

Spis treści

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Wstęp</b>                                                                   | <b>VII</b> |
| <b>1. Elektroenergetyczne linie dystrybucyjne</b>                              | <b>1</b>   |
| <i>mgr inż. Lech Bożentowicz</i>                                               |            |
| <i>dr inż. Janusz Jakubowski</i>                                               |            |
| <i>mgr inż. Jan Mielniczek</i>                                                 |            |
| <i>dr inż. Adam Rynkowski</i>                                                  |            |
| 1.1. Określenia                                                                | 2          |
| 1.2. Linie napowietrzne                                                        | 5          |
| 1.2.1. Ogólne zasady budowy                                                    | 5          |
| 1.2.2. Oddziaływanie na środowisko i ochrona przed skutkami tego oddziaływania | 25         |
| 1.2.3. Główne elementy linii napowietrznych                                    | 28         |
| 1.2.4. Rodzaje i układy przewodów                                              | 29         |
| 1.2.5. Konstrukcje wsporcze                                                    | 31         |
| 1.2.6. Izolatory                                                               | 35         |
| 1.2.7. Budowa linii napowietrznych                                             | 38         |
| 1.2.7.1. Przygotowanie robót                                                   | 38         |
| 1.2.7.2. Transport i składowanie materiałów                                    | 39         |
| 1.2.7.3. Trasowanie linii                                                      | 40         |
| 1.2.7.4. Roboty ziemne                                                         | 41         |
| 1.2.7.5. Wykonywanie fundamentów pod słupy linii 110 kV                        | 42         |
| 1.2.7.6. Montaż i ustawianie konstrukcji wsporczych                            | 43         |
| 1.2.7.7. Montaż izolatorów                                                     | 48         |
| 1.2.7.8. Montaż ograniczników przepięć                                         | 49         |
| 1.2.7.9. Montaż przewodów linii                                                | 50         |
| 1.2.7.10. Łączenie przewodów                                                   | 59         |
| 1.2.8. Montaż słupowych stacji transformatorowych                              | 62         |
| 1.2.9. Montaż instalacji uziemiających                                         | 63         |
| 1.2.10. Eksploatacja linii dystrybucyjnych                                     | 64         |
| 1.2.10.1. Organizacja i rodzaje prac                                           | 64         |
| 1.2.10.2. Prace pod napięciem                                                  | 66         |
| 1.3. Linie kablowe                                                             | 67         |
| 1.3.1. Budowa kabli                                                            | 67         |
| 1.3.1.1. Żyły robocze                                                          | 68         |
| 1.3.1.2. Niemetaliczne ekrany (na żyłę, na izolacji, na ośrodku)               | 71         |
| 1.3.1.3. Żyły ochronne, powrotne lub probiercze                                | 72         |
| 1.3.1.4. Ośrodek kabla                                                         | 74         |
| 1.3.1.5. Powłoka                                                               | 75         |
| 1.3.1.6. Wypełnienie                                                           | 76         |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.3.1.7. Pancerz                                                                                 | 76  |
| 1.3.1.8. Osłona zewnętrzna                                                                       | 77  |
| 1.3.2. Zasady oznaczania kabli                                                                   | 77  |
| 1.3.2.1. Oznaczenie napięciowe kabli elektroenergetycznych                                       | 77  |
| 1.3.2.2. Oznaczenia konstrukcji i materiału elementów budowy kabli                               | 78  |
| 1.3.2.3. Przykładowe oznaczenia kabli                                                            | 80  |
| 1.3.3. Rodzaje kabli                                                                             | 82  |
| 1.3.3.1. Kable o izolacji z tworzyw sztucznych (polwinit, polietylen usieciowany)                | 82  |
| 1.3.3.2. Kable elektroenergetyczne o izolacji papierowej i powłoce metalowej na średnie napięcie | 87  |
| 1.3.3.3. Kable o izolacji gumowej                                                                | 88  |
| 1.3.4. Pakowanie, przechowywanie i transport kabli                                               | 89  |
| 1.3.5. Osprzęt kablowy                                                                           | 90  |
| 1.3.5.1. Wiadomości ogólne                                                                       | 90  |
| 1.3.5.2. Połączenia i zakończenia żył kabli                                                      | 93  |
| 1.3.5.3. Złączki                                                                                 | 95  |
| 1.3.5.4. Końcówki                                                                                | 98  |
| 1.3.5.5. Mufy i głowice kablów                                                                   | 99  |
| 1.3.5.6. Mufy i głowice do kabli niskonapięciowych (do 1 kV)                                     | 100 |
| 1.3.5.7. Głowice do kabli na napięcie 12/20/(24) kV                                              | 103 |
| 1.3.5.8. Mufy 12/20(24) kV                                                                       | 112 |
| 1.3.5.9. Ograniczniki przepięć                                                                   | 115 |
| 1.3.6. Złącza kablów SN                                                                          | 116 |
| 1.3.7. Materiały montażowe (przykładowo)                                                         | 117 |
| 1.3.8. Narzędzia (przykładowo)                                                                   | 119 |
| 1.3.9. Konfekcjonowane połączenia kablów                                                         | 122 |
| 1.3.10. Montaż linii kablów                                                                      | 122 |
| 1.3.10.1. Niektóre nazwy i określenia                                                            | 122 |
| 1.3.10.2. Wybór trasy linii kablów                                                               | 123 |
| 1.3.10.3. Dobór kabli                                                                            | 123 |
| 1.3.10.4. Ochrona kabli                                                                          | 124 |
| 1.3.10.5. Zasady układania kabli                                                                 | 124 |
| 1.3.10.6. Oznaczanie linii kablów                                                                | 127 |
| 1.3.10.7. Układanie kabli w ziemi                                                                | 128 |
| 1.3.10.8. Układanie kabli w kanałach i tunelach                                                  | 133 |
| 1.3.10.9. Układanie kabli na mostach, wiaduktach, molach, nabrzeżach i estakadach                | 135 |
| 1.3.10.10. Układanie kabli w budynkach                                                           | 135 |
| 1.3.10.11. Układanie kabli ognioodpornych                                                        | 137 |
| 1.3.10.12. Metody układania kabli                                                                | 138 |
| 1.3.11. Linie kablów 110 kV                                                                      | 140 |
| 1.3.12. Przekazywanie linii kablów do eksploatacji                                               | 142 |
| 1.4. Przyłącza nN                                                                                | 146 |
| 1.4.1. Rodzaje przyłączy i ich główne elementy                                                   | 146 |
| 1.4.2. Wykonanie przyłączy napowietrznych                                                        | 148 |
| 1.4.3. Wykonanie przyłączy kablów                                                                | 149 |

|                                                                                                  |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Literatura                                                                                       | 150        |
| <b>2. Instalacje elektryczne</b>                                                                 | <b>153</b> |
| <i>dr inż. Zbigniew Skibko</i>                                                                   |            |
| <i>dr inż. Marcin Sulkowski</i>                                                                  |            |
| 2.1. Wiadomości ogólne                                                                           | 154        |
| 2.1.1. Definicje wybranych pojęć z zakresu instalacji elektrycznych                              | 154        |
| 2.1.2. Akronimy dotyczące instalacji elektrycznych                                               | 160        |
| 2.1.3. Układy sieci (instalacji) elektroenergetycznych                                           | 161        |
| 2.1.4. Ochrona instalacji oraz urządzeń elektrycznych przed szkodliwym oddziaływaniem środowiska | 167        |
| 2.2. Przewody elektryczne                                                                        | 171        |
| 2.2.1. Oznaczenia przewodów i kabli                                                              | 171        |
| 2.2.2. Budowa i wymagania stawiane przewodom elektrycznym                                        | 174        |
| 2.2.3. Obciążalność prądowa przewodów w zależności od liczby obciążonych żył                     | 186        |
| 2.2.4. Sposób ułożenia przewodów                                                                 | 187        |
| 2.2.5. Dobór przewodów i kabli                                                                   | 193        |
| 2.2.6. Montaż przewodów                                                                          | 210        |
| 2.2.7. Łączenie przewodów                                                                        | 212        |
| 2.2.8. Przechowywanie oraz transport kabli i przewodów elektrycznych                             | 228        |
| 2.3. Szynoprzewody                                                                               | 229        |
| 2.4. Bezpieczniki niskiego napięcia                                                              | 238        |
| 2.4.1. Budowa bezpieczników niskiego napięcia                                                    | 238        |
| 2.4.2. Charakterystyki czasowo-prądowe pasmowe                                                   | 244        |
| 2.4.3. Wymiana wkładek bezpiecznikowych                                                          | 253        |
| 2.4.4. Montaż gniazd bezpiecznikowych                                                            | 254        |
| 2.5. Wyłączniki instalacyjne (nadprądowe)                                                        | 254        |
| 2.6. Wyłączniki różnicowoprądowe                                                                 | 265        |
| 2.6.1. Budowa i zasada działania wyłączników różnicowoprądowych                                  | 265        |
| 2.6.2. Parametry wyłączników różnicowoprądowych                                                  | 271        |
| 2.6.3. Stosowanie wyłączników różnicowoprądowych w instalacjach elektrycznych niskiego napięcia  | 272        |
| 2.7. Rozłączniki i styczniki                                                                     | 281        |
| 2.8. Wyłączniki silnikowe                                                                        | 299        |
| 2.9. Dobór zabezpieczeń przed skutkami prądu przetężeniowego w instalacjach elektrycznych        | 303        |
| 2.9.1. Informacje wstępne                                                                        | 303        |
| 2.9.2. Dobór zabezpieczeń przed skutkami prądu przeciążeniowego                                  | 304        |
| 2.9.3. Dobór zabezpieczeń przed skutkami prądu zwarciovego                                       | 307        |
| 2.9.4. Zabezpieczenie przewodów fazowych                                                         | 312        |
| 2.9.5. Zabezpieczenie przewodu neutralnego                                                       | 313        |
| 2.9.6. Przykład doboru zabezpieczenia przewodu                                                   | 314        |
| 2.9.7. Dobór zabezpieczeń silników od skutków przetężeń                                          | 315        |
| 2.9.8. Dobór zabezpieczeń silników od skutków zwarć                                              | 316        |
| 2.9.9. Dobór zabezpieczeń silników przed skutkami prądów przeciążeniowych                        | 318        |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.9.10. Dobór zabezpieczeń przetężeniowych dla przewodów zasilających silnik       | 319 |
| 2.9.11. Przykład doboru zabezpieczenia silnika                                     | 320 |
| 2.10. Rozdzielnice niskiego napięcia                                               | 321 |
| 2.10.1. Informacje ogólne                                                          | 321 |
| 2.10.2. Klasyfikacja rozdzielnic                                                   | 323 |
| 2.10.3. Rozwiązania konstrukcyjne rozdzielnic niskiego napięcia                    | 323 |
| 2.11. Sprzęt elektroinstalacyjny                                                   | 335 |
| 2.11.1. Osprzęt elektroinstalacyjny                                                | 335 |
| 2.11.2. Łączniki instalacyjne                                                      | 350 |
| 2.11.3. Gniazda wtyczkowe                                                          | 355 |
| 2.11.4. Wtyczki jednofazowe i trójfazowe                                           | 361 |
| 2.11.5. Sprzęt elektroinstalacyjny dodatkowy                                       | 362 |
| 2.12. Montaż instalacji elektrycznej                                               | 365 |
| 2.12.1. Wymagania stawiane budowie odbiorczych instalacji elektrycznych            | 365 |
| 2.12.2. Trasowanie                                                                 | 370 |
| 2.12.3. Przygotowanie podłoża                                                      | 371 |
| 2.12.4. Montaż sprzętu elektroinstalacyjnego i opraw                               | 373 |
| 2.13. Instalacje uziemiające niskiego napięcia                                     | 374 |
| 2.13.1. Wiadomości ogólne                                                          | 374 |
| 2.13.2. Rezystywność gruntu i betonu                                               | 379 |
| 2.13.3. Konfiguracja i budowa uziomów                                              | 381 |
| 2.14. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji                   | 401 |
| 2.14.1. Pomieszczenia wyposażone w wannę lub basen                                 | 401 |
| 2.14.2. Baseny pływakie, baseny fontann i brodzików                                | 406 |
| 2.14.3. Pomieszczenia wyposażone w elektryczne ogrzewacze do sauny                 | 410 |
| 2.14.4. Instalacje na terenie budowy i rozbiórki obiektów budowlanych              | 412 |
| 2.14.5. Instalacje w zabudowaniach rolniczych i ogrodnich                          | 418 |
| 2.14.6. Instalacje w przestrzeniach ograniczonych powierzchniami przewodzącymi     | 419 |
| 2.14.7. Instalacje kempingów i pojazdów wypoczynkowych                             | 421 |
| 2.14.8. Instalacje tymczasowe wystaw, scen i stoisk                                | 425 |
| 2.14.9. Instalacje elektryczne w meblach                                           | 427 |
| 2.14.10. Instalacje oświetlenia zewnętrznego                                       | 428 |
| 2.15. Inteligentne instalacje                                                      | 429 |
| 2.15.1. Wstęp                                                                      | 429 |
| 2.15.2. Podział instalacji w systemie KNX                                          | 432 |
| 2.15.3. Budowa i topologia systemu KNX                                             | 433 |
| 2.15.4. Oprzewodowanie instalacji w systemie KNX                                   | 446 |
| 2.15.5. Ochrona przed skutkami prądu przetężeniowego w instalacjach w systemie KNX | 449 |
| 2.15.6. Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach w systemie KNX                  | 450 |
| 2.15.7. Montaż urządzeń w systemie KNX                                             | 452 |
| 2.15.8. Akronimy dotyczące instalacji w systemie KNX                               | 455 |
| 2.15.9. Tendencje rozwojowe w zakresie inteligentnych instalacji                   | 455 |
| Literatura                                                                         | 456 |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3. Instalacje elektryczne w obiektach o zwiększonym zagrożeniu pożarem</b>   | <b>461</b> |
| <i>mgr inż. Michał Swierżewski</i>                                              |            |
| 3.1. Zagrożenia pożarowe                                                        | 462        |
| 3.2. Materiały budowlane palne i niepalne oraz materiały pożarowo niebezpieczne | 465        |
| 3.3. Strefy pożarowe - podział obiektów o zwiększonym zagrożeniu pożarem        | 467        |
| 3.4. Wpływy środowiska na instalacje elektryczne                                | 468        |
| 3.5. Przyczyny zagrożenia pożarowego w instalacjach elektrycznych               | 471        |
| 3.5.1. Wprowadzenie                                                             | 471        |
| 3.5.2. Zjawiska cieplne                                                         | 472        |
| 3.5.3. Zwarcia                                                                  | 474        |
| 3.5.4. Przeciążenia                                                             | 477        |
| 3.5.5. Prądy upływu                                                             | 477        |
| 3.5.6. Łuki elektryczne                                                         | 478        |
| 3.5.7. Wyższe harmoniczne prądu i napięcia                                      | 480        |
| 3.5.8. Materiały izolacyjne a zagrożenie pożarowe                               | 483        |
| 3.6. Maksymalne dopuszczalne wartości temperatury urządzeń elektrycznych        | 486        |
| 3.6.1. Wprowadzenie                                                             | 486        |
| 3.6.2. Maksymalna dopuszczalna temperatura powierzchni zewnętrznych             | 487        |
| 3.6.3. Maksymalna dopuszczalna temperatura materiałów izolacyjnych przewodowych | 488        |
| 3.6.4. Maksymalna dopuszczalna temperatura zacisków                             | 489        |
| 3.6.5. Maksymalna dopuszczalna temperatura części manewrowych                   | 490        |
| 3.7. Silniki elektryczne prądu przemiennego                                     | 491        |
| 3.7.1. Nagrzewanie się silników elektrycznych                                   | 491        |
| 3.7.2. Charakterystyczne stany pracy silników elektrycznych                     | 498        |
| 3.7.3. Zasady zabezpieczeń silników elektrycznych                               | 502        |
| 3.8. Dobór przewodów i kabli                                                    | 510        |
| 3.8.1. Rodzaje przewodów i kabli                                                | 510        |
| 3.8.2. Podstawowe zasady doboru przewodów i kabli                               | 514        |
| 3.8.3. Obciążalność prądowa długotrwała                                         | 515        |
| 3.8.4. Materiały izolacyjne                                                     | 517        |
| 3.9. Zabezpieczenie oprzewodowania przed skutkami prądów przetężeniowych        | 521        |
| 3.9.1. Wprowadzenie                                                             | 521        |
| 3.9.2. Zabezpieczenia przeciążeniowe                                            | 522        |
| 3.9.3. Zabezpieczenia przewodów połączonych równolegle                          | 525        |
| 3.9.4. Zabezpieczenia zwarciovowe                                               | 527        |
| 3.9.5. Wyłączniki różnicowoprądowe jako ochrona przeciwpożarowa                 | 528        |
| 3.9.6. Koordynacja zabezpieczeń przeciążeniowych i zwarciovowych                | 529        |
| 3.9.7. Lokalizacja zabezpieczeń                                                 | 529        |
| 3.10. Bezpieczniki topikowe niskiego napięcia                                   | 530        |

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.10.1. Podstawowe parametry                                                                            | 530 |
| 3.10.2. Rodzaje wkładek topikowych                                                                      | 533 |
| 3.10.3. Charakterystyki czasowo-prądowe                                                                 | 536 |
| 3.10.4. Kategorie (klasy) użytkowania wkładek topikowych                                                | 538 |
| 3.11. Dobór i instalowanie urządzeń elektrycznych                                                       | 542 |
| 3.11.1. Wprowadzenie                                                                                    | 542 |
| 3.11.2. Zasady doboru urządzeń elektrycznych                                                            | 544 |
| 3.11.3. Wymagania ogólne wykonania instalacji elektrycznych                                             | 545 |
| 3.12. Wyłącznik przeciwpożarowy                                                                         | 551 |
| 3.13. Instalacje elektryczne w wyjściach i na drogach ewakuacyjnych                                     | 553 |
| 3.14. Układanie przewodów                                                                               | 555 |
| 3.14.1. Układanie przewodów na ścianach i przegrodach budowlanych                                       | 555 |
| 3.14.2. Przejścia przewodów przez oddzielenia przeciwpożarowe                                           | 557 |
| 3.14.3. Układanie przewodów w tunelach, kanałach i sztybach kablowych                                   | 559 |
| 3.14.4. Wprowadzanie przewodów do urządzeń elektrycznych                                                | 561 |
| 3.14.5. Połączenia przewodów w zaciskach                                                                | 563 |
| 3.15. Oświetlenie awaryjne                                                                              | 566 |
| 3.15.1. Rodzaje oświetlenia awaryjnego                                                                  | 566 |
| 3.15.2. Awaryjne oświetlenie ewakuacyjne                                                                | 567 |
| 3.15.3. Wymagania odnośnie do awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego                                      | 569 |
| 3.15.4. Awaryjne oświetlenie zapasowe                                                                   | 572 |
| 3.15.5. Osprzęt do oświetlenia awaryjnego                                                               | 573 |
| 3.15.5.1. System oświetlenia awaryjnego                                                                 | 573 |
| 3.15.5.2. Oprawy z wewnętrznym (indywidualnym) i zewnętrznym (centralnym) źródłem zasilania             | 573 |
| 3.15.5.3. Klasyfikacja opraw oświetlenia awaryjnego ze względu na ciągłość zasilania i sposób działania | 575 |
| 3.15.5.4. Oznakowanie opraw                                                                             | 577 |
| 3.15.6. Rozmieszczenie opraw oświetlenia awaryjnego                                                     | 578 |
| 3.15.7. Znaki bezpieczeństwa - ewakuacyjne                                                              | 579 |
| 3.16. Systemy podtrzymujące funkcje w czasie pożaru                                                     | 581 |
| 3.16.1. Wprowadzenie                                                                                    | 581 |
| 3.16.2. Podstawowe wymagania do wykonania instalacji                                                    | 584 |
| 3.16.3. Zasady doboru przewodów                                                                         | 587 |
| 3.16.4. Ochrona przeciwporażeniowa                                                                      | 591 |
| 3.17. Badania eksploatacyjne                                                                            | 593 |
| Literatura                                                                                              | 595 |

#### **4. Instalacje elektryczne w strefach zagrożonych wybuchem 599**

*mgr inż. Michał Swierżewski*

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 4.1. Wprowadzenie          | 600 |
| 4.2. Podstawowe określenia | 601 |
| 4.3. Palenie się i wybuch  | 608 |
| 4.3.1. Wiadomości ogólne   | 608 |
| 4.3.2. Powietrze           | 609 |
| 4.3.3. Atmosfery wybuchowe | 610 |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.3.4. Właściwości fizykochemiczne materiałów palnych                                                | 611 |
| 4.3.4.1. Temperatura zapłonu cieczy palnych                                                          | 611 |
| 4.3.4.2. Gęstość względna gazów i par cieczy palnych                                                 | 612 |
| 4.3.4.3. Granice wybuchowości gazów i par cieczy palnych                                             | 616 |
| 4.3.4.4. Granice wybuchowości atmosfer pyłowych                                                      | 618 |
| 4.3.4.5. Temperatura samozapłonu atmosfer wybuchowych                                                | 620 |
| 4.4. Źródła energii zapalającej                                                                      | 622 |
| 4.4.1. Nagrzane powierzchnie                                                                         | 622 |
| 4.4.2. Iskry                                                                                         | 623 |
| 4.4.3. Elektryczność statyczna                                                                       | 626 |
| 4.5. Klasyfikacja przestrzeni zagrożonych wybuchem                                                   | 627 |
| 4.5.1. Ocena zagrożenia wybuchem                                                                     | 627 |
| 4.5.2. Źródła emisji czynników palnych                                                               | 629 |
| 4.5.3. Klasyfikacja przestrzeni potencjalnie zagrożonych wybuchem<br>atmosfer gazowych               | 630 |
| 4.5.4. Klasyfikacja przestrzeni potencjalnie zagrożonych wybuchem<br>atmosfer pyłowych               | 634 |
| 4.5.5. Klasyfikacja pomieszczeń sąsiadujących z pomieszczeniami<br>potencjalnie zagrożonymi wybuchem | 636 |
| 4.5.6. Wpływ wentylacji na zaliczanie przestrzeni do strefy zagrożenia<br>wybuchem                   | 638 |
| 4.5.7. Wymagania techniczne dotyczące pomieszczeń potencjalnie<br>zagrożonych wybuchem               | 640 |
| 4.5.8. Kolejność wyznaczania stref zagrożenia wybuchem                                               | 642 |
| 4.5.9. Dokumentacja klasyfikacyjna                                                                   | 642 |
| 4.6. Urządzenia elektryczne w wykonaniu przeciwwybuchowym (Ex)                                       | 645 |
| 4.6.1. Wprowadzenie                                                                                  | 645 |
| 4.6.2. Podział urządzeń elektrycznych przeciwwybuchowych na grupy<br>i kategorie                     | 646 |
| 4.6.3. Temperatura                                                                                   | 648 |
| 4.6.3.1. Temperatura otoczenia                                                                       | 648 |
| 4.6.3.2. Temperatura powierzchni zewnętrznych                                                        | 649 |
| 4.6.4. Systemy ochronne                                                                              | 652 |
| 4.6.5. Instrukcje montażu i eksploatacji                                                             | 653 |
| 4.6.6. Konstrukcje elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych                                         | 654 |
| 4.6.6.1. Urządzenia elektryczne w osłonach ognioszczelnych „d”                                       | 654 |
| 4.6.6.2. Urządzenia elektryczne w osłonach gazowych<br>z nadciśnieniem „p”                           | 657 |
| 4.6.6.3. Zabezpieczenie urządzeń za pomocą pomieszczeń<br>z nadciśnieniem „p”                        | 660 |
| 4.6.6.4. Urządzenia elektryczne w osłonie piaskowej „q”                                              | 661 |
| 4.6.6.5. Urządzenia elektryczne w osłonie olejowej „o”                                               | 664 |
| 4.6.6.6. Urządzenia elektryczne budowy wzmocnionej „e”                                               | 666 |
| 4.6.6.7. Urządzenia elektryczne w wykonaniu „n”                                                      | 672 |
| 4.6.6.8. Urządzenia elektryczne i obwody iskrobezpieczne (typu „i”)                                  | 673 |
| 4.6.6.9. Urządzenia hermetyzowane masą izolacyjną „m”                                                | 680 |
| 4.6.6.10. Urządzenia elektryczne przeciwwybuchowe w wykonaniu                                        |     |

|                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| specjalnym „s”                                                                                                                              | 681        |
| 4.6.6.11. Urządzenia elektryczne przeznaczone do instalowania w obecności pyłów palnych                                                     | 681        |
| 4.6.6.12. Certyfikacja elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych                                                                            | 686        |
| 4.6.7. Alternatywna metoda oceny ryzyka obejmująca poziom zabezpieczenia urządzeń (EPL)                                                     | 681        |
| 3.6.8. Znakowanie urządzeń elektrycznych przeciwwybuchowych                                                                                 |            |
| 4.7. Instalacje elektryczne w strefach zagrożonych wybuchem                                                                                 | 698        |
| 4.7.1. Wiadomości ogólne                                                                                                                    | 698        |
| 4.7.2. Dokumentacja techniczna (projekt instalacji elektrycznych)                                                                           | 699        |
| 4.7.3. Dobór urządzeń elektrycznych                                                                                                         | 700        |
| 4.7.3.1. Zależności między poziomem zabezpieczenia urządzeń (EPL) a strefami zagrożenia wybuchem                                            | 701        |
| 4.7.3.2. Dobór urządzeń elektrycznych według wymaganego poziomu zabezpieczenia urządzeń (EPL)                                               | 701        |
| 4.7.3.3. Dobór urządzeń elektrycznych według grup i podgrup                                                                                 | 703        |
| 4.7.3.4. Dobór urządzeń elektrycznych w zależności od temperatury samozapłonu atmosfer gazowych i pyłowych                                  | 704        |
| 4.7.3.5. Urządzenia ruchome i przenośne                                                                                                     | 707        |
| 4.7.3.6. Silniki elektryczne                                                                                                                | 708        |
| 4.7.3.7. Oprawy oświetleniowe                                                                                                               | 709        |
| 4.7.3.8. Podsumowanie doboru urządzeń elektrycznych w zależności od strefy zagrożenia wybuchem i wymaganego poziomu zabezpieczenia urządzeń | 709        |
| 4.7.4. Podstawowe wymagania w zakresie wykonania instalacji elektrycznych w przestrzeniach zagrożonych wybuchem                             | 710        |
| 4.8. Eksploatacja urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem                                                                    | 718        |
| 4.8.1. Wiadomości ogólne                                                                                                                    | 718        |
| 4.8.2. Oględziny                                                                                                                            | 719        |
| 4.8.3. Przeglądy okresowe                                                                                                                   | 724        |
| 3.8.4. Pomiar odbiorcze i eksploatacyjne                                                                                                    | 725        |
| 4.8.5. Naprawy                                                                                                                              | 728        |
| Literatura                                                                                                                                  | 733        |
| <b>Skorowidz</b>                                                                                                                            | <b>737</b> |