapobiegania i minimalizacji ryzyka związanego z używaniem radiologicznych i nuklearnych środków przemysłowych	166

ROZDZIAŁ 7

Terroryzm CBRN	178
7.1. Terroryzm chemiczny	178
7.1.1. Charakterystyka terroryzmu chemicznego	178
7.1.2. Historyczne przykłady użycia środków chemicznych w zamachach terrorystycznych	179
7.1.3. Strategie przeciwdziałania i zarządzania kryzysowego w przypadku zamachów terrorystycznych z użyciem środków chemicznych	179
7.2. Terroryzm biologiczny	180
7.2.1. Charakterystyka terroryzmu biologicznego	181
7.2.2. Historyczne przypadki użycia środków biologicznych w zamachach terrorystycznych	181
7.2.3. Strategie przeciwdziałania i zarządzania kryzysowego w przypadku zamachów terrorystycznych z użyciem środków biologicznych	182
7.3. Terroryzm radiologiczny	183
7.3.1. Charakterystyka terroryzmu radiologicznego	183
7.3.2. Historyczne przypadki użycia środków radiologicznych w zamachach terrorystycznych	184
7.3.3. Strategie przeciwdziałania i zarządzania kryzysowego w przypadku zamachów terrorystycznych z użyciem środków biologicznych	184
7.4. Terroryzm nuklearny	186
7.4.1. Charakterystyka terroryzmu nuklearnego	186
7.4.2. Historyczne przypadki użycia środków nuklearnych w zamachach terrorystycznych	186
7.4.3. Strategie przeciwdziałania i zarządzania kryzysowego w przypadku zamachów terrorystycznych z użyciem środków nuklearnych	187

ROZDZIAŁ 8

Zagrożenia wojenne CBRN	189
8.1. Broń chemiczna	189
8.1.1. Charakterystyka broni chemicznej	189
8.1.2. Historyczne przypadki użycia broni chemicznej podczas wojny	190
8.1.3. Strategie przeciwdziałania zagrożeniom związanymi z bronią chemiczną	190
8.1.4. Konwencja o zakazie broni chemicznej	191
8.2. Broń biologiczna	193
8.2.1. Charakterystyka broni biologicznej	194
8.2.2. Historyczne przypadki użycia broni biologicznej podczas wojny	194
8.2.3. Strategie przeciwdziałania użyciu broni biologicznej podczas wojny	194
8.2.4. Konwencja o zakazie broni biologicznej i toksynowej	195

8.3. Broń radiologiczna	196
8.3.1. Charakterystyka broni radiologicznej	197
8.3.2. Historyczne przypadki użycia broni radiologicznej podczas wojny	197
8.3.3. Strategie przeciwdziałania użycia broni radiologicznej podczas wojny	198
8.4. Broń nuklearna	199
8.4.1. Charakterystyka broni nuklearnej	199
8.4.2. Historyczne przypadki użycia broni nuklearnej podczas wojny	200
8.4.3. Strategie przeciwdziałania użyciu broni nuklearnej podczas wojny	200
8.4.4. Traktaty o zakazie broni nuklearnej	200
8.5. Metody wykrywania i ochrony CBRN w warunkach wojennych	202
8.5.1. Technologie wykrywania CBRN w warunkach wojennych	203
8.5.2. Przykłady zastosowań systemów wykrywania CBRN w warunkach wojennych	204
8.5.3. Wyzwania związane z walką w środowisku skażenia CBRN	204
8.5.4. Przyszłe kierunki rozwoju technologii detekcji CBRN w warunkach wojennych	205

ROZDZIAŁ 9

Efekty działania agentów CBRN na człowieka	206
9.1. Skutki zdrowotne i objawy ekspozycji człowieka na środki CBRN	206
9.1.1. Skutki zdrowotne agentów chemicznych na organizm człowieka	206
9.1.2. Skutki zdrowotne działania agentów biologicznych na organizm człowieka	207
9.1.3. Skutki zdrowotne działania agentów radiologicznych na organizm człowieka	207
9.1.4. Skutki zdrowotne działania agentów nuklearnych na organizm człowieka	207
9.2. Leczenie i opieka medyczna ludzi wystawionych na działanie środków CBRN	209
9.2.1. Leczenie skutków działania agentów chemicznych	209
9.2.2. Leczenie skutków działania agentów biologicznych	210
9.2.3. Leczenie skutków działania agentów radiologicznych	210
9.2.4. Leczenie skutków działania agentów nuklearnych	210
9.3. Ewakuacja i zarządzanie kryzysowe w przypadku ekspozycji ludzi na działanie środków CBRN	212
9.3.1. Planowanie ewakuacji populacji narażonej na działanie środków CBRN	212
9.3.2. Strategie zarządzania kryzysowego w przypadku narażenia populacji na skutki działania CBRN	213
9.3.3. Rola edukacji i podnoszenia świadomości społecznej na temat zagrożeń CBRN jako środek zapobiegawczy dla ochrony zdrowotnej	213

ROZDZIAŁ 10

Działania służb kryzysowych związane z zagrożeniami CBRN	215
10.1. Organizacja i struktura służb kryzysowych odpowiedzialnych za reagowanie CBRN	215
10.1.1. Poziom krajowy dla sytuacji CBRN, na przykładzie Polski	215
10.1.2. Poziom regionalny dla sytuacji CBRN, na przykładzie Polski	215
10.1.3. Struktura organizacyjna służb odpowiedzialnych za zdarzenia CBRN	216
10.1.4. Współpraca międzyorganizacyjna dla reakcji na zdarzenia CBRN w Polsce	216
10.1.5. Ramy prawne dla zarządzania sytuacjami CBRN w Polsce	217
10.2. Procedury i protokoły działania w sytuacjach związanych z zagrożeniami CBRN	219
10.2.1. Identyfikacja i ocena zagrożeń CBRN w Polsce	219
10.2.2. Ewakuacja i ochrona ludności w przypadku sytuacji CBRN w Polsce	219
10.3. Współpraca międzynarodowa w przypadku zdarzeń CBRN dotyczących terytorium Polski	221
10.3.1. Traktaty i konwencje międzynarodowe dotyczące CBRN, których sygnatariuszem jest Polska	222
10.3.2. Współpraca w zakresie CBRN z organizacjami międzynarodowymi, których sygnatariuszem jest Polska	222
10.3.3. Międzynarodowe programy badawczo-rozwojowe dotyczące CBRN, w których uczestniczy Polska	223
10.4. Zarządzanie ewakuacją podczas zgromadzeń masowych w przypadku zdarzeń CBRN w Polsce	225
10.5. Polska strategia ochrony cywilnej i jej kluczowe elementy	229
10.5.1. Koordynacja i zarządzanie przy zdarzeniach CBRN w Polsce	229
10.5.2. Infrastruktura technologiczna	230
10.5.3. Znaczenie ustawy o ochronie ludności z 2024 r. dla sytuacji CBRN w Polsce	230

ROZDZIAŁ 11

Współczesne tendencje rozwojowe w przeciwdziałaniu CBRN	238
11.1. Innowacje w detekcji CBRN – najbliższa przyszłość	238
11.2. Rozwój technologii dekontaminacyjnych CBRN – najbliższa przyszłość	243
11.3. Przyszłość zarządzania zagrożeniami CBRN	246
11.4. Wpływ potencjału zagrożeń CBRN na rozwój strategii i polityki bezpieczeństwa	249

11.5. Konieczność integracji technologii przeciwdziałania CBRN z istniejącymi i przyszłymi ramami bezpieczeństwa	252
11.6. Nowoczesne technologie w zwiększaniu świadomości sytuacyjnej i gotowości na wydarzenia CBRN w obszarach miejskich	255
11.7. Potrzeby w zakresie sprzętu ochronnego przed zagrożeniami CBRN dla europejskich straży pożarnych i służb kryzysowych	257

ROZDZIAŁ 12

Przypadek użycia, analiza projektu badawczego H2020 z obszaru CBRN „EU-RADION”	261
12.1. Wprowadzenie	261
12.1.1. Tło projektu „EU-RADION”	261
12.1.2. Ogólne cele projektu „EU-RADION”	262
12.1.3. Technologiczne innowacje i osiągnięcia	263
12.2. Konsorcjum projektu „EU-RADION”	264
12.2.1. Opis partnerów konsorcjum	264
12.2.2. Rola każdego partnera w projekcie „EU-RADION”	265
12.3. Cele projektu „EU-RADION”	267
12.3.1. Cele wysokiego poziomu (HLO)	267
12.3.2. Cele naukowo-technologiczne (S&T)	268
12.4. Metodologia projektu „EU-RADION”	269
12.4.1. Podejście zorientowane na użytkownika i scenariusze	269
12.4.2. Integracja i testowanie	270
12.5. Technologie i rozwiązania	272
12.5.1. Systemy wykrywania i identyfikacji	272
12.5.2. Platformy czujników	273
12.5.3. Narzędzia świadomości sytuacyjnej	274
12.6. Osiągnięcia projektu „EU-RADION”	275
12.6.1. Główne kamienie milowe	275
12.6.2. Wkład naukowy	276
12.7. Znaczenie projektu „EU-RADION”	281
12.7.1. Wkład projektu w poprawę bezpieczeństwa CBRNe w Europie	281
12.7.2. Zastosowanie wyników projektu w praktyce	282
12.8. Wnioski z projektu „EU-RADION”	283
12.8.1. Kluczowe wnioski	283
12.8.2. Rekomendacje na przyszłość	284

ROZDZIAŁ 13

Przypadek użycia, analiza projektu badawczego H2020 z obszaru CBRN „EU-SENSE”	286
13.1. Wprowadzenie	286
13.1.1. Tło projektu „EU-SENSE”	286
13.1.2. Ogólne cele projektu „EU-SENSE”	287
13.1.3. Znaczenie projektu „EU-SENSE”	287
13.2. Konsorcjum projektu „EU-SENSE”	288
13.2.1. Opis partnerów konsorcjum	288
13.2.2. Rola każdego partnera w projekcie „EU-SENSE”	290
13.3. Cele projektu „EU-SENSE”	291
13.3.1. Cele wysokiego poziomu (HLO)	291
13.3.2. Cele naukowo-technologiczne (S&T)	292
13.4. Metodologia projektu „EU-SENSE”	293
13.5. Technologie i rozwiązania	296
13.5.1. Systemy wykrywania i identyfikacji	296
13.5.2. Platformy czujników	297
13.5.3. Narzędzia świadomości sytuacyjnej	297
13.6. Osiągnięcia projektu „EU-SENSE”	298
13.6.1. Główne kamienie milowe projektu „EU-SENSE”	298
13.6.2. Wkład naukowy	299
13.7. Znaczenie projektu „EU-SENSE”	304
13.7.1. Wkład projektu w poprawę bezpieczeństwa CBRNe w Europie	304
13.7.2. Zastosowanie wyników projektu „EU-SENSE” w praktyce	305
13.8. Wnioski z projektu „EU-SENSE”	307
13.8.1. Kluczowe wnioski	307
13.8.2. Rekomendacje na przyszłość	308

ROZDZIAŁ 14

Podsumowanie, wnioski i rekomendacje	310
14.1. Kluczowe wnioski	310
14.1.1. Technologiczny postęp w detekcji i protekcji	310
14.1.2. Innowacyjne metody dekontaminacji	310
14.1.3. Strategiczne zarządzanie kryzysowe	311
14.1.4. Międzynarodowa współpraca i standaryzacja	311
14.1.5. Wykorzystanie sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego	311
14.1.6. Zdalne operacje i automatyzacja	312

14.1.7. Edukacja i szkolenia	312
14.1.8. Przyszłość zarządzania zagrożeniami CBRN	312
14.2. Rekomendacje dla praktyków	313
14.2.1. Rozwój i wdrażanie zaawansowanych technologii detekcji	313
14.2.2. Zwiększenie inwestycji w szkolenia i symulacje	313
14.2.3. Promowanie międzynarodowej współpracy	314
14.2.4. Wdrażanie nowoczesnych systemów zarządzania informacją	314
14.2.5. Zdalne operacje i automatyzacja	315
14.2.6. Edukacja i szkolenia	315
 Zakończenie	 317
 Bibliografia	 318
 Wykaz rycin	 340
 Wykaz tabel	 341

14.1.7. Edukacja i szkolenia	312
14.1.8. Przyszłość zarządzania zagrożeniami CBRN	312
14.2. Rekomendacje dla praktyków	313
14.2.1. Rozwój i wdrażanie zaawansowanych technologii detekcji	313
14.2.2. Zwiększenie inwestycji w szkolenia i symulacje	313
14.2.3. Promowanie międzynarodowej współpracy	314
14.2.4. Wdrażanie nowoczesnych systemów zarządzania informacją	314
14.2.5. Zdalne operacje i automatyzacja	315
14.2.6. Edukacja i szkolenia	315
Zakończenie	317
Bibliografia	318
Wykaz rycin	340
Wykaz tabel	341