

Spis treści - tom 1

Wstęp / 15

1. Projekt budowlany i zasady jego uzgadniania / 17

1.1 Przepisy ogólne i wymagania podstawowe / 17

1.2 Postępowanie poprzedzające rozpoczęcie robót budowlanych. Zakres i forma projektu budowlanego / 20

1.3 Dane wyjściowe do projektowania / 52

1.4 Uzgadnianie i zatwierdzanie dokumentacji projektowej / 54

2. Podstawy zasilania budynków nieprzemysłowych / 69

2.1 Wymagania dotyczące lokalizacji urządzeń zasilających / 69

2.2 Charakterystyka systemu zasilania budynków użyteczności publicznej / 70

2.3 Przyłączenie podmiotów do sieci elektroenergetycznej / 72

2.3.1. Przyłączanie mikroinstalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej / 77

2.4 Jakość energii elektrycznej / 79

2.4.1 Standardy jakościowe obsługi odbiorców energii elektrycznej / 79

2.4.2 Wymagania w zakresie jakości energii elektrycznej określone w normach / 84

2.4.2.1 Wpływ wahanía napięcia na pracę wybranych odbiorników / 88

2.4.2.2 Harmoniczne, interharmoniczne i subharmoniczne oraz ich wpływ na pracę urządzeń oraz instalacji elektrycznych / 91

2.4.2.2.1 Harmoniczne / 91

2.4.2.2.2 Interharmoniczne i subharmoniczne / 106

2.5 Taryfy za energię elektryczną / 109

2.6 Niezawodność zasilania / 112

2.7 Zasilanie z sieci elektroenergetycznej / 120

2.7.1 Układy sieci średniego napięcia / 121

2.7.2 Układy sieci niskiego napięcia / 124

2.7.3 Układy zasilania w sieciach elektroenergetycznych nn / 129

2.8 Odbiorniki energii elektrycznej / 131

2.9 Zasady obliczania mocy zapotrzebowanej / 166

2.9.1 Ogólna charakterystyka wyznaczania mocy szczytowej i zapotrzebowanej / 166

2.9.2 Budynki mieszkalne / 168

2.9.2.1 Statystyczna metoda wyznaczania współczynnika jednoczesności / 170

2.9.2.2 Wyznaczanie współczynnika jednoczesności szczytów dla układów złożonych / 175

2.9.3 Budynki użyteczności publicznej / 179

2.9.3.1 Wyznaczanie mocy szczytowych w elementach sieci osiedlowej / 182

2.10 Układy pomiarowe do rozliczeń zużytej energii elektrycznej / 183

2.10.1 Układy pomiarowe / 183

2.10.2 Dobór przekładników prądowych do układów pomiarowych półpośrednich / 193

2.10.3 Dobór przekładników napięciowych do układów pomiarowych / 202

2.11 Wybrane zagadnienia dotyczące projektowania instalacji elektrycznych / 207

2.12 Uproszczony projekt instalacji elektrycznych piwnic lokatorskich w budynku wielorodzinnym / 222

2.13 Uproszczony projekt zasilania szafek zasilania jachtów w jachtowym porcie śródlądowym / 229

2.14 Uproszczony projekt automatyki priorytetu w instalacji domowej / 234

3. Sieciowe urządzenia zasilające / 237

3.1 Rozdzielnice niskiego napięcia / 237

3.1.1 Przewody szynowe / 256

3.2 Stacje transformatorowe SN/nn / 276

3.3 Dobór stacji transformatorowej / 299

3.4 Zabezpieczenia transformatorów średniego napięcia / 303

3.5 Zabezpieczenie transformatorów po stronie niskiego napięcia / 310

3.6 Wymagania dotyczące lokalizacji kontenerowych stacji transformatorowych pod względem ochrony ppoż. / 311

3.7 Optymalizacja położenia pojedynczej stacji transformatorowej / 322

4. Linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć / 333

4.1 Linie kablowe / 333

4.2 Linie napowietrzne / 366

4.2.1 Wymagania oraz elementy konstrukcji / 366

4.2.2 Wymagania dla linii z przewodami pełnoizolowanymi oraz z przewodami niepełnoizolowanymi / 378

4.3 Ochrona odgromowa linii kablowych i napowietrznych / 388

4.4 Przejście z układu TN-C na układ TN-C-S (rozdziół przewodu PEN na przewód PEN oraz przewód N) / 389

4.5 Mechanika przewodów linii napowietrznych / 393

4.6 Siły działające na słupy oraz na posadowiane słupów / 440

4.7 Przykłady uproszczonych projektów linii elektroenergetycznych nn oraz SN / 454

4.7.1 Uproszczony projekt przyłącza kablowego SN do elektroenergetycznej linii napowietrznej SN do zasilania słupowej kablowej stacji transformatorowej SN/nn / 454

4.7.2 Uproszczony projekt rozbudowy elektroenergetycznej linii napowietrzno-kablowej / 467

4.7.3 Uproszczony projekt obiektowej elektroenergetycznej sieci kablowej SN / 479

4.7.4 Uproszczony projekt rozbudowy elementu elektroenergetycznej sieci kablowej SN / 488

4.7.5 Uproszczony projekt przyłącza napowietrznego do linii elektroenergetycznej 3x230/400 V / 495

4.7.6 Uproszczony projekt przyłącza kablowego do elektroenergetycznej linii napowietrznej / 501

5. Zwarcia / 509

5.1 Obliczanie zwarć. Początkowy prąd zwarcia / 509

5.2 Parametry elementów obwodu zwarcia / 513

5.2.1 Parametry zwarcia systemu elektroenergetycznego / 513

5.2.2 Parametry zwarcia pozostałych elementów obwodu zwarcia / 514

5.3 Obliczanie prądów zwarcia / 519

5.3.1 Prąd zwarcia udarowy / 519

5.3.2 Prąd zwarcia wyłączeniowy / 520

5.3.3 Prąd zwarcia zastępczy cieplny / 521

5.4 Udział silników w prądzie zwarcia / 528

5.5. Praktyczne aspekty obliczania zwarć metodą składowych symetrycznych / 533

5.5.1. Podstawy i matematyczne przekształcenia / 533

5.5.1.1. Wybrane zagadnienia algebry liniowej / 533

5.5.1.2. Podstawy matematyczne teorii składowych symetrycznych / 544

5.5.1.3. Podstawowe twierdzenia dotyczące metody składowych symetrycznych / 548

5.5.2. Praktyczne zastosowanie metody składowych symetrycznych / 549

5.5.2.1. Zwarcie jednofazowe z ziemią / 549

5.5.2.2. Dwufazowe zwarcie z ziemią / 550

5.5.2.3. Zwarcie trójfazowe symetryczne / 552

5.5.2.4. Praktyczne aspekty stosowania metody składowych symetrycznych / 553

6. Dobór przewodów i ich zabezpieczeń / 561

6.1 Dobór przewodów w instalacjach elektrycznych / 561

- 6.1.1 Nagrzewanie kabli i przewodów / 561
- 6.1.2 Zasady doboru przewodów i kabli w instalacjach elektrycznych / 567
- 6.1.3 Dobór przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową / 568
- 6.1.4 Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na warunki zwarciove / 580
- 6.1.5 Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na warunek spadku napięcia / 589
- 6.1.6 Sprawdzenie dobranych przewodów na spadek napięcia przy rozruchu silników / 592
- 6.1.7 Sprawdzenie dobranych przewodów z warunku samoczynnego wyłączenia / 594
- 6.1.8 Przewody ochronne / 597
- 6.1.9 Wyznaczanie przekroju przewodu neutralnego w obwodach zasilających odbiorniki nieliniowe / 603
- 6.1.10 Dobór przewodów do zasilania urządzeń, które muszą funkcjonować w czasie pożaru / 607
- 6.2 Dobór zabezpieczeń / 621
 - 6.2.1 Zasady zabezpieczania przetężeniowego / 621
 - 6.2.2 Zabezpieczenia przewodów / 622
 - 6.2.3 Wymagania zwarciove stawiane zabezpieczeniom / 629
 - 6.2.4 Zabezpieczenia instalacji elektrycznych niskiego napięcia od skutków łukowych / 636
- 6.3 Zabezpieczanie silników / 640
 - 6.3.1 Zabezpieczenie zwarciove / 640
 - 6.3.2 Zabezpieczenie bezpiecznikiem topikowym / 640
 - 6.3.3 Zabezpieczenie przeciążeniowe / 642
 - 6.3.4 Zabezpieczenie zanikowe / 643
- 6.4 Selektyność zabezpieczeń / 651
 - 6.4.1 Selektyność działania przy kaskadowym połączeniu bezpieczników topikowych / 651
 - 6.4.2 Selektyność działania przy kaskadowym połączeniu bezpiecznika topikowego z wyłącznikiem nadprądowym / 653
 - 6.4.3 Selektyność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników nadprądowych / 657
 - 6.4.4 Selektyność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników różnicowoprądowych / 660
- 6.5 Zabezpieczenie przewodów połączonych równolegle / 666
- 7. Układy i urządzenia zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego / 679
 - 7.1 Samoczynne załączanie rezerwy SZR / 679
 - 7.2 SZR sieć/sieć / 680

7.3 Źródła zasilania gwarantowanego i awaryjnego oraz zasady ich doboru / 695

7.3.1 Zasilacze bezprzerwowe (UPS) / 695

7.3.2 UPS pracujący w trybie VFD (off-line) / 697

7.3.3 UPS pracujący w trybie VI (line interactive – sieciowo interaktywny) / 698

7.3.4 UPS pracujący w trybie VFI (on-line) / 698

7.3.5 Układy redundantne UPS / 700

7.3.6 Karta synchroniczna X-Slot Hot Sync – instalacja i oprzewodowanie / 704

7.3.7 Hot Sync™ – system pracy równoległej UPS Powerware / 704

7.3.8 Technologia Hot Sync™ – zasada działania / 706

7.3.9 ABMTM (Advanced Battery Management) – system nieciągłego ładowania baterii / 709

7.3.10 Dobór mocy zasilacza UPS / 712

7.3.11 Przykłady układów zasilania gwarantowanego o zwiększonej niezawodności / 716

7.4 Problemy z zasilaniem i rozwiązania UPS / 721

7.4.1 Wykaz danych technicznych UPS-a deklarowanych przez producenta / 723

7.5 Podstawy funkcjonalne zasilaczy UPS Eaton serii Powerware 727

7.5.1 Funkcje elektryczne / 727

7.5.2 Działanie w warunkach normalnych / 728

7.5.3 Przerwa w zasilaniu sieciowym/praca autonomiczna z akumulatorów / 728

7.5.4 Przerwa normalna/ładowanie baterii / 728

7.5.5 Przełączenie na wewnętrzny tor obejściowy – włączony przełącznik statyczny / 728

7.5.6 Przełączenie na pracę normalną UPS-a / 729

7.5.7 Podwójne źródła energii w zasilaczach UPS / 729

7.5.8 Falownik / 729

7.5.9 Prostownik / 730

7.6 Opis pracy UPS-a w technologii beztransformatorowej / 734

7.6.1 Budowa wewnętrzna systemu UPS / 734

7.6.2 Tryby pracy / 734

7.6.3 Ręczny przełącznik toru obejściowego EBS / 737

7.6.4 Ręczny przełącznik toru obejściowego MBS / 738

7.7 Algorytm doboru zasilaczy UPS / 746

7.7.1 Algorytm postępowania / 746

7.7.2 Procedura doboru zasilaczy UPS / 748

7.7.3 Wybór UPS-a / 752

7.8 Zasilacze dc – siłownie telekomunikacyjne (STK) / 757

7.9 Baterie akumulatorów / 764

7.9.1 Baterie kwasowo-ołowiowe / 764

7.9.2 Budowa akumulatora bezobsługowego VRLA / 765

7.9.3 Akumulatory litowo-jonowe (Li-ion) / 766

7.10 Porównanie baterii klasycznych VLA i baterii z regulowanym zaworem VRLA / 771

7.10.1 Porównanie baterii VRLA w wykonaniu AGM i żelowych / 771

7.10.2 Zastosowania akumulatorów VRLA / 773

7.10.3 Ładowanie baterii / 773

7.10.4 Rozładowanie baterii / 774

7.10.5 Warunki pracy akumulatorów VRLA / 775

7.10.6 Procesy cieplne w akumulatorach VRLA / 776

7.10.7 Problemy występujące przy eksploatacji akumulatorów VRLA / 776

7.10.8 Składowanie / 777

7.11 Dobór baterii akumulatorów do zasilacza UPS / 778

7.11.1 Elementy wpływające na dobór baterii akumulatorów / 778

7.12 Wymagania techniczne wyboru baterii akumulatorów (diagram) / 781

7.13 Dobór baterii do systemu UPS / 782

7.14 Dobór wentylacji pomieszczenia systemu baterii VRLA / 795

7.14.1 Lista kontrolna systemu wentylacji baterii VRLA / 795

7.14.2 Obliczanie wentylacji przedziału bateryjnego UPS / 797

7.14.3 Obliczenia wentylacji pomieszczenia baterii VRLA / 799

7.14.4 Wyznaczenie bezpiecznej odległości od źródeł inicjacji wybuchu / 802

7.15 Zespoły prądotwórcze (ZP) / 803

7.15.1 Dobór mocy zespołu prądotwórczego / 810

7.15.2 Tandem UPS – zespół prądotwórczy / 814

7.15.3 Rodzaje mocy zespołów prądotwórczych / 816

7.15.4 Układy współpracy ZP z siecią elektroenergetyczną / 819

7.15.4.1 SZR sieć/ZP / 819

7.15.4.2 Ręczny przełącznik sieć/ZP / 819

7.15.4.3 Automatyka SZR sieć/ZP z układem obejściowym / 820

7.15.4.4 Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach napięcia awaryjnego i gwarantowanego / 820

7.15.5 Wymagania dotyczące instalowania zespołów prądotwórczych / 825

7.15.5.1 Warunki przyłączania / 825

7.15.5.2 Warunki zabudowy / 825

7.15.5.3 Projekt budowlany instalacji / 825

7.15.5.4 Instrukcja ruchu i eksploatacji zespołu prądotwórczego (współpracy z siecią energetyki zawodowej) / 826

7.15.5.5 Odbiór techniczny / 827

7.15.6 Przykładowa instrukcja współpracy ruchowej zespołu prądotwórczego z siecią elektroenergetyczną / 828

7.15.7 Uproszczony projekt tymczasowego zasilania osiedla mieszkaniowego z wykorzystaniem mobilnego zespołu prądotwórczego / 836

8. Kompensacja mocy biernej / 843

8.1 Wstęp / 843

8.2 Kompensacja mocy biernej indukcyjnej / 858

8.2.1 Wiadomości podstawowe / 858

8.2.2 Dobór baterii do kompensacji mocy biernej indukcyjnej / 867

8.2.3 Zasady przyłączania baterii kondensatorów do stacji transformatorowych pracujących z automatyką SZR / 874

8.2.4 Kompensacja mocy biernej podczas zasilania obiektów ze źródła awaryjnego / 886

8.3 Kompensacja mocy biernej pojemnościowej / 887

9. Zasilanie terenu budowy i rozbiórki / 891

10. Zasilanie tymczasowe imprezy masowej / 905

11. Wymagania stawiane obiektom budowlanym łączności – zasilanie / 919

12. Zasilanie oświetlenia ulicznego / 925

13. Ochrona przeciwporażeniowa (zagadnienia wybrane) / 949

13.1 Działanie prądów na organizmy żywe / 949

13.2 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U \leq 1$ kV / 956

13.2.1 Ochrona podstawowa / 959

13.2.2 Ochrona przy uszkodzeniu / 959

13.2.2.1 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TN / 960

13.2.2.2 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TT / 964

13.2.2.3 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach IT / 965

13.2.3 Wyłącznik różnicowoprądowy / 976

13.2.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia / 980

13.2.5 Przewody PEN i PE w liniach elektroenergetycznych niskiego napięcia / 983

13.2.6 Uziemienia w sieciach TN i TT / 983

13.2.7 Punkty neutralne sieci niskiego napięcia łączone z uziomami stacji zasilających / 1002

13.2.8 Połączenia wyrównawcze ochronne / 1008

13.2.9 Zasilanie urządzeń w strefach nieobjętych połączeniami wyrównawczymi / 1015

13.3 Ochrona przeciwporażeniowa przy zasilaniu z zespołu prądotwórczego (ZP) / 1018

13.4 Ochrona przeciwporażeniowa w układach zasilania gwarantowanego UPS / 1025

13.5 Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym (zagadnienia wybrane) / 1032

13.5.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach kąpielowych oraz baseny pływackie i inne / 1032

13.5.2 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych / 1037

13.5.2.1 Pomieszczenia użytkowane medycznie / 1038

13.5.2.2 Koncepcja ochrony przeciwporażeniowej / 1039

13.5.2.3 Układ IT / 1039

13.5.2.4 Elektryczność statyczna / 1042

13.5.2.5 Ochrona przeciwprzebieciowa / 1042

13.5.2.6 Pola elektromagnetyczne (PEM) / 1043

13.5.3 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych / 1047

13.6 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U > 1$ kV / 1054

14. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane) / 1061

14.1 Rodzaj i terminy badań / 1061

14.1.1 Wymagania określone w normie PN-HD 60364-6 / 1062

14.1.2 Wymagania odnośnie dokładności pomiarów / 1064

14.1.3 Prawna kontrola metrologiczna / 1067

14.1.4 Kontrola stanu instalacji elektrycznych niskiego napięcia / 1069

14.1.5 Częstość wykonywania okresowych badań na terenach budowy / 1070

14.2 Próba ciągłości połączeń / 1070

14.3 Pomiary rezystancji izolacji / 1072

14.4 Badanie samoczynnego wyłączenia w instalacjach / 1075

14.4.1 Badanie samoczynnego wyłączenia zwarcia w instalacjach z zabezpieczeniami zwarciovymi bez wyłączników różnicowoprądowych / 1078

14.5 Ogólne warunki wykonywania badań instalacji z wyłącznikami różnicowoprądowymi / 1080

14.6 Pomiar prądów upływowych w instalacji elektrycznej / 1084

14.7 Pomiar rezystancji podłogi i ścian / 1084

14.8 Spadek napięcia / 1086

14.9 Pomiar rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu / 1086

14.10 Badania zespołów prądowórczych (ZP) / 1090

14.11 Wykonywanie pomiarów eksploatacyjnych dla transformatorów elektroenergetycznych / 1097

14.12 Pomiary eksploatacyjne baterii kondensatorów statycznych w układach kompensacji mocy biernej o napięciu znamionowym do 1kV / 1100

14.13 Pomiary eksploatacyjne urządzeń napędowych o napięciu znamionowym do 1 kV / 1102

14.14 Badanie ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania w obwodach zasilanych przez UPS / 1102

14.15 Badanie i pomiary baterii akumulatorów / 1106

14.16 Wybrane pomiary kabli elektroenergetycznych / 1110

14.17 Zmiany wymagań wprowadzone przez normę PN-HD 60364-6:2019-12P / 1112

14.18 Konserwacja i sprawdzanie LPS / 1114

14.19 Sprawdzanie natężenia i rodzaju oświetlenia w pomieszczeniach / 1118

LITERATURA / 1120