

## SPIS TREŚCI

|                                                                        | Str.      |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Sieci elektryczne napowietrzne niskiego i wysokiego napięcia</b> | <b>7</b>  |
| 1.1. Linie napowietrzne                                                | 8         |
| 1.1.1. Przewody                                                        | 8         |
| 1.1.2. Izolatory i ich osprzęt                                         | 9         |
| 1.1.3. Złączki, uchwyty i zaciski                                      | 13        |
| 1.2. Zawieszanie przewodów                                             | 14        |
| 1.2.1. Zawieszanie przewodów na izolatorach                            | 14        |
| 1.2.2. Obostrzenia                                                     | 15        |
| 1.2.3. Rozmieszczenie przewodów na konstrukcjach wsporczych            | 18        |
| 1.3. Konstrukcje wsporcze                                              | 20        |
| 1.3.1. Słupy                                                           | 20        |
| 1.4. Budowa linii napowietrznej                                        | 23        |
| 1.5. Eksploatacja linii napowietrznej                                  | 24        |
| 1.5.1. Utrzymanie linii napowietrznej                                  | 24        |
| <b>2. Linie kablowe</b>                                                | <b>25</b> |
| 2.1. Kable energetyczne                                                | 25        |
| 2.1.1. Budowa i typy kabli                                             | 25        |
| 2.2. Kable używane w urządzeniach zrk                                  | 29        |
| 2.2.1. Rodzaje i oznaczenia kabli                                      | 29        |
| 2.2.2. Osprzęt kablów                                                  | 30        |
| 2.3. Zalewy kablowe                                                    | 35        |
| 2.4. Budowa linii kablowych                                            | 36        |
| 2.4.1. Układanie kabli w ziemi                                         | 36        |
| 2.4.2. Układanie kabli w budynkach                                     | 37        |
| 2.4.3. Układanie kabli na mostach                                      | 38        |
| 2.4.4. Układanie kabli w tunelach i kanałach                           | 38        |
| 2.4.5. Układanie kabli w rzekach                                       | 39        |
| 2.4.6. Układanie kabli na terenach kolejowych                          | 39        |
| 2.4.7. Korozja kabli                                                   | 40        |
| 2.4.8. Skrzyżowanie linii kablowych                                    | 42        |
| 2.5. Utrzymanie linii kablowej                                         | 43        |
| <b>3. Stacje transformatorowe i rozdzielnie</b>                        | <b>44</b> |
| 3.1. Wymagania dotyczące elementów rozdzielni                          | 44        |
| 3.1.1. Wytrzymałość cieplna                                            | 44        |
| 3.1.2. Wytrzymałość mechaniczna                                        | 45        |
| 3.1.3. Wytrzymałość elektryczna                                        | 46        |
| 3.2. Wyłączniki                                                        | 46        |
| 3.2.1. Wyłączniki pełnoolejowe                                         | 47        |



|                                                                 | Str.      |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2. Wyłączniki małoolejowe . . . . .                         | 48        |
| 3.2.3. Wyłączniki ekspansyjne . . . . .                         | 49        |
| 3.2.4. Wyłączniki powietrzne i gazowydmuchowe . . . . .         | 49        |
| 3.2.5. Napęd wyłączników . . . . .                              | 50        |
| 3.2.6. Wyzwalacze i przekaźniki . . . . .                       | 51        |
| 3.2.7. Odłączniki . . . . .                                     | 53        |
| 3.2.8. Rozłączniki (odłączniki mocy) . . . . .                  | 54        |
| 3.2.9. Bezpieczniki . . . . .                                   | 55        |
| 3.2.10. Izolatory stacyjne . . . . .                            | 56        |
| 3.2.11. Szyny zbiorcze . . . . .                                | 57        |
| 3.3. Zabezpieczenie . . . . .                                   | 58        |
| 3.3.1. Zabezpieczenie przed zwarciami i przetężeniami . . . . . | 58        |
| 3.3.2. Ochrona od przepięć . . . . .                            | 60        |
| 3.3.3. Zabezpieczenie przepięciowe iskiernikami . . . . .       | 62        |
| 3.3.4. Zabezpieczenie przepięciowe odgromnikami . . . . .       | 63        |
| 3.3.5. Uziemienia stacyjne . . . . .                            | 64        |
| 3.4. Rozdzielnie wysokiego i niskiego napięcia . . . . .        | 66        |
| 3.4.1. Układy połączeń obwodów głównych w rozdzielni . . . . .  | 66        |
| 3.4.2. Rozdzielnie i stacje wewnętrzne . . . . .                | 68        |
| 3.4.3. Rozdzielnie i stacje napowietrzne . . . . .              | 70        |
| 3.4.4. Rozdzielnie niskiego napięcia . . . . .                  | 70        |
| 3.5. Eksploatacja stacji elektroenergetycznych . . . . .        | 71        |
| <b>4. Ogniwa galwaniczne . . . . .</b>                          | <b>73</b> |
| 4.1. Zasada budowy i działania ogniw . . . . .                  | 73        |
| 4.2. Polaryzacja . . . . .                                      | 75        |
| 4.3. Depolaryzacja . . . . .                                    | 75        |
| 4.4. Zasada budowy ogniw galwanicznych . . . . .                | 75        |
| 4.4.1. Ogniwo Leclanchého mokre (Lm) . . . . .                  | 75        |
| 4.4.2. Ogniwo Leclanchého suche (Ls) . . . . .                  | 76        |
| 4.4.3. Ogniwo Meidingera (M) . . . . .                          | 77        |
| 4.4.4. Ogniwo zasadowe z depolaryzacją powietrzną . . . . .     | 78        |
| 4.5. Zastosowanie ogniw . . . . .                               | 80        |
| 4.6. Łączenie ogniw . . . . .                                   | 81        |
| 4.7. Utrzymanie ogniw . . . . .                                 | 81        |
| <b>5. Akumulatory . . . . .</b>                                 | <b>83</b> |
| 5.1. Akumulatory kwasowe . . . . .                              | 83        |
| 5.1.1. Zasada pracy . . . . .                                   | 83        |
| 5.1.2. Budowa . . . . .                                         | 83        |
| 5.1.3. Ładowanie i rozładowanie . . . . .                       | 84        |
| 5.1.4. Pojemność . . . . .                                      | 87        |
| 5.1.5. Elektrolit . . . . .                                     | 88        |
| 5.1.6. Sprawność . . . . .                                      | 91        |
| 5.1.7. Praca buforowa . . . . .                                 | 91        |
| 5.1.8. Baterie akumulatorów . . . . .                           | 92        |
| 5.2. Akumulatory zasadowe . . . . .                             | 93        |
| 5.2.1. Zasada działania . . . . .                               | 93        |
| 5.2.2. Budowa . . . . .                                         | 94        |
| 5.2.3. Ładowanie i wyładowanie . . . . .                        | 94        |
| 5.2.4. Pojemność . . . . .                                      | 95        |
| 5.2.5. Sprawność . . . . .                                      | 96        |



|                                                                                                                    | Str.       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3. Łączenie akumulatorów . . . . .                                                                               | 96         |
| 5.3.1. Montaż akumulatorów stacyjnych . . . . .                                                                    | 97         |
| 5.4. Przeciwogniwa . . . . .                                                                                       | 98         |
| 5.5. Utrzymywanie akumulatorów i przeciwogniw . . . . .                                                            | 100        |
| <b>6. Zespoły spalinowo-elektryczne . . . . .</b>                                                                  | <b>102</b> |
| 6.1. Silniki spalinowe . . . . .                                                                                   | 102        |
| 6.1.1. Zasada działania . . . . .                                                                                  | 102        |
| 6.1.2. Rodzaje silników . . . . .                                                                                  | 105        |
| 6.1.3. Chłodzenie silników . . . . .                                                                               | 106        |
| 6.1.4. Smarowanie silników . . . . .                                                                               | 107        |
| 6.1.5. Regulatory obrotów . . . . .                                                                                | 109        |
| 6.1.6. Uruchamianie silników . . . . .                                                                             | 111        |
| 6.1.7. Utrzymanie silników . . . . .                                                                               | 112        |
| 6.2. Zespół spalinowo-elektryczny . . . . .                                                                        | 113        |
| 6.2.1. Wiadomości ogólne . . . . .                                                                                 | 113        |
| 6.2.2. Budowa i działanie . . . . .                                                                                | 114        |
| 6.2.3. Uruchamianie i obsługa agregatów . . . . .                                                                  | 115        |
| 6.2.4. Siłownia . . . . .                                                                                          | 116        |
| 6.2.5. Zbiorniki paliwa . . . . .                                                                                  | 117        |
| <b>7. Systemy i elementy zasilania . . . . .</b>                                                                   | <b>118</b> |
| 7.1. Wiadomości ogólne . . . . .                                                                                   | 118        |
| 7.1.1. Rodzaje prądów i napięć . . . . .                                                                           | 119        |
| 7.2. Zasilanie z ogniw galwanicznych . . . . .                                                                     | 120        |
| 7.3. Zasilanie z akumulatorów . . . . .                                                                            | 121        |
| 7.3.1. System buforowy . . . . .                                                                                   | 121        |
| 7.3.2. System bateryjny . . . . .                                                                                  | 125        |
| 7.4. Analiza obwodu ładowania . . . . .                                                                            | 126        |
| 7.4.1. Ładowanie szybkie . . . . .                                                                                 | 126        |
| 7.4.2. Ładowanie ciągle (normalne) . . . . .                                                                       | 123        |
| 7.4.3. Obliczanie liczby ogniw baterii akumulatorowych . . . . .                                                   | 133        |
| 7.5. Zasilanie sieciowe (bezakumulatorowe) . . . . .                                                               | 135        |
| 7.5.1. Zasilanie z sieci prądu stałego . . . . .                                                                   | 135        |
| 7.5.2. Zasilanie z sieci prądu przemiennego . . . . .                                                              | 136        |
| 7.5.3. Regulacja prądu wyrównawczego . . . . .                                                                     | 138        |
| 7.6. Zasilanie mieszane. Podstawowe z sieci elektroenergetycznej i rezerwo-<br>we z baterii akumulatorów . . . . . | 145        |
| 7.7. Zespoły spalinowo-elektryczne jako rezerwowe źródła prądu . . . . .                                           | 147        |
| 7.8. Podzespoły urządzeń zasilających . . . . .                                                                    | 148        |
| <b>8. Układy elektryczne stosowane do zasilania urządzeń zabezpieczenia ru-<br/>chu kolejowego . . . . .</b>       | <b>170</b> |
| 8.1. Ogólne zasady zasilania . . . . .                                                                             | 170        |
| 8.2. Zasilanie obwodów w urządzeniach kluczowych i mechanicznych z syg-<br>nalizatorami kształtowymi . . . . .     | 171        |
| 8.3. Zasilanie obwodów w urządzeniach mechanicznych z sygnalizatorami<br>światelnymi . . . . .                     | 173        |
| 8.4. Zasilanie elektrycznych urządzeń suwakowych zrk . . . . .                                                     | 179        |
| 8.4.1. Elektryczne urządzenia suwakowe z sygnalizacją kształtową . . . . .                                         | 179        |
| 8.4.2. Urządzenia elektryczne suwakowe z sygnalizacją świetlną . . . . .                                           | 185        |
| 8.5. Zasilanie przekaźnikowych urządzeń zrk . . . . .                                                              | 193        |
| 8.5.1. Urządzenia przekaźnikowe systemu E . . . . .                                                                | 193        |



|                                                                                | Str.       |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.5.2. Urządzenia przekaźnikowe systemu PB . . . . .                           | 196        |
| 8.6. Zasilanie elektrycznych urządzeń na górkach rozrządowych . . . . .        | 199        |
| 8.7. Zasilanie elektrycznych urządzeń na przejazdach w poziomie szyn . . . . . | 202        |
| 8.8. Zasilanie liniowych urządzeń zrk . . . . .                                | 205        |
| 8.8.1. Zasilanie urządzeń samoczynnej blokady liniowej . . . . .               | 205        |
| 8.8.2. Zasilanie urządzeń zdalnego sterowania (ZS) . . . . .                   | 210        |
| 8.8.3. Zasilanie urządzeń SHP . . . . .                                        | 218        |
| <b>9. Siłownie w nastawniach . . . . .</b>                                     | <b>223</b> |
| 9.1. Wymagania techniczne . . . . .                                            | 223        |
| 9.1.1. Urządzenia siłowni . . . . .                                            | 223        |
| 9.1.2. Rozdzielnia . . . . .                                                   | 228        |
| 9.1.3. Akumulatornia . . . . .                                                 | 230        |
| 9.1.4. Przyłącze . . . . .                                                     | 231        |
| 9.1.5. Instalacje . . . . .                                                    | 232        |
| <b>10. Wytyczne projektowania urządzeń zasilających . . . . .</b>              | <b>233</b> |