

SPIS TREŚCI TOMU 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 wahań 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	183
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	254
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 (rozdzielnik 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 napowietrzego 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 zwarc. Początkowy prąd zwarciovy	509
5.2 Parametry elementów obwodu zwarciovyego	513
5.2.1 Parametry zwarciove systemu elektroenergetycznego	513
5.2.2 Parametry zwarciove pozostałych elementów obwodu zwarciovyego	514
5.3 Obliczanie prądów zwarciovych	519
5.3.1 Prąd zwarciovy udarowy	519
5.3.2 Prąd zwarciovy wyłączeniowy	520
5.3.3 Prąd zwarciovy zastępczy cieplny	521
5.4 Udział silników w prądzie zwarciovyym	528
5.5. Praktyczne aspekty obliczania zwarc metołą 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	557
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	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu bezpiecznika topikowego z wyłącznikiem nadprądowym	653
6.4.3	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników nadprądowych	657
6.4.4	Selektywność 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	ABM™ (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	763
7.9.1	Baterie kwasowo-ołowiowe	763
7.9.2	Budowa akumulatora bezobsługowego VRLA	764
7.9.3	Akumulatory litowo-jonowe (Li-ion)	767

7.10	Porównanie baterii klasycznych VLA i baterii z regulowanym zaworem VRLA	770
7.10.1	Porównanie baterii VRLA w wykonaniu AGM i żelowych	771
7.10.2	Zastosowania akumulatorów VRLA	772
7.10.3	Ładowanie baterii	773
7.10.4	Rozładowanie baterii	773
7.10.5	Warunki pracy akumulatorów VRLA	775
7.10.6	Procesy cieplne w akumulatorach VRLA	775
7.10.7	Problemy występujące przy eksploatacji akumulatorów VRLA	775
7.10.8	Składowanie	776
7.11	Dobór baterii akumulatorów do zasilacza UPS	777
7.11.1	Elementy wpływające na dobór baterii akumulatorów	777
7.12	Wymagania techniczne wyboru baterii akumulatorów (diagram)	780
7.13	Dobór baterii do systemu UPS	781
7.14	Dobór wentylacji pomieszczenia systemu baterii VRLA	794
7.14.1	Lista kontrolna systemu wentylacji baterii VRLA	594
7.14.2	Obliczanie wentylacji przedziału bateryjnego UPS	596
7.14.3	Obliczenia wentylacji pomieszczenia baterii VRLA	798
7.14.4	Wyznaczenie bezpiecznej odległości od źródeł inicjacji wybuchu	801
7.15	Zespoły prądowców (ZP)	802
7.15.1	Dobór mocy zespołu prądowczego	809
7.15.2	Tandem UPS – zespół prądowczy	813
7.15.3	Rodzaje mocy zespołów prądowczych	815
7.15.4	Układy współpracy ZP z siecią elektroenergetyczną	818
7.15.4.1	SZR sieć/ZP	818
7.15.4.2	Ręczny przetącnik sieć/ZP	818
7.15.4.3	Automatyka SZR sieć/ZP z układem obejściowym	819
7.15.4.4	Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach napięcia awaryjnego i gwarantowanego	819
7.15.5	Wymagania dotyczące instalowania zespołów prądowczych	824
7.15.5.1	Warunki przyłączania	824
7.15.5.2	Warunki zabudowy	824
7.15.5.3	Projekt budowlany instalacji	824
7.15.5.4	Instrukcja ruchu i eksploatacji zespołu prądowczego (współpracy z siecią energetyki zawodowej)	825
7.15.5.5	Odbiór techniczny	826
7.15.6	Przykładowa instrukcja współpracy ruchowej zespołu prądowczego z siecią elektroenergetyczną	827
7.15.7	Uproszczony projekt tymczasowego zasilania osiedla mieszkaniowego z wykorzystaniem mobilnego zespołu prądowczego	835
8.	Kompensacja mocy biernej	841
8.1	Wstęp	841
8.2	Kompensacja mocy biernej indukcyjnej	856
8.2.1	Wiadomości podstawowe	856
8.2.2	Dobór baterii do kompensacji mocy biernej indukcyjnej	865
8.2.3	Zasady przyłączania baterii kondensatorów do stacji transformatorowych pracujących z automatyką SZR	872
8.2.4	Kompensacja mocy biernej podczas zasilania obiektów ze źródła awaryjnego	884
8.3	Kompensacja mocy biernej pojemnościowej	885

9. Zasilanie terenu budowy i rozbiórki	889
10. Zasilanie tymczasowe imprezy masowej	903
11. Wymagania stawiane obiektom budowlanym łączności – zasilanie	917
12. Zasilanie oświetlenia ulicznego	923
13. Ochrona przeciwporażeniowa (zagadnienia wybrane)	947
13.1 Działanie prądów na organizmy żywe	947
13.2 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U \leq 1$ kV.	954
13.2.1 Ochrona podstawowa.	957
13.2.2 Ochrona przy uszkodzeniu.	957
13.2.2.1 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TN	958
13.2.2.2 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TT	962
13.2.2.3 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach IT	963
13.2.3 Wyłącznik różnicowoprądowy	974
13.2.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia	978
13.2.5 Przewody PEN i PE w liniach elektroenergetycznych niskiego napięcia	981
13.2.6 Uziemienia w sieciach TN i TT	981
13.2.7 Punkty neutralne sieci niskiego napięcia łączone z uziomami stacji zasilających. . .	1000
13.2.8 Połączenia wyrównawcze ochronne	1006
13.2.9 Zasilanie urządzeń w strefach nieobjętych połączeniami wyrównawczymi	1013
13.3 Ochrona przeciwporażeniowa przy zasilaniu z zespołu prądotwórczego (ZP).	1016
13.4 Ochrona przeciwporażeniowa w układach zasilania gwarantowanego UPS	1023
13.5 Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym (zagadnienia wybrane)	1030
13.5.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach kąpielowych oraz baseny pływackie i inne	1030
13.5.2 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych	1035
13.5.2.1 Pomieszczenia użytkowane medycznie.	1936
13.5.2.2 Koncepcja ochrony przeciwporażeniowej.	1037
13.5.2.3 Układ IT.	1037
13.5.2.4 Elektryczność statyczna.	1040
13.5.2.5 Ochrona przeciwprzepięciowa.	1040
13.5.2.6 Pola elektromagnetyczne (PEM)	1041
13.5.3 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych	1045
13.6 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U > 1$ kV	1052
14. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane)	1059
14.1 Rodzaj i terminy badań	1059
14.1.1 Wymagania określone w normie PN-HD 60364-6	1060
14.1.2 Wymagania odnośnie dokładności pomiarów.	1062
14.1.3 Prawna kontrola metrologiczna	1065
14.1.4 Kontrola stanu instalacji elektrycznych niskiego napięcia.	1067
14.1.5 Częstość wykonywania okresowych badań na terenach budowy	1068

14.2	Próba ciągłości połączeń	1068
14.3	Pomiary rezystancji izolacji	1070
14.4	Badanie samoczynnego wyłączenia w instalacjach	1073
14.4.1	Badanie samoczynnego wyłączenia zwarcia w instalacjach z zabezpieczeniami zwarciovymi bez wyłączników różnicowoprądowych	1076
14.5	Ogólne warunki wykonywania badań instalacji z wyłącznikami różnicowoprądowymi	1078
14.6	Pomiar prądów upływowych w instalacji elektrycznej	1082
14.7	Pomiar rezystancji podłogi i ścian	1082
14.8	Spadek napięcia	1084
14.9	Pomiar rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu	1084
14.10	Badania zespołów prądowórczych (ZP)	1088
14.11	Wykonywanie pomiarów eksploatacyjnych dla transformatorów elektroenergetycznych ..	1095
14.12	Pomiary eksploatacyjne baterii kondensatorów statycznych w układach kompensacji mocy biernej o napięciu znamionowym do 1 kV	1098
14.13	Pomiary eksploatacyjne urządzeń napędowych o napięciu znamionowym do 1 kV	1100
14.14	Badanie ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania w obwodach zasilanych przez UPS	1100
14.15	Badanie i pomiary baterii akumulatorów	1104
14.16	Wybrane pomiary kabli elektroenergetycznych	1108
14.17	Zmiany wymagań wprowadzone przez normę PN-HD 60364-6:2019-12P	1110
14.18	Konserwacja i sprawdzanie LPS	1112
14.19	Sprawdzanie natężenia i rodzaju oświetlenia w pomieszczeniach	1116
LITERATURA		1118