

SPIS TREŚCI

1 UWAGI WSTĘPNE 11

- 1.1. Ogólna charakterystyka książki11
- 1.2. Elementy nowości i oryginalności w książce15

2 INFORMACJA O INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA 17

- 2.1. Inżynieria bezpieczeństwa jako nowa dyscyplina nauki17
- 2.2. Istota inżynierii bezpieczeństwa technicznego i inżynierii bezpieczeństwa cywilnego oraz charakterystyka sprzężeń między nimi19

3 OBIEKT TECHNICZNY 22

- 3.1. Definicja obiektu technicznego i jego zasadniczych elementów22
- 3.2. Klasyfikacja obiektów technicznych23
- 3.3. Etapy istnienia i stany eksploatacji obiektu technicznego25

4 UKŁAD FUNKCJONALNY I UKŁAD BEZPIECZEŃSTWA OBIEKTU TECHNICZNEGO 29

- 4.1. Definicje układów29
- 4.2. Charakterystyka układów reprezentatywnych obiektów technicznych31
 - 4.2.1. Układy funkcjonalne stacjonarnych siłowni jądrowych, statków jądrowych, samochodów i instalacji chemicznych 32
 - 4.2.2. Układ bezpieczeństwa stacjonarnej siłowni jądrowej 35
 - 4.2.3. Układ bezpieczeństwa statku jądrowego 55

4.2.4.	Układ bezpieczeństwa samochodu	66
4.2.5.	Układ bezpieczeństwa instalacji chemicznej	79
4.3.	Całkowita struktura układów i problematyka z nią związana	89
4.3.1.	Pionowo-hierarchiczna struktura układu funkcjonalnego i układu bezpieczeństwa. Wewnątrzukładowe i międzyukładowe powiązania poziome	90
4.3.2.	Kwestia elementów wspólnych obydwu układów	95

5 OSPRZĘT RATUNKOWY OBIEKTU TECHNICZNEGO – SUMARYCZNE ŚRODKI BEZPIECZEŃSTWA

104

5.1.	Definicje pojęć podstawowych i ich analiza	104
5.2.	Charakterystyka typowego osprzętu ratunkowego	105
5.2.1.	Osprzęt ratunkowy samolotów	105
5.2.2.	Osprzęt ratunkowy jednostek pływających	109
5.3.	Syntetyczne porównanie osprzętu ratunkowego i układu bezpieczeństwa z punktu widzenia ich struktur i problematyki z tymi strukturami związanej	113

6 NIEZAWODNOŚĆ

115

6.1.	Jakościowe ujęcie niezawodności	115
6.2.	Syntetyczne przedstawienie ilościowego ujęcia niezawodności	116
6.3.	Hierarchiczna struktura niezawodności obiektu technicznego	118

7 NIEZAWODNOŚCIOWA TEORIA BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO

124

7.1.	Jakościowe i ilościowe ujęcie bezpieczeństwa technicznego w ramach Niezawodnościowej Teorii Bezpieczeństwa Technicznego	124
7.2.	Kwestia słuszności i przydatności niezawodnościowej teorii bezpieczeństwa technicznego	133

8 BEZPOŚREDNIE PRZYCZYNY POWSTAWANIA SZKÓD

135

8.1.	Niszczące działanie sił mechanicznych	136
8.1.1.	Zniszczenie materiału	137
8.1.2.	Zniszczenie struktury konstrukcji	147
8.2.	Niszczące działanie strumieni ciepłych	151
8.2.1.	Zniszczenia dokonywane bezpośrednio przez wzrost temperatur i/lub uboczne skutki działania systemu regulacji termicznej	154
8.2.2.	Zniszczenie dokonywane pośrednio przez wzrost temperatury	157
8.3.	Niszczące działanie prądów elektrycznych	158
8.3.1.	Zniszczenia dokonywane przez unicestwienie lub uszkodzenie mechanizmów sterowania i regulacji procesów życiowych ludzi oraz zwierząt	161

8.3.2.	Zniszczenia organizmów żywych i obiektów nieożywionych powodowane przez generację strumieni cieplnych	168
8.4.	Niszczące działanie promieniowania jądrowego	169
8.4.1.	Zniszczenia organizmów żywych powodowane przez jonizację	174
8.4.2.	Pogorszenie własności wytrzymałościowych materiałów wskutek uszkodzeń radiacyjnych	181
8.5.	Niszczące działanie substancji toksycznych. Zniszczenia organizmów żywych	185

9 MECHANIZM POWSTAWANIA SZKÓD POWODOWANYCH PRZEZ OBIEKTY TECHNICZNE

194

9.1.	Nośniki negatywnego oddziaływania zgromadzone w obiektach technicznych	196
9.1.1.	Zawarte w obiektach energetyki jądrowej substancje promieniotwórcze	196
9.1.2.	Substancje toksyczne zawarte w instalacjach chemicznych	198
9.1.3.	Zawarta w obiektach technicznych energia	199
9.2.	Sposoby powstawania katastrof. Teoria Thoma i kwestia jej wykorzystania w inżynierii bezpieczeństwa technicznego	203
9.3.	Nośniki negatywnego oddziaływania, wydzielone z obiektów technicznych podczas ich katastrof	207
9.3.1.	Dodatkowa ilość energii wytworzona podczas katastrofy siłowni jądrowej	209
9.3.1.1.	Energia powyłączeniowa reaktora jądrowego	209
9.3.1.2.	Energia wytworzona w niekontrolowanym stanie nadkrytycznym reaktora jądrowego	215
9.3.1.3.	Zagadnienie możliwości jądrowego wybuchu reaktora	220
9.3.1.4.	Energia wytworzona w reaktorze jądrowym wskutek reakcji konwencjonalnych	223
9.3.2.	Dodatkowe ilości energii i substancji toksycznych wytworzone podczas katastrof konwencjonalnych obiektów technicznych	223
9.4.	Rozprzestrzenianie się nośników negatywnego oddziaływania wydzielonych z obiektów technicznych	226
9.4.1.	Rozprzestrzenianie się substancji szkodliwych	226
9.4.1.1.	Transport substancji szkodliwych w powietrzu	227
9.4.1.2.	Transport substancji szkodliwych w wodzie i gruncie	233
9.4.2.	Rozprzestrzenianie się energii	233
9.5.	Transformacja nośników negatywnego oddziaływania w bezpośrednie przyczyny powstawania szkód	237
9.6.	Generacja szkód – wpływ charakterystyki szkodowej i parametrów ewakuacji na proces powstawania szkód	240
9.7.	Schemat logiczny mechanizmu powstawania szkód	241

10 NOWA, KOMPLEKSOWA I UNIWERSALNA TEORIA ZAGROŻENIA TECHNICZNEGO I BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO

243

- 10.1. Wektorowy potencjał zagrożenia technicznego – pierwotna zdolność obiektu technicznego do negatywnego oddziaływania 244
- 10.2. Nowe, kompleksowe i uniwersalne ujęcie zagrożenia technicznego i bezpieczeństwa technicznego, zakresy ich zmienności oraz kwestia ich struktury 250
- 10.3. Stochastyczna miara zagrożenia technicznego i stochastyczna miara bezpieczeństwa technicznego 254
- 10.4. Ryzyko negatywnego oddziaływania i ryzyko powstania szkód jako probabilistyczne przybliżenie odpowiednich miar stochastycznych 263
- 10.5. Funkcje wiążące zagrożenie techniczne i bezpieczeństwo techniczne z zasadniczymi wielkościami na nie wpływającymi – bezpośredni związek bezpieczeństwa technicznego z zagrożeniem technicznym 268
- 10.6. Ujęcie graficzne zmienności zagrożenia technicznego i bezpieczeństwa technicznego oraz relacji między nimi i pierwotną zdolnością obiektu technicznego do negatywnego oddziaływania 274
 - 10.6.1. Wykresy zmienności zagrożenia technicznego i bezpieczeństwa technicznego 275
 - 10.6.2. Diagramy ilustrujące relacje między pierwotną zdolnością obiektu technicznego do negatywnego oddziaływania a zagrożeniem technicznym i bezpieczeństwem technicznym 287

11 WSPÓŁZALEŻNOŚCI MIĘDZY NIEZAWODNOŚCIĄ A ZAGROŻENIEM TECHNICZNYM

296

- 11.1. Precyzyjny związek funkcyjny między całkowitymi niezawodnościami odpowiednich części składowych obiektu technicznego a powodowanym przez niego zagrożeniem technicznym 296
- 11.2. Luźne relacje między sumaryczną niezawodnością całkowitą obiektu technicznego a powodowanym przez niego zagrożeniem technicznym 297

12 SUMARYCZNE KOSZTY BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO

305

- 12.1. Koszty zagrożenia technicznego 306
 - 12.1.1. Koszty zapewnienia odpowiedniej jednostkowej niezawodności całkowitej elementów składowych układu funkcjonalnego wpływających na zagrożenie techniczne 307
 - 12.1.2. Łączne koszty układu bezpieczeństwa 309
 - 12.1.3. Bezpośredni związek minimalnych sumarycznych kosztów zagrożenia technicznego z tym zagrożeniem 314

12.2. Koszty ewakuacji	316
12.3. Bezpośredni związek minimalnych sumarycznych kosztów bezpieczeństwa technicznego z tym bezpieczeństwem	318

13 **MOŻLIWOŚCI I CELOWOŚĆ OSIĄGNIĘCIA ZEROWEGO ZAGROŻENIA TECHNICZNEGO I ABSOLUTNEGO BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO** **323**

13.1. Teoretyczna możliwość dowolnego zbliżenia się do wartości asymptotycznych zagrożenia technicznego i bezpieczeństwa technicznego	323
13.2. Realna celowość osiągnięcia co najwyżej wartości ekstremalnych wypadkowego zagrożenia technicznego i wypadkowego bezpieczeństwa technicznego	327
13.2.1. Wypadkowe zagrożenie techniczne – charakter zmienności	328
13.2.2. Wypadkowe bezpieczeństwo techniczne – charakter zmienności	331
13.2.3. Graniczna skuteczność nakładów finansowych ponoszonych na zagrożenie techniczne i bezpieczeństwo techniczne	340

14 **WPŁYW INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA TECHNICZNEGO NA ROZWÓJ I KSZTAŁTOWANIE POSTĘPU W TECHNICIE** **342**

14.1. Mechanizm generowania zmian i kierunków rozwoju obiektów technicznych przez inżynierię bezpieczeństwa technicznego	342
14.2. Charakterystyka najbardziej spektakularnych zmian, dokonywanych w świecie obiektów technicznych, wskutek działania mechanizmu ich generacji	345

LITERATURA **349**

SKOROWIDZ **352**