

Spis treści

Wstęp / 11

1. Projekt budowlany i zasady jego uzgadniania / 13

- 1.1 Przepisy ogólne i wymagania podstawowe / 13
- 1.2 Postępowanie poprzedzające rozpoczęcie robót budowlanych. Zakres i forma projektu budowlanego / 15
- 1.3 Dane wyjściowe do projektowania / 37
- 1.4 Uzgadnianie i zatwierdzanie dokumentacji projektowej / 38

2. Podstawy zasilania budynków nieprzemysłowych / 43

- 2.1 Wymagania dotyczące lokalizacji urządzeń zasilających / 43
- 2.2 Charakterystyka systemu zasilania budynków użyteczności publicznej / 44
- 2.3 Przyłączenie podmiotów do sieci elektroenergetycznej / 46
- 2.4 Jakość energii elektrycznej / 51
 - 2.4.1 Standardy jakościowe obsługi odbiorców energii elektrycznej / 51
 - 2.4.2 Wymagania w zakresie jakości energii elektrycznej określone w normach / 56
 - 2.4.2.1 Wpływ wahania napięcia na pracę wybranych odbiorników / 60
 - 2.4.2.2 Harmoniczne, interharmoniczne i subharmoniczne oraz ich wpływ na pracę urządzeń oraz instalacji elektrycznych / 63
 - 2.4.2.2.1 Harmoniczne / 63
 - 2.4.2.2.2 Interharmoniczne i subharmoniczne / 78
- 2.5 Taryfy za energię elektryczną / 81
- 2.6 Niezawodność zasilania / 84
- 2.7 Zasilanie z sieci elektroenergetycznej / 92
 - 2.7.1 Układy sieci średniego napięcia / 93
 - 2.7.2 Układy sieci niskiego napięcia / 96
 - 2.7.3 Układy zasilania w sieciach elektroenergetycznych nn / 101
- 2.8 Odbiorniki energii elektrycznej / 103
- 2.9 Zasady obliczania mocy zapotrzebowanej / 131
 - 2.9.1 Budynki mieszkalne / 131
 - 2.9.2 Budynki użyteczności publicznej / 133
 - 2.9.3 Wyznaczanie mocy szczytowych w elementach sieci osiedlowej / 136
 - 2.9.4 Współczynnik jednoczesności i współczynnik zapotrzebowania / 137
- 2.10 Układy pomiarowe do rozliczeń zużytej energii elektrycznej / 138
 - 2.10.1 Układy pomiarowe / 138
 - 2.10.2 Dobór przekładników prądowych do układów pomiarowych półpośrednich / 148
 - 2.10.3 Dobór przekładników napięciowych do układów pomiarowych / 157
- 2.11 Wybrane zagadnienia dotyczące projektowania instalacji elektrycznych / 162

3. Sieciowe urządzenia zasilające / 175

- 3.1 Rozdzielnice niskiego napięcia / 175
- 3.2 Stacje transformatorowe SN/nn / 191
- 3.3 Dobór stacji transformatorowej / 203
- 3.4 Zabezpieczenia transformatorów średniego napięcia / 206
- 3.5 Zabezpieczenie stacji transformatorowo-rozdzielczej SN/nn / 209
- 3.6 Wymagania dotyczące lokalizacji budynkowych stacji transformatorowych pod względem ochrony ppoż. / 211
- 3.7 Optymalizacja położenia pojedynczej stacji transformatorowej / 217

4. Linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć / 227

4.1 Linie kablowe / 227

4.2 Linie napowietrzne / 256

4.2.1 Wymagania dla linii z przewodami pełnoizolowanymi oraz z przewodami niepełnoizolowanymi / 267

4.3 Ochrona odgromowa linii kablowych i napowietrznych / 277

4.4 Przejście z układu TN-C na układ TN-C-S (rozdział przewodu PEN na przewód PE oraz przewód N) / 278

5. Zwarcia / 283

5.1 Obliczanie zwarć. Początkowy prąd zwarciový / 283

5.2 Parametry elementów obwodu zwarciový / 287

5.2.1 Parametry zwarciový systemu elektroenergetycznego / 287

5.2.2 Parametry zwarciový pozostałych elementów obwodu zwarciový / 288

5.3 Obliczanie prądów zwarciových / 293

5.3.1 Prąd zwarciový udarowy / 293

5.3.2 Prąd zwarciový wyłączeniowy / 294

5.3.3 Prąd zwarciový zastępczy cieplny / 295

5.4 Udział silników w prądzie zwarciovým / 303

6. Dobór przewodów i ich zabezpieczeń / 309

6.1 Dobór przewodów w instalacjach elektrycznych / 309

6.1.1 Nagrzewanie kabli i przewodów / 309

6.1.2 Zasady doboru przewodów i kabli w instalacjach elektrycznych / 316

6.1.3 Dobór przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową / 317

6.1.4 Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na warunki zwarciových / 328

6.1.5 Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na warunek spadku napięcia / 337

6.1.6 Sprawdzenie dobranych przewodów na spadek napięcia przy rozruchu silników / 340

6.1.7 Sprawdzenie dobranych przewodów z warunku samoczynnego wyłączenia / 342

6.1.8 Przewody ochronne / 345

6.1.9 Wyznaczanie przekroju przewodu neutralnego w obwodach zasilających odbiorniki nieliniowe / 351

6.1.10 Dobór przewodów do zasilania urządzeń, które muszą funkcjonować w czasie pożaru / 355

6.2 Dobór zabezpieczeń / 369

6.2.1 Zasady zabezpieczania przetężeniowego / 369

6.2.2 Zabezpieczenia przewodów / 370

6.2.3 Wymagania zwarciových stawiane zabezpieczeniom / 376

6.3 Zabezpieczanie silników / 378

6.3.1 Zabezpieczenie zwarciových / 378

6.3.2 Zabezpieczenie bezpiecznikiem topikowym / 378

6.3.3 Zabezpieczenie przeciążeniowe / 380

6.3.4 Zabezpieczenie zanikowe / 381

6.4 Selektowność zabezpieczeń / 388

6.4.1 Selektowność działania przy kaskadowym połączeniu bezpieczników topikowych / 388

6.4.2 Selektowność działania przy kaskadowym połączeniu bezpiecznika topikowego z wyłącznikiem nadprądowym / 390

6.4.3 Selektowność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników nadprądowych / 394

6.4.4 Selektowność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników

różnicowoprądowych / 397

6.5 Zabezpieczenie przewodów połączonych równolegle / 403

7. Układy i urządzenia zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego / 417

7.1 Samoczynne załączanie rezerwy SZR / 417

7.2 SZR sieć/sieć / 418

7.3 Źródła zasilania gwarantowanego i awaryjnego oraz zasady ich doboru / 433

7.3.1 Zasilacze bezprzerwowe (UPS) / 433

7.3.2 UPS pracujący w trybie VFD (off-line) / 435

7.3.3 UPS pracujący w trybie VI (line interactive – sieciowo interaktywny) / 436

7.3.4 UPS pracujący w trybie VFI (on-line) / 436

7.3.5 Układy redundantne UPS / 438

7.3.6 Karta synchroniczna X-Slot Hot Sync – instalacja i oprzewodowanie / 442

7.3.7 Hot Sync™ – system pracy równoległej UPS Powerware / 442

7.3.8 Technologia Hot Sync™ – zasada działania / 444

7.3.9 ABM™ (Advanced Battery Management) – system nieciągłego ładowania baterii / 447

7.3.10 Dobór mocy zasilacza UPS / 450

7.3.11 Przykłady układów zasilania gwarantowanego o zwiększonej niezawodności / 454

7.4 Problemy z zasilaniem i rozwiązania UPS / 459

7.4.1 Wykaz danych technicznych UPS-a deklarowanych przez producenta / 461

7.5 Podstawy funkcjonalne zasilaczy UPS Eaton serii Powerware / 465

7.5.1 Funkcje elektryczne / 465

7.5.2 Działanie w warunkach normalnych / 466

7.5.3 Przerwa w zasilaniu sieciowym/praca autonomiczna z akumulatorów / 466

7.5.4 Przerwa normalna/ładowanie baterii / 466

7.5.5 Przełączenie na wewnętrzny tor obejściowy – włączony przełącznik statyczny / 466

7.5.6 Przełączenie na pracę normalną UPS-a / 467

7.5.7 Podwójne źródła energii w zasilaczach UPS / 467

7.5.8 Falownik / 467

7.5.9 Prostownik / 468

7.6 Opis pracy UPS-a w technologii beztransformatowej / 471

7.6.1 Budowa wewnętrzna systemu UPS / 471

7.6.2 Tryby pracy / 472

7.6.3 Ręczny przełącznik toru obejściowego EBS / 475

7.6.4 Ręczny przełącznik toru obejściowego MBS / 475

7.7 Algorytm doboru zasilaczy UPS / 483

7.7.1 Algorytm postępowania / 483

7.7.2 Procedura doboru zasilaczy UPS / 485

7.7.3 Wybór UPS-a / 489

7.8 Zasilacze dc – siłownie telekomunikacyjne (STK) / 494

7.9 Baterie kwasowo-ołowiowe / 499

7.9.1 Budowa akumulatora bezobsługowego VRLA / 500

7.10 Porównanie baterii klasycznych VLA i baterii z regulowanym zaworem VRLA / 501

7.10.1 Porównanie baterii VRLA w wykonaniu AGM i żelowych / 501

7.10.2 Zastosowania akumulatorów VRLA / 502

7.10.3 Ładowanie baterii / 503

7.10.4 Rozładowanie baterii / 503

7.10.5 Warunki pracy akumulatorów VRLA / 505

7.10.6 Procesy cieplne w akumulatorach VRLA / 505

7.10.7 Problemy występujące przy eksploatacji akumulatorów VRLA / 505

- 7.10.8 Składowanie / 506
- 7.11 Dobór baterii akumulatorów do zasilacza UPS / 507
 - 7.11.1 Elementy wpływające na dobór baterii akumulatorów / 507
- 7.12 Wymagania techniczne wyboru baterii akumulatorów (diagram) / 510
- 7.13 Dobór baterii do systemu UPS / 511
- 7.14 Dobór wentylacji pomieszczenia systemu baterii VRLA / 516
 - 7.14.1 Lista kontrolna systemu wentylacji baterii VRLA / 516
 - 7.14.2 Obliczenia wentylacji pomieszczenia baterii VRLA / 517
 - 7.14.3 Wyznaczenie bezpiecznej odległości od źródeł inicjacji wybuchu / 519
- 7.15 Zespoły prądotwórcze (ZP) / 520
 - 7.15.1 Dobór mocy zespołu prądotwórczego / 527
 - 7.15.2 Tandem UPS – zespół prądotwórczy / 531
 - 7.15.3 Rodzaje mocy zespołów prądotwórczych / 533
 - 7.15.4 Układy współpracy ZP z siecią elektroenergetyczną / 536
 - 7.15.4.1 SZR sieć/ZP / 536
 - 7.15.4.2 Ręczny przełącznik sieć/ZP / 536
 - 7.15.4.3 Automatyka SZR sieć/ZP z układem obejściowym / 537
 - 7.15.4.4 Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach napięcia awaryjnego i gwarantowanego / 537
 - 7.15.5 Wymagania dotyczące instalowania zespołów prądotwórczych / 542
 - 7.15.5.1 Warunki przyłączania / 542
 - 7.15.5.2 Warunki zabudowy / 542
 - 7.15.5.3 Projekt budowlany instalacji / 542
 - 7.15.5.4 Instrukcja ruchu i eksploatacji zespołu prądotwórczego (współpracy z siecią energetyki zawodowej) / 543
 - 7.15.5.5 Odbiór techniczny / 544
 - 7.15.6 Przykładowa instrukcja współpracy ruchowej zespołu prądotwórczego z siecią elektroenergetyczną / 545

8. Kompensacja mocy biernej / 553

- 8.1 Kompensacja mocy biernej indukcyjnej / 553
- 8.2 Kompensacja mocy biernej pojemnościowej / 576

9. Zasilanie terenu budowy i rozbiórki / 579

10. Zasilanie tymczasowe imprezy masowej / 593

11. Wymagania stawiane obiektom budowlanym łączności – zasilanie / 607

12. Zasilanie oświetlenia ulicznego / 613

13. Ochrona przeciwporażeniowa (zagadnienia wybrane) / 633

- 13.1 Działanie prądów na organizmy żywe / 633
- 13.2 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U \leq 1 \text{ kV}$ / 638
 - 13.2.1 Ochrona podstawowa / 641
 - 13.2.2 Ochrona przy uszkodzeniu / 641
 - 13.2.2.1 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TN / 642
 - 13.2.2.2 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TT / 646
 - 13.2.2.3 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach IT / 647
 - 13.2.3 Wyłącznik różnicowoprądowy / 655

- 13.2.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia / 659
- 13.2.5 Przewody PEN i PE w liniach elektroenergetycznych niskiego napięcia / 662
- 13.2.6 Uziemienia w sieciach TN i TT / 662
- 13.2.7 Punkty neutralne sieci niskiego napięcia łączone z uziomami stacji zasilających / 674
- 13.2.8 Połączenia wyrównawcze ochronne / 680
- 13.2.9 Zasilanie urządzeń w strefach nieobjętych połączeniami wyrównawczymi / 687
- 13.3 Ochrona przeciwporażeniowa przy zasilaniu z zespołu prądowórczego (ZP) / 690
- 13.4 Ochrona przeciwporażeniowa w układach zasilania gwarantowanego UPS / 697
- 13.5 Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym (zagadnienia wybrane) / 704
 - 13.5.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach kąpielowych oraz baseny pływackie i inne / 704
 - 13.5.2 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych / 709
 - 13.5.2.1 Pomieszczenia użytkowane medycznie / 711
 - 13.5.2.2 Koncepcja ochrony przeciwporażeniowej / 711
 - 13.5.2.3 Układ IT / 712
 - 13.5.2.4 Elektryczność statyczna / 715
 - 13.5.2.5 Ochrona przeciwprzepięciowa / 715
 - 13.5.2.6 Pola elektromagnetyczne (PEM) / 715
- 13.6 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U > 1 \text{ kV}$ / 719

14. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane) / 725

- 14.1 Rodzaj i terminy badań / 725
 - 14.1.1 Wymagania określone w normie PN-HD 60364-6 / 725
 - 14.1.2 Wymagania odnośnie dokładności pomiarów / 728
 - 14.1.3 Prawna kontrola metrologiczna / 728
 - 14.1.4 Częstość wykonywania okresowych badań na terenach budowy / 730
- 14.2 Badanie ciągłości połączeń przewodów ochronnych / 730
- 14.3 Pomiary rezystancji izolacji / 731
- 14.4 Badanie samoczynnego wyłączenia w instalacjach / 735
 - 14.4.1 Badanie samoczynnego wyłączenia zwarcia w instalacjach z zabezpieczeniami zwarciovymi bez wyłączników różnicowoprądowych / 735
- 14.5 Ogólne warunki wykonywania badań instalacji z wyłącznikami różnicowoprądowymi / 737
- 14.6 Pomiar prądów upływowych w instalacji elektrycznej / 741
- 14.7 Pomiar rezystancji podłogi i ścian / 741
- 14.8 Spadek napięcia / 742
- 14.9 Pomiar rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu / 743
- 14.10 Badania zespołów prądowórczych (ZP) / 746
- 14.11 Wykonywanie pomiarów eksploatacyjnych dla transformatorów elektroenergetycznych / 752
- 14.12 Pomiary eksploatacyjne baterii kondensatorów statycznych w układach kompensacji mocy biernej o napięciu znamionowym do 1 kV / 756
- 14.13 Pomiary eksploatacyjne urządzeń napędowych o napięciu znamionowym do 1 kV / 758
- 14.14 Badanie ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania w obwodach zasilanych przez UPS / 759
- 14.15 Badanie i pomiary baterii akumulatorów / 762

LITERATURA / 765

ZAŁĄCZNIKI / 773

- Załącznik 1 Tabele doboru kabli i przewodów / 775
- Załącznik 2 Symbole graficzne stosowane w schematach elektrycznych i mapach geodezyjnych (wybrane) / 811
- Załącznik 3 Tabele rezystancji i reaktancji transformatorów, linii napowietrznych i kabli (wybranych) / 825
- Załącznik 4 Przegląd i kontrola instalacji elektrycznych i instalacji (urządzeń) piorunochronnych w budynku / 827
- Załącznik 5 Ochrona sprzętu i urządzeń elektrycznych przez obudowy. Kodowanie barwami elementów manipulacyjnych / 842
- Załącznik 6 Wybrane definicje z zakresu elektryki / 845
- Załącznik 7 Zasady udzielania świadectw kwalifikacyjnych D i E / 854
- Załącznik 8 Charakterystyki wybranych aparatów elektrycznych / 861
- Załącznik 9 Prawne aspekty wykonywania pomiarów ochronnych / 880
- Załącznik 10 Tabele pomocnicze do oceny skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania / 890

DODATKI / 895

- Dodatek 1 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych oraz ochrona przepięciowa w instalacjach elektrycznych obiektów budowlanych (zagadnienia wybrane) / 897
- Dodatek 2 Wzajemne sytuowanie obiektów budowlanych i sieci elektroenergetycznych / 938
- Dodatek 3 Podstawy projektowania ogrzewania elektrycznego / 979
- Dodatek 4 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem oraz wentylacja w pomieszczeniach ładowania akumulatorów / 1012
- Dodatek 5 Pożary w pomieszczeniach i krzywe symulujące pożary / 1045
- Dodatek 6 Wymagania dotyczące instalowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu / 1057
- Dodatek 7 Oświetlenie awaryjne w budynkach oraz wymagania dotyczące zasilania awaryjnego w tunelach komunikacyjnych / 1061
- Dodatek 8 Zagrożenie pożarowe oraz porażeniowe pochodzące od ograniczników przepięć (SPD) / 1081
- Dodatek 9 Zasady projektowania sterowań instalacjami do odprowadzania dymu i ciepła / 1092
- Dodatek 10 Ochrona pożarowa kanałów i tuneli kablowych / 1116
- Dodatek 11 Zasilanie pompowni przeciwpożarowych / 1142
- Dodatek 12 Wyłącznik selektywny / 1160
- Dodatek 13 Obliczanie energii zapotrzebowanej przez oświetlenie wbudowane dla potrzeb charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową / 1176
- Dodatek 14 Zasady opracowywania instrukcji techniczno-ruchowej dla rozdzielnic SN i WN / 1186
- Dodatek 15 Zwarcia łukowe w obwodach elektrycznych – niebezpieczne iskrzenie. Źródło: firma Siemens / 1195
- Dodatek 16 Przykłady specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych – płyta CD