

# SPIS TREŚCI

	Wstęp .....	15
<b>1.</b>	<b>Projekt budowlany i zasady jego uzgadniania .....</b>	<b>17</b>
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
<b>2.</b>	<b>Podstawy zasilania budynków nieprzemysłowych .....</b>	<b>69</b>
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
<b>3.</b>	<b>Sieciowe urządzenia zasilające .....</b>	<b>237</b>
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
<b>4.</b>	<b>Linie elektroenergetyczne niskich i średnich napięć .....</b>	<b>333</b>
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 napowietrzego do linii elektroenergetycznej 3x230/400 V .....	495
4.7.6	Uproszczony projekt przyłącza kablowego do elektroenergetycznej linii napowietrznej .....	501

<b>5. Zwarcia</b>	<b>509</b>
5.1 Obliczanie zwarc. Początkowy prąd zwarciový	509
5.2 Parametry elementów obwodu zwarciovego	513
5.2.1 Parametry zwarciovie systemu elektroenergetycznego	513
5.2.2 Parametry zwarciovie pozostałych elementów obwodu zwarciovego	514
5.3 Obliczanie prądów zwarciovych	519
5.3.1 Prąd zwarciový udarowy	519
5.3.2 Prąd zwarciový wyłączeniowy	520
5.3.3 Prąd zwarciový zastępczy ciepły	521
5.4 Udział silników w prądzie zwarciovym	528
5.5. Praktyczne aspekty obliczania zwarcí 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
<b>6. Dobór przewodów i ich zabezpieczeń</b>	<b>561</b>
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 zwarciovie	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 zwarciovie stawiane zabezpieczeniom	629
6.2.4 Zabezpieczenia instalacji elektrycznych niskiego napięcia od skutków łukowych	636
6.3 Zabezpieczanie silników	640
6.3.1 Zabezpieczenie zwarciovie	640
6.3.2 Zabezpieczenie bezpiecznikiem topikowym	640
6.3.3 Zabezpieczenie przeciążeniowe	642
6.3.4 Zabezpieczenie zanikowe	643
6.4 Selektywność zabezpieczeń	651
6.4.1 Selektywność 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
<b>7.</b>	<b>Układy i urządzenia zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego</b>	<b>679</b>
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 beztransformatowej	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 prądowców (ZP)	803
7.15.1	Dobór mocy zespołu prądowcowego	810
7.15.2	Tandem UPS – zespół prądowcowy	814
7.15.3	Rodzaje mocy zespołów prądowcowych	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 przeciwprzebieciowa w instalacjach napięcia awaryjnego i gwarantowanego	820
7.15.5	Wymagania dotyczące instalowania zespołów prądowcowych	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 prądowcowego (współpracy z siecią energetyki zawodowej)	826
7.15.5.5	Odbiór techniczny	827
7.15.6	Przykładowa instrukcja współpracy ruchowej zespołu prądowcowego z siecią elektroenergetyczną	828
7.15.7	Uproszczony projekt tymczasowego zasilania osiedla mieszkaniowego z wykorzystaniem mobilnego zespołu prądowcowego	836
<b>8.</b>	<b>Kompensacja mocy biernej</b>	<b>843</b>
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

<b>9. Zasilanie terenu budowy i rozbiórki</b> .....	891
<b>10. Zasilanie tymczasowe imprezy masowej</b> .....	905
<b>11. Wymagania stawiane obiektom budowlanym łączności – zasilanie</b> .....	919
<b>12. Zasilanie oświetlenia ulicznego</b> .....	925
<b>13. Ochrona przeciwporażeniowa (zagadnienia wybrane)</b> .....	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. ....	1938
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 przeciwprzepięciowa .....	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
<b>14. Badania instalacji elektrycznych niskiego napięcia (zagadnienia wybrane)</b> .....	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 zwarciowymi 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 prądotwórczych (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 1 kV .....	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
<b>LITERATURA</b> .....		1120

**LITERATURA**

W latach 2006-2012 pracowałam w Wojewódzkim Biurze Studiów Projektów Budowlanych i Lot-  
niskowych w Warszawie Sp. z o.o. gdzie zajmowałam stanowisko następnego inżyniera. W latach  
2013-2015 nadzorowałam budowę Muzeum Katedrańskiego. Obecnie nadzoruję budowę Muzeum Woj-  
ska Polskiego. Od początku istnienia czasopisma „elektroinfo” pełniłam również funkcję redak-  
tora prowadzącego, a od 2010 roku jest redaktorem naczelnym tego miesięcznika. Jest autorem  
lub współautorem wielu artykułów poświęconych zasilaniu obiektów budowlanych oraz kilku pu-  
blikacji książkowych z tego zakresu.

Na dotychczasowe osiągnięcia został odznaczony w 2005 roku przez Prezydenta Rzeczy-  
spolitej Polskiej Srebrnym Krzyżem Zasługi w 2011 medalem za zasługi dla energetyki, przysza-