

SPIS TREŚCI

Wstęp	11
1. Projekt budowlany i zasady jego uzgadniania	13
1.1 Przepisy ogólne i wymagania podstawowe	13
1.2 Zakres projektu budowlanego	15
1.3 Dane wyjściowe do projektowania	28
1.4 Uzgadnianie i zatwierdzanie dokumentacji projektowej	30
2. Podstawy zasilania budynków nieprzemysłowych	35
2.1 Wymagania dotyczące lokalizacji urządzeń zasilających	35
2.2 Charakterystyka systemu zasilania budynków użyteczności publicznej	36
2.3 Przyłączenie podmiotów do sieci elektroenergetycznej	38
2.4 Jakość energii elektrycznej	43
2.4.1 Standardy jakościowe obsługi odbiorców energii elektrycznej	43
2.4.2 Wymagania w zakresie jakości energii elektrycznej określone w normach	48
2.4.2.1 Wpływ wahań napięcia na pracę wybranych odbiorników	52
2.4.2.2 Harmoniczne, interharmoniczne i subharmoniczne oraz ich wpływ na pracę urządzeń oraz instalacji elektrycznych	55
2.4.2.2.1 Harmoniczne	55
2.4.2.2.2 Interharmoniczne i subharmoniczne	70
2.5 Taryfy za energię elektryczną	73
2.6 Zasilanie z sieci elektroenergetycznej	74
2.6.1 Układy sieci średniego napięcia	75
2.6.2 Układy sieci niskiego napięcia	78
2.6.3 Układy zasilania w sieciach elektroenergetycznych nn	83
2.7 Odbiorniki energii elektrycznej	85
2.8 Zasady obliczania mocy zapotrzebowanej	113
2.8.1 Budynki mieszkalne	113
2.8.2 Budynki użyteczności publicznej	115
2.9 Układy pomiarowe do rozliczeń zużytej energii elektrycznej	118
2.9.1 Układy pomiarowe	118
2.9.2 Dobór przekładników prądowych do układów pomiarowych pośrednich	123
2.9.3 Dobór przekładników napięciowych do układów pomiarowych	133
2.10 Wybrane zagadnienia dotyczące projektowania instalacji elektrycznych	138
3. Sieciowe urządzenia zasilające	151
3.1 Rozdzielnice niskiego napięcia	151
3.2 Stacje transformatorowe SN/nn	166
3.3 Dobór stacji transformatorowej	179
3.4 Zabezpieczenia transformatorów średniego napięcia	181
3.5 Zabezpieczenie stacji transformatorowo-rozdzielczej SN/nn	184
3.6 Wymagania dotyczące lokalizacji budynkowych stacji transformatorowych pod względem ochrony ppoż. ..	185
4. Linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć	191
4.1 Linie kablowe	191
4.2 Linie napowietrzne	220
4.2.1 Wymagania dla linii z przewodami pełnoizolowanymi oraz z przewodami niepełnoizolowanymi ..	230

4.3	Ochrona odgromowa linii kablowych i napowietrznych	241
4.4	Przejście z układu TN-C na układ TN-C-S (rozdział przewodu PEN na przewód PE oraz przewód N)	242
5.	Zwarcia	247
5.1	Obliczanie zwarc. Początkowy prąd zwarcowy	247
5.2	Parametry elementów obwodu zwarcowego	251
5.2.1	Parametry zwarcowe systemu elektroenergetycznego	251
5.2.2	Parametry zwarcowe pozostałych elementów obwodu zwarcowego	252
5.3	Obliczanie prądów zwarcowych	257
5.3.1	Prąd zwarcowy udarowy	257
5.3.2	Prąd zwarcowy wyłączeniowy	257
5.3.3	Prąd zwarcowy zastępczy cieplny	259
5.4	Udział silników w prądzie zwarcowym	266
6.	Dobór przewodów i ich zabezpieczeń	273
6.1	Dobór przewodów w instalacjach elektrycznych	273
6.1.1	Nagrzewanie kabli i przewodów	273
6.1.2	Zasady doboru przewodów i kabli w instalacjach elektrycznych	280
6.1.3	Dobór przewodów na długotrwałą obciążalność i przeciążalność prądową	281
6.1.4	Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na warunki zwarcowe	292
6.1.5	Sprawdzenie dobranych przewodów lub kabli na skutek spadku napięcia	301
6.1.6	Sprawdzenie dobranych przewodów na spadek napięcia przy rozruchu silników	304
6.1.7	Sprawdzenie dobranych przewodów z warunku samoczynnego wyłączenia	306
6.1.8	Przewody ochronne	309
6.1.9	Wyznaczanie przekroju przewodu neutralnego w obwodach zasilających odbiorniki nieliniowe	315
6.1.10	Dobór przewodów do zasilania urządzeń, które muszą funkcjonować w czasie pożaru	319
6.2	Dobór zabezpieczeń	333
6.2.1	Zasady zabezpieczania przetężeniowego	333
6.2.2	Zabezpieczenia przewodów	334
6.2.3	Wymagania zwarcowe stawiane zabezpieczeniom	340
6.3	Zabezpieczanie silników	342
6.3.1	Zabezpieczenie zwarcowe	342
6.3.2	Zabezpieczenie bezpiecznikiem topikowym	342
6.3.3	Zabezpieczenie przeciążeniowe	344
6.3.4	Zabezpieczenie zanikowe	345
6.4	Selektywność zabezpieczeń	352
6.4.1	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu bezpieczników topikowych	352
6.4.2	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu bezpiecznika topikowego z wyłącznikiem nadprądowym	354
6.4.3	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników nadprądowych	358
6.4.4	Selektywność działania przy kaskadowym połączeniu dwóch wyłączników różnicowoprądowych	361
6.5	Zabezpieczenie przewodów połączonych równolegle	367
7.	Układy i urządzenia zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego	381
7.1	Samoczynne załączanie rezerwy SZR	381
7.2	SZR sieć/sieć	382
7.3	Źródła zasilania gwarantowanego i awaryjnego oraz zasady ich doboru	397
7.3.1	Zasilacze bezprzenowe (UPS)	397
7.3.2	UPS pracujący w trybie VFD (off-line)	399
7.3.3	UPS pracujący w trybie VI (line interactive – sieciowo interaktywny)	400
7.3.4	UPS pracujący w trybie VFI (on-line)	400
7.3.5	Układy redundantne UPS	402
7.3.6	Karta synchroniczna X-Slot Hot Sync – instalacja i oprzewodowanie	406
7.3.7	Hot Sync™ – system pracy równoległej UPS Powerware	406
7.3.8	Technologia Hot Sync™ – zasada działania	408
7.3.9	ABM™ (Advanced Battery Management) – system nieciągłego ładowania baterii	411
7.3.10	Dobór mocy zasilacza UPS	414
7.3.11	Przykłady układów zasilania gwarantowanego o zwiększonej niezawodności	418

7.4	Problemy z zasilaniem i rozwiązania UPS	423
7.4.1	Wykaz danych technicznych UPS-a deklarowanych przez producenta	425
7.5	Podstawy funkcjonalne zasilaczy UPS Eaton serii Powerware	429
7.5.1	Funkcje elektryczne	429
7.5.2	Działanie w warunkach normalnych	430
7.5.3	Przerwa w zasilaniu sieciowym/praca autonomiczna z akumulatorów	430
7.5.4	Przerwa normalna/ladowanie baterii	430
7.5.5	Przełączenie na wewnętrzny tor obejściowy – włączony przełącznik statyczny	430
7.5.6	Przełączenie na pracę normalną UPS-a	431
7.5.7	Podwójne źródła energii w zasilaczach UPS	431
7.5.8	Falownik	431
7.5.9	Prostownik	432
7.6	Opis pracy UPS-a w technologii beztransformatorowej	435
7.6.1	Budowa wewnętrzna systemu UPS	435
7.6.2	Tryby pracy	436
7.6.3	Ręczny przełącznik toru obejściowego EBS	439
7.6.4	Ręczny przełącznik toru obejściowego MBS	439
7.7	Algorytm doboru zasilaczy UPS	447
7.7.1	Algorytm postępowania	447
7.7.2	Procedura doboru zasilaczy UPS	449
7.7.3	Wybór UPS-a	453
7.8	Zasilacze dc – siłownie telekomunikacyjne (STK)	458
7.9	Baterie kwasowo-ołowiowe	463
7.9.1	Budowa akumulatora bezobsługowego VRLA	464
7.10	Porównanie baterii klasycznych VLA i baterii z regulowanym zaworem VRLA	465
7.10.1	Porównanie baterii VRLA w wykonaniu AGM i żelowych	465
7.10.2	Zastosowania akumulatorów VRLA	466
7.10.3	Ladowanie baterii	467
7.10.4	Rozładowanie baterii	467
7.10.5	Warunki pracy akumulatorów VRLA	469
7.10.6	Procesy ciepłe w akumulatorach VRLA	469
7.10.7	Problemy występujące przy eksploatacji akumulatorów VRLA	469
7.10.8	Składowanie	470
7.11	Dobór baterii akumulatorów do zasilacza UPS	471
7.11.1	Elementy wpływające na dobór baterii akumulatorów	471
7.12	Wymagania techniczne wyboru baterii akumulatorów (diagram)	474
7.13	Dobór baterii do systemu UPS	475
7.14	Dobór wentylacji pomieszczenia systemu baterii VRLA	480
7.14.1	Lista kontrolna systemu wentylacji baterii VRLA	480
7.14.2	Obliczenia wentylacji pomieszczenia baterii VRLA	481
7.14.3	Wyznaczenie bezpiecznej odległości od źródeł inicjacji wybuchu	483
7.15	Zespoły prądotwórcze (ZP)	484
7.15.1	Dobór mocy zespołu prądotwórczego	491
7.15.2	Tandem UPS – zespół prądotwórczy	495
7.15.3	Rodzaje mocy zespołów prądotwórczych	497
7.15.4	Układy współpracy ZP z siecią elektroenergetyczną	500
7.15.4.1	SZR sieć/ZP	500
7.15.4.2	Ręczny przełącznik sieć/ZP	500
7.15.4.3	Automatyka SZR sieć/ZP z układem obejściowym	501
7.15.4.4	Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach napięcia awaryjnego i gwarantowanego ..	501
7.15.5	Wymagania dotyczące instalowania zespołów prądotwórczych	506
7.15.5.1	Warunki przyłączania	506
7.15.5.2	Warunki zabudowy	506
7.15.5.3	Projekt budowlany instalacji	506
7.15.5.4	Instrukcja ruchu i eksploatacji zespołu prądotwórczego (współpracy z siecią energetyki zawodowej)	507
7.15.5.5	Odbiór techniczny	508
7.15.6	Przykładowa instrukcja współpracy ruchowej zespołu prądotwórczego z siecią elektroenergetyczną	509

8. Kompensacja mocy biernej indukcyjnej	517
9. Zasilanie terenu budowy i rozbiórki	541
10. Zasilanie tymczasowe imprezy masowej	555
11. Wymagania stawiane obiektom budowlanym łączności – zasilanie	569
12. Zasilanie oświetlenia ulicznego	575
13. Ochrona przeciwporażeniowa (zagadnienia wybrane)	583
13.1 Działanie prądów na organizmy żywe	583
13.2 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U \leq 1$ kV	588
13.2.1 Ochrona podstawowa	590
13.2.2 Ochrona przy uszkodzeniu	590
13.2.2.1 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TN	591
13.2.2.2 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach TT	595
13.2.2.3 Ocena skuteczności samoczynnego wyłączenia w układach IT	596
13.2.3 Wyłącznik różnicowoprądowy	604
13.2.4 Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia	608
13.2.5 Przewody PEN i PE w liniach elektroenergetycznych niskiego napięcia	611
13.2.6 Uziemienia w sieciach TN i TT	611
13.2.7 Punkty neutralne sieci niskiego napięcia łączone z uziołami stacji zasilających	623
13.2.8 Połączenia wyrównawcze ochronne	629
13.2.9 Zasilanie urządzeń w strefach nieobjętych połączeniami wyrównawczymi	636
13.3 Ochrona przeciwporażeniowa przy zasilaniu z zespołu prądowłóczego (ZP)	639
13.4 Ochrona przeciwporażeniowa w układach zasilania gwarantowanego UPS	646
13.5 Ochrona przeciwporażeniowa w pomieszczeniach o zwiększonym zagrożeniu porażeniowym (zagadnienia wybrane)	653
13.5.1 Instalacje elektryczne w pomieszczeniach kąpielowych oraz baseny pływakie i inne	653
13.5.2 Ochrona przeciwporażeniowa w obiektach szpitalnych	661
13.5.2.1 Pomieszczenia użytkowane medycznie	662
13.5.2.2 Koncepcja ochrony przeciwporażeniowej	663
13.5.2.3 Układ IT	663
13.5.2.4 Elektryczność statyczna	665
13.5.2.5 Ochrona przeciwprzepięciowa	666
13.5.2.6 Pola elektromagnetyczne (PEM)	666
13.6 Ochrona przeciwporażeniowa przy napięciu $U > 1$ kV	670
14. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane)	677
14.1 Rodzaj i terminy badań	677
14.1.1 Wymagania określone w normie PN-HD 60364-6	677
14.1.2 Wymagania odnośnie dokładności pomiarów	680
14.1.3 Prawna kontrola metrologiczna	680
14.1.4 Częstotliwość wykonywania okresowych badań na terenach budowy	682
14.2 Badanie ciągłości połączeń przewodów ochronnych	682
14.3 Pomiar rezystancji izolacji	683
14.4 Badanie samoczynnego wyłączenia w instalacjach	687
14.4.1 Badanie samoczynnego wyłączenia zwarcia w instalacjach z zabezpieczeniami zwarciowymi bez wyłączników różnicowoprądowych	687
14.5 Ogólne warunki wykonywania badań instalacji z wyłącznikami różnicowoprądowymi	689
14.6 Pomiar prądów upływowych w instalacji elektrycznej	693
14.7 Pomiar rezystancji podłogi i ścian	693
14.8 Spadek napięcia	694
14.9 Pomiar rezystancji uziemienia i rezystywności gruntu	695
14.10 Badania zespołów prądowłóczy (ZP)	696
14.11 Wykonywanie pomiarów eksploatacyjnych dla transformatorów elektroenergetycznych	704

14.12	Pomiary eksploatacyjne baterii kondensatorów statycznych w układach kompensacji mocy biernej o napięciu znamionowym do 1 kV	708
14.13	Pomiary eksploatacyjne urządzeń napędowych o napięciu znamionowym do 1 kV	710
14.14	Badanie ochrony przeciwporażeniowej przez samoczynne wyłączenie zasilania w obwodach zasilanych przez UPS	711
14.15	Badanie i pomiary baterii akumulatorów	714
LITERATURA		717
ZAŁĄCZNIKI		725
Załącznik 1.	Tabele doboru kabli i przewodów	727
Załącznik 2.	Symbole graficzne stosowane w schematach elektrycznych i mapach geodezyjnych (wybrane)	763
Załącznik 3.	Tabele rezystancji i reaktancji transformatorów, linii napowietrznych i kabli (wybranych)	777
Załącznik 4.	Przegląd i kontrola instalacji elektrycznych i instalacji (urządzeń) piorunochronnych w budynku	779
Załącznik 5.	Ochrona sprzętu i urządzeń elektrycznych przez obudowy. Kodowanie barwami elementów manipulacyjnych	794
Załącznik 6.	Wybrane definicje z zakresu elektryki	797
Załącznik 7.	Zasady udzielania świadectw kwalifikacyjnych D i E	806
Załącznik 8.	Charakterystyki wybranych aparatów elektrycznych	811
Załącznik 9.	Prawne aspekty wykonywania pomiarów ochronnych	830
Załącznik 10.	Tabele pomocnicze do oceny skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania	840
DODATKI		845
Dodatek 1.	Ochrona przeciwprzepięciowa w instalacjach elektrycznych obiektów budowlanych (zagadnienia wybrane)	847
Dodatek 2.	Wymagania odległościowe dla sieci elektroenergetycznych od budynków	859
Dodatek 3.	Podstawy projektowania ogrzewania elektrycznego	875
Dodatek 4.	Instalacje elektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem oraz wentylacja w pomieszczeniach ładowania akumulatorów	897
Dodatek 5.	Pożary w pomieszczeniach i krzywe symulujące pożary	921
Dodatek 6.	Wymagania dotyczące instalowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu	926
Dodatek 7.	Oświetlenie awaryjne w budynkach oraz wymagania dotyczące zasilania awaryjnego w tunelach komunikacyjnych	930
Dodatek 8.	Zagrożenie pożarowe oraz porażeniowe pochodzące od ograniczników przepięć (SPD)	943
Dodatek 9.	Zasady projektowania sterowań instalacjami do odprowadzania dymu i ciepła	954
Dodatek 10.	Ochrona pożarowa kanałów i tuneli kablowych	978
Dodatek 11.	Obliczanie energii zapotrzebowanej przez oświetlenie wbudowane dla potrzeb charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową	1004
Dodatek 12.	Zasady opracowywania instrukcji techniczno-ruchowej dla rozdzielnic SN i WN	1014
Dodatek 13.	Przykłady specyfikacji technicznej wykonania i odbioru robót budowlanych – płyta CD	