

## SPIS TREŚCI

|   |    |
|---|----|
| <b>Wstęp</b>  | 9  |
| <b>1. Pola elektromagnetyczne</b>   | 11 |
| 1.1. Informacje wstępne   | 11 |
| 1.2. Źródła pól elektromagnetycznych w otoczeniu człowieka  | 14 |
| 1.3. Wpływ pola elektromagnetycznego na organizm ludzki   | 17 |
| 1.4. Środki i metody ograniczające narażenie na PEM   | 20 |
| <i>Pytania</i>  | 21 |
| <b>2. Elektryczność statyczna</b>   | 22 |
| 2.1. Zagrożenia powodowane elektrycznością statyczną  | 23 |
| 2.2. Zapobieganie elektryczności statycznej   | 27 |
| 2.3. Ochrona urządzeń elektronicznych przed ładunkami elektrostatycznymi wprowadzanymi przez personel | 29 |
| <i>Pytania</i>  | 31 |
| <b>3. Ogólne zasady eksploatacji urządzeń elektrycznych</b>   | 32 |
| 3.1. Warunki pracy urządzeń elektrycznych   | 32 |
| 3.2. Dokumentacja techniczno-eksploatacyjna   | 34 |
| 3.3. Instrukcja eksploatacji  | 34 |
| 3.4. Przyjmowanie urządzeń do eksploatacji  | 35 |
| 3.5. Organizacja bezpiecznej pracy  | 36 |
| 3.6. Sprzęt ochronny  | 42 |
| 3.7. Zapobieganie zagrożeniom pożarowym   | 44 |
| <i>Pytania</i>  | 44 |
| <b>4. Szczegółowe zasady eksploatacji urządzeń elektrycznych</b>                                      | 45 |
| 4.1. Generatory   | 45 |
| 4.1.1. <i>Zasady budowy i działania</i>   | 45 |
| 4.1.2. <i>Uruchomienie generatora synchronicznego</i>   | 47 |
| 4.1.3. <i>Zasady ruchu i eksploatacji generatorów</i>   | 47 |
| 4.1.4. <i>Przeciążenie generatora</i>   | 48 |
| 4.1.5. <i>Odlączenie od sieci i zatrzymanie generatora</i>  | 48 |
| <i>Pytania</i>  | 48 |
| 4.2. Transformatory energetyczne  | 49 |
| 4.2.1. <i>Podział transformatorów</i>   | 49 |
| 4.2.2. <i>Budowa i parametry transformatorów</i>  | 50 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.3. Zasady eksploatacji transformatorów energetycznych           | 52 |
| 4.2.4. Ogłędziny, przeglądy i remonty transformatorów               | 53 |
| 4.2.5. Postępowanie w przypadku awarii i zakłóceń                   | 53 |
| 4.2.6. Zakres badań eksploatacyjnych transformatorów energetycznych | 54 |
| 4.2.7. Badania i pomiary transformatorów energetycznych             | 61 |
| 4.2.7.1. Pomiar rezystancji uzwojeń transformatorów                 | 61 |
| 4.2.7.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatorów        | 63 |
| 4.2.7.3. Badania oleju  | 63 |
| 4.2.7.4. Pomiar rezystancji uziemień roboczych transformatorów      | 64 |
| <i>Pytania</i>  | 64 |
| 4.3. Stacje elektroenergetyczne                                     | 64 |
| 4.3.1. Podział stacji ze względu na warunki eksploatacji            | 65 |
| 4.3.2. Czynności łączeniowe   | 66 |
| 4.3.3. Ogłędziny i przeglądy  | 67 |
| 4.3.4. Zakres i terminy pomiarów i prób eksploatacyjnych            | 68 |
| 4.3.5. Urządzenia zawierające sześćfluorek siarki SF <sub>6</sub>   | 72 |
| <i>Pytania</i>  | 73 |
| 4.4. Sieci napowietrzne   | 73 |
| 4.4.1. Wymagania dotyczące montażu linii napowietrznych             | 75 |
| 4.4.2. Zasady eksploatacji linii napowietrznych                     | 75 |
| 4.4.3. Zakres badań eksploatacyjnych linii napowietrznych           | 77 |
| <i>Pytania</i>  | 79 |
| 4.5. Linie kablowe  | 79 |
| 4.5.1. Klasyfikacja i określenia                                    | 79 |
| 4.5.2. Zasady eksploatacji linii kablowych                          | 80 |
| 4.5.3. Badania i pomiary eksploatacyjne linii kablowych             | 83 |
| 4.5.3.1. Sprawdzenie ciągłości żył                                  | 83 |
| 4.5.3.2. Pomiar rezystancji izolacji linii kablowej                 | 84 |
| 4.5.3.3. Próba napięciowa kabla                                     | 84 |
| <i>Pytania</i>  | 86 |
| 4.6. Instalacje elektryczne   | 86 |
| 4.6.1. Układy sieciowe  | 88 |
| 4.6.2. Zasady doboru i układania przewodów w instalacjach           | 89 |
| 4.6.3. Dobór zabezpieczeń przewodów                                 | 91 |
| 4.6.4. Wymagania dotyczące wyposażenia instalacji                   | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.6.5. Zasady eksploatacji instalacji elektrycznych                       | 93  |
| <i>Pytania</i>  | 96  |
| 4.7. Baterie kondensatorów do kompensacji mocy biernej                    | 96  |
| 4.7.1. Zastosowanie i budowa kondensatorów elektroenergetycznych          | 96  |
| 4.7.2. Zasady eksploatacji baterii kondensatorów                          | 97  |
| <i>Pytania</i>  | 103 |
| 4.8. Elektryczne urządzenia napędowe                                      | 103 |
| 4.8.1. Rozruch i regulacja prędkości silników asynchronicznych            | 106 |
| 4.8.2. Dobór silników do warunków   | 107 |
| 4.8.3. Zabezpieczenia silników  | 108 |
| 4.8.4. Zasady eksploatacji silników                                       | 109 |
| 4.8.5. Ogłędziny, przeglądy i remonty urządzeń napędowych                 | 109 |
| 4.8.6. Zakres badań eksploatacyjnych silników elektrycznych               | 111 |
| 4.8.7. Badania i pomiary urządzeń napędowych                              | 113 |
| 4.8.7.1. Pomiar rezystancji uzwojeń silników                              | 113 |
| 4.8.7.2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń silników                     | 113 |
| 4.8.7.3. Sprawdzanie stanu ochrony przeciwporażeniowej                    | 114 |
| <i>Pytania</i>  | 114 |
| 4.9. Urządzenia oświetleniowe   | 114 |
| 4.9.1. Określenia i wymagania   | 114 |
| 4.9.2. Ogłędziny i przeglądy  | 117 |
| <i>Pytania</i>  | 119 |
| 4.10. Urządzenia elektrotermiczne   | 119 |
| 4.10.1. Budowa i zasada działania wybranych urządzeń elektrotermicznych   | 120 |
| 4.10.1.1. Urządzenia rezystancyjne (oporowe)                              | 120 |
| 4.10.1.2. Urządzenia elektrodowe  | 120 |
| 4.10.1.3. Urządzenia łukowe   | 121 |
| 4.10.1.4. Urządzenia indukcyjne   | 121 |
| 4.10.2. Pomiary i regulacja temperatury w urządzeniach elektrotermicznych | 122 |
| 4.10.3. Zasady eksploatacji urządzeń elektrotermicznych                   | 122 |
| 4.10.4. Ogłędziny, przeglądy i remonty urządzeń elektrotermicznych        | 123 |
| 4.10.5. Zakres badań i wymagań technicznych urządzeń elektrotermicznych   | 124 |
| <i>Pytania</i>  | 125 |
| 4.11. Zespoły prądotwórcze  | 126 |
| 4.11.1. Ogólne zasady eksploatacji  | 126 |
| 4.11.2. Uruchomienie i zatrzymywanie zespołu prądotwórczego               | 126 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.11.3. Środki ostrożności przy obsłudze zespołów prądowórczych                             | 127 |
| <i>Pytania</i>  | 128 |
| 4.12. Elektrofiltry   | 128 |
| 4.12.1. Wymagania dotyczące instalacji  | 129 |
| 4.12.2. Zasady eksploatacji elektrofiltrów  | 130 |
| <i>Pytania</i>  | 131 |
| 4.13. Urządzenia prostownikowe i akumulatory  | 132 |
| 4.13.1. Rodzaje i charakterystyka akumulatorów  | 133 |
| 4.13.2. Zasady eksploatacji urządzeń prostownikowych i akumulatorów                         | 135 |
| 4.13.3. Oględziny i przeglądy urządzeń prostownikowych i akumulatorów                       | 136 |
| 4.13.4. Przebieg oraz ocena wyników pomiarów urządzeń prostownikowych i akumulatorów        | 137 |
| <i>Pytania</i>  | 139 |
| 4.14. Urządzenia energoelektroniczne  | 139 |
| 4.14.1. Budowa i właściwości urządzeń energoelektronicznych                                 | 140 |
| 4.14.2. Zabezpieczenia przetężeniowe i ziemnozwarciowe urządzeń energoelektronicznych       | 141 |
| 4.14.3. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach energoelektronicznych                     | 142 |
| 4.14.4. Zasady eksploatacji urządzeń energoelektronicznych                                  | 143 |
| 4.14.5. Oględziny, przeglądy i remonty urządzeń energoelektronicznych                       | 145 |
| 4.14.6. Zakres badań eksploatacyjnych urządzeń energoelektronicznych                        | 145 |
| <i>Pytania</i>  | 146 |
| 4.15. Urządzenia spawalnicze  | 146 |
| 4.15.1. Klasyfikacja i zasady eksploatacji  | 146 |
| 4.15.2. Badania i pomiary eksploatacyjne spawarek elektrycznych                             | 149 |
| 4.15.2.1. Pomiar rezystancji izolacji spawarki  | 149 |
| 4.15.2.2. Pomiar rezystancji izolacji transformatorów zainstalowanych w spawarkach          | 150 |
| 4.15.2.3. Pomiar napięcia biegu jałowego po stronie wtórnej spawarek i zgrzewarek           | 150 |
| 4.15.2.4. Sprawdzenie stanu ochrony przeciwporażeniowej                                     | 151 |
| <i>Pytania</i>  | 151 |
| <b>5. Zasady stosowania urządzeń elektrycznych w strefach zagrożonych wybuchem</b>          | 152 |
| 5.1. Klasyfikacja przestrzeni i stref zagrożenia  | 152 |
| 5.2. Zasady budowy i doboru urządzeń elektrycznych do pracy w warunkach zagrożenia wybuchem | 153 |
| 5.3. Zasady eksploatacji urządzeń elektrycznych w warunkach zagrożenia wybuchowego          | 155 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4. Oględziny i przeglądy urządzeń elektrycznych w warunkach zagrożenia wybuchowego    | 156 |
| <i>Pytania</i>  | 159 |
| <b>6. Ochrona odgromowa i przeciwprzepięciowa</b>                                       | 160 |
| 6.1. Rodzaje i charakterystyka przepięć   | 160 |
| 6.2. Zasady ochrony odgromowej obiektów budowlanych                                     | 160 |
| 6.3. Zasady ochrony przeciwprzepięciowej  | 162 |
| <i>Pytania</i>  | 165 |
| <b>7. Ochrona przeciwporażeniowa</b>  | 166 |
| 7.1. Działanie prądu elektrycznego na człowieka   | 166 |
| 7.2. Zagrożenia porażeniowe i statystyka porażen prądem                                 | 167 |
| 7.3. Organizacyjne środki ochrony przeciwporażeniowej                                   | 167 |
| 7.4. Techniczne środki ochrony przeciwporażeniowej                                      | 168 |
| 7.4.1. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu do 1 kV                     | 168 |
| 7.4.1.1. Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim)                               | 169 |
| 7.4.1.2. Ochrona przy uszkodzeniu (przy dotyku pośrednim)                               | 171 |
| 7.4.2. Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu powyżej 1 kV                | 180 |
| 7.5. Przewody ochronne i wyrównawcze  | 183 |
| 7.6. Badania odbiorcze i eksploatacyjne środków ochrony przeciwporażeniowej             | 185 |
| 7.6.1. Ogólne zasady wykonywania badań  | 185 |
| 7.6.2. Zasady wykonywania badań i pomiarów  | 185 |
| 7.6.2.1. Badania i pomiary ochrony podstawowej  | 185 |
| 7.6.2.2. Badania i pomiary ochrony przy uszkodzeniu                                     | 186 |
| 7.6.2.3. Badania i pomiary eksploatacyjne w urządzeniach o napięciu powyżej 1 kV        | 190 |
| <i>Pytania</i>  | 193 |
| <b>8. Udzielanie pomocy przedlekarskiej</b>   | 194 |
| <i>Pytania</i>  | 197 |
| <b>9. Zbiorcze zestawienie pytań i odpowiedzi</b>                                       | 198 |
| <b>Bibliografia</b>   | 221 |
| 3.5. Organizacja bezpiecznej pracy (w brzmieniu obowiązującym od dnia 26 marca 2020 r.) | 225 |