

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
1. ZAGROŻENIA STWARZANE PRZEZ BEZPOŚREDNIE DZIAŁANIE PRĄDÓW PIORUNOWYCH	10
1.1. Prądy udarowe stosowane w badaniach zagrożeń piorunowych	11
2. ANALIZA RYZYKA STRAT PIORUNOWYCH	17
2.1. Metodyka zgodna z zaleceniami dotyczącymi obiektów telekomunikacyjnych ..	17
2.2. Metodyka zgodna z zaleceniami norm ochrony odgromowej	25
2.2.1. Szczegółowe zasady obliczania ryzyka i jego komponentów	32
2.2.2. Obliczanie średnich rocznych liczb groźnych zdarzeń	35
2.2.3. Wyznaczanie prawdopodobieństw szkód	41
2.2.4. Wyznaczanie wielkości strat	46
2.3. Przykłady analizy ryzyka w obiektach radiokomunikacyjnych	51
2.3.1. Obiekt wolno stojący typu wieża – budynek	51
2.3.2. Obiekt typu <i>outdoor</i> na dachu budynku	62
2.4. Kierunki zmian w metodyce analizy ryzyka	82
3. ODPORNOŚĆ UDAROWA URZĄDZEŃ TELEKOMUNIKACYJNYCH	83
3.1. Przyłącza zasilania urządzeń	83
3.2. Przyłącza sygnałowe	85
3.3. Badania odporności na bezpośrednie oddziaływanie impulsowego pola magnetycznego	86
4. BADANIA NARAŻEŃ PIORUNOWYCH URZĄDZEŃ SYSTEMÓW RADIOKOMUNIKACYJNYCH	88
4.1. Badania prowadzone podczas naturalnych wyładowań piorunowych	88
4.2. Badania narażeń stwarzanych przez wyładowania prowokowane	88
4.3. Symulacyjne badania w obiektach radiokomunikacyjnych	91
5. PRĄDY PIORUNOWE W INSTALACJACH NISKONAPIĘCIOWYCH	101
5.1. Podział prądu piorunowego w stacjach bazowych telefonii komórkowej	101
5.1.1. Zasady prowadzenia obliczeń numerycznych	103
5.1.2. Prądy piorunowe w instalacji elektrycznej	107
5.2. Prądy piorunowe w obwodach przesyłu sygnałów	111

6.	PRZEPIĘCIA ATMOSFERYCZNE W OBWODACH NISKIEGO NAPIĘCIA ...	113
6.1.	Wyładowanie piorunowe w wieżę obiektu radiokomunikacyjnego	113
6.2.	Wyładowanie piorunowe w wieżę wolno stojącej stacji bazowej GSM	118
6.3.	Wyładowanie piorunowe w maszt stacji bazowej na dachu budynku	121
6.3.1.	Narażenia piorunowe instalacji elektrycznej	122
6.3.2.	Przebiegi w obwodach telekomunikacyjnych stacji bazowej	125
6.3.2.1.	Pomiary przepięć	126
6.3.2.2.	Obliczenia numeryczne przepięć	131
6.3.2.3.	Oszacowanie współczynników skalowania	135
6.3.2.4.	Przebiegi w prostych układach przewodów	136
6.3.2.5.	Przebiegi w rzeczywistych układach przewodów	143
6.4.	Wyładowania piorunowe w sąsiedztwie obiektu oraz doprowadzanych linii	150
6.5.	Przebiegi rejestrowane w instalacji elektrycznej	153
6.6.	Napięcia i prądy udarowe w obwodach telekomunikacyjnych	154
7.	STREFOWA KONCEPCJA OCHRONY ODGROMOWEJ	162
7.1.	Ogólna koncepcja ochrony	162
7.2.	Podział obiektu na strefy zagrożenia	162
7.3.	Charakterystyka stref zagrożenia	164
8.	ZEWNĘTRZNE URZĄDZENIA PIORUNOCHRONNE NA OBIEKTACH BUDOWLANYCH	166
8.1.	Materiały stosowane do wykonania urządzeń piorunochronnych	166
8.2.	Zwody	167
8.3.	Przewody odprowadzające i zaciski probiercze	168
8.4.	Przewody uziemiające	169
8.5.	Uziomy naturalne	170
8.6.	Uziomy sztuczne	170
8.7.	Eksploatacja i konserwacja urządzenia piorunochronnego	172
9.	OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W INSTALACJI ELEKTRYCZNEJ W OBIEKCIE BUDOWLANYM	174
9.1.	Urządzenia do ograniczania przepięć typu 1	175
9.1.1.	Zasady doboru i montażu	177
9.1.2.	Urządzenia do ograniczania przepięć typu 1 o różnych napięciowych poziomach ochrony	179
9.1.3.	Koordinacja właściwości urządzeń do ograniczania przepięć typu 1 z wymaganiami kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń	182
9.2.	Urządzenia do ograniczania przepięć typu 2	183
9.2.1.	Zasady doboru i montażu	184
9.3.	Urządzenia do ograniczania przepięć typu 3	186
9.4.	Odległości pomiędzy SPD a chronionym urządzeniem	188
9.5.	Nietypowe układy połączeń urządzeń do ograniczania przepięć	191

9.6. Zasady tworzenia wielostopniowego systemu ograniczania przepięć	193
9.7. Instalacje elektryczne w niewielkich obiektach	194
9.8. Instalacje prądu stałego	196
9.9. Eksploatacja i konserwacja urządzeń do ograniczania przepięć	198
10. OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W OBWODACH SYGNAŁOWYCH	200
10.1. Elementy ucinające i ograniczające napięcia	201
10.1.1. Elementy ucinające napięcia	201
10.1.2. Elementy ograniczające napięcia	205
10.2. Urządzenia ograniczające przepięcia	210
10.2.1. Zasady doboru urządzeń ograniczających przepięcia	212
10.3. Ograniczanie przepięć w obwodach wielkiej częstotliwości	215
10.4. Ograniczanie przepięć w obwodach urządzeń stacji GSM	217
10.4.1. Przykład doboru SPD w obwodach stacji bazowej GSM na dachu	223
11. OCHRONA ODGROMOWA URZĄDZEŃ ORAZ ANTEN NA DACHACH OBIEKTÓW	227
11.1. Urządzenia na dachach obiektów	227
11.2. Anteny na dachach obiektów	231
11.2.1. Ochrona odgromowa anten	231
11.2.2. Ochrona odgromowa masztów antenowych	231
11.2.3. Ograniczanie przepięć w kablach antenowych	232
11.3. Przestrzenie chronione	236
11.3.1. Kąty ochronne	236
11.3.2. Odstępy izolacyjne	237
11.4. Anteny na ścianach obiektów budowlanych	250
11.5. Anteny na dachach obiektów bez urządzeń piorunochronnych	251
12. KOMPLEKSOWA OCHRONA ODGROMOWA STACJI BAZOWYCH NA DACHACH OBIEKTÓW	253
12.1. Obiekt z urządzeniem piorunochronnym	253
12.2. Obiekt bez urządzenia piorunochronnego	259
13. OCHRONA ODGROMOWA W WOLNO STOJĄCYCH OBIEKTACH NADAWCZO-ODBIORCZYCH	260
13.1. Ochrona anten instalowanych na wieżach	260
13.2. Wykorzystanie wieży do odprowadzania prądów piorunowych	262
13.3. Kable antenowe i falowody	262
13.4. Instalacje świateł przeszkodowych	268
13.5. Odstępy izolacyjne wewnątrz obiektów budowlanych	268
13.6. Systemy uziomowe wolno stojących stacji bazowych	270
13.7. Rozbudowane układy uziomowe	273

14. OGRANICZANIE PRZEPIĘĆ W NIETYPOWYCH INSTALACJACH ELEKTRYCZNYCH	278
14.1. Wozy retransmisyjne i kontenery z aparaturą elektroniczną	278
14.2. Stacje przekaźnikowe	280
14.3. Stacje bazowe z antenami na słupach linii wysokiego napięcia	281
14.4. Stacje bazowe z przewodami światłowodowymi	283
15. WYRÓWNANIE POTENCJAŁÓW W OBIEKTACH RADIOKOMUNIKACYJNYCH	287
15.1. Wyrównywanie potencjałów instalacji wprowadzanych do obiektu	287
15.2. Wyrównanie potencjałów wewnątrz obiektów budowlanych	290
15.2.1. Szyny i pierścienie wyrównawcze	291
15.2.2. Układ wspólnych połączeń wyrównawczych	294
15.2.3. Konfiguracje systemów wyrównywania potencjałów	296
15.3. Wyrównywanie potencjałów w niewielkich obiektach	303
PODSUMOWANIE	304
LITERATURA	305
STRESZCZENIE	314
SUMMARY	316