

HENRYK MARKIEWICZ



Instalacje elektryczne



wydanie 9 zmienione

Wydawnictwo WNT



Instalacje elektryczne

HENRYK MARKIEWICZ

Instalacje elektryczne

Wydanie dziewiąte zmienione

Wydawnictwo WNT



Projekt okładki i stron tytułowych: **GRAFOS**
Fotografia na okładce: **@ sumkinn/shutterstock**
Wydawca: **Adam Filutowski**
Koordynator ds. redakcji: **Adam Kowalski**
Redaktorzy: **mgr inż. Barbara Chojnowska-Ślisz (1. wydanie)**
Redakcja 9. wydania (2018): **Agnieszka Jaworska**
Produkcja: **Mariola Grzywacka**
Dział reklamy: **Małgorzata Pasenik (Małgorzata.Pasenik@pwn.pl)**
Skład i łamanie: **Grafini, Brwinów**

Książka, którą nabyłeś, jest dziełem twórcy i wydawcy. Prosimy, abyś przestrzegał praw, jakie im przysługują. Jej zawartość możesz udostępnić nieodpłatnie osobom bliskim lub osobiście znanym. Ale nie publikuj jej w internecie. Jeśli cytujesz jej fragmenty, nie zmieniaj ich treści i koniecznie zaznacz, czyje to dzieło. A kopiując jej część, rób to jedynie na użytek osobisty.

Szanujmy cudzą własność i prawo
Więcej na www.legalnakultura.pl
Polska Izba Książki

Copyright © by Wydawnictwo WNT
Warszawa 1996 – 2008

Copyright © by Wydawnictwo Naukowe PWN SA
Warszawa 2018

ISBN: 978-83-01-20018-3

Wydanie IX (zmienione) – I wydanie WN PWN
Warszawa 2018

Wydawnictwo Naukowe PWN SA
02-460 Warszawa, ul. Gottlieba Daimlera 2
tel. 22 69 54 321; faks 22 69 54 288
infolinia 801 33 33 88
e-mail: pwn@pwn.com.pl; reklama@pwn.pl
www.pwn.pl

Druk i oprawa: OSDW Azymut Sp z o.o



Spis treści



	Przedmowa do wydania dziewiątego	11
1.	Klasyfikacja instalacji, urządzeń elektrycznych i środowiska oraz niektóre wymagania ogólne	13
1.1.	Podział instalacji elektrycznych	13
1.2.	Definicje pojęć dotyczących instalacji elektrycznych i ochrony przeciwporażeniowej	15
1.3.	Zakresy napięciowe sieci rozdzielczych i instalacji elektrycznych	21
1.4.	Układy sieci i instalacji elektrycznych niskiego napięcia	23
1.5.	Sposoby wykonania urządzeń ze względu na wymagania dotyczące ochrony przeciwporażeniowej i ochrony przed szkodliwymi oddziaływaniami środowiska	26
1.6.	Rodzaje pracy urządzeń elektrycznych	29
1.7.	Klasyfikacja wpływów środowiska i zasady doboru niektórych parametrów urządzeń uwzględniające oddziaływanie środowiska	31
2.	Zasady obliczania prądów zwarciovych	37
2.1.	Definicje oraz podstawowe zależności	37
2.2.	Przykład obliczeniowy	45
3.	Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać instalacje elektryczne	49
3.1.	Wymagania ogólne	49
3.2.	Jakość energii elektrycznej	52
3.3.	Układy zasilania odbiorców	57
3.4.	Praca odbiorników przy obniżonej jakości energii elektrycznej	68
3.4.1.	Wiadomości ogólne	68
3.4.2.	Wpływ zmian napięcia	68
3.4.3.	Wpływ szybkich zmian napięcia	69

3.4.4.	Wpływ asymetrii układu zasilania	71
3.4.5.	Wpływ odkształcenia napięcia	72
3.4.6.	Wpływ zmian częstotliwości	73
3.4.7.	Wpływ odchyłeń parametrów napięcia na pracę przekształtników energoelektronicznych	73
3.5.	Złącza i rozdzielnice główne	74
3.6.	Wewnętrzne linie zasilające	77
3.7.	Instalacje elektryczne odbiorcze	80
3.8.	Moce obliczeniowe i prądy szczytowe	84
3.9.	Uziomy fundamentowe	93
3.10.	Rozliczeniowe pomiary energii elektrycznej	95

4. Łączniki elektroenergetyczne niskiego napięcia 97

4.1.	Wiadomości ogólne	97
4.2.	Łączniki ręczne	102
4.3.	Wyłączniki	107
4.3.1.	Zasada budowy i niektóre właściwości	107
4.3.2.	Wyłączniki instalacyjne	110
4.3.3.	Wyłączniki silnikowe	112
4.3.4.	Wyłączniki sieciowe i stacyjne	114
4.3.5.	Wyłączniki ograniczające	115
4.3.6.	Wyłączniki różnicowoprądowe	118
4.3.7.	Gniazda wtyczkowe z wyłącznikami różnicowoprądowymi	125
4.3.8.	Niektóre inne konstrukcje łączników	126
4.4.	Łączniki stycznikowe	131
4.5.	Bezpieczniki	134

5. Przewody i kable elektroenergetyczne 143

5.1.	Przewody elektroenergetyczne	143
5.2.	Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne	149
5.3.	Przewody szynowe	151
5.4.	Obciążalność prądowa długotrwała przewodów i kabli elektroenergetycznych	154
5.5.	Zasady doboru przewodów i kabli elektroenergetycznych	163
5.5.1.	Wiadomości ogólne	163
5.5.2.	Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na obciążalność prądową długotrwałą	164
5.5.3.	Wyznaczanie przekroju przewodów obciążonych prądem odkształconym o dużej zawartości trzeciej harmonicznej	166
5.5.4.	Wyznaczanie przekroju przewodów ze względu na dopuszczalny spadek napięcia ..	168
5.5.5.	Wyznaczanie przekroju żył przewodów ochronnych, uziemiających i wyrównawczych	171
5.6.	Zabezpieczenia przewodów i kabli elektroenergetycznych	173
5.6.1.	Wprowadzenie	173
5.6.2.	Zabezpieczenia przed skutkami przeciążeń	175
5.6.3.	Zabezpieczenia przed skutkami zwarć	179
5.6.4.	Zabezpieczenia linii połączonych równolegle	183

6. Odbiorniki elektryczne 185

6.1.	Wyjaśnienia ogólne	185
6.2.	Elektryczne źródła światła	185

6.2.1.	Klasyfikacja źródeł światła	185
6.2.2.	Żarówki	186
6.2.3.	Lampy fluorescencyjne	187
6.2.4.	Lampy rtęciowe wysokoprężne	190
6.2.5.	Lampy sodowe wysokoprężne	191
6.2.6.	Lampy sodowe niskoprężne	192
6.2.7.	Lampy typu LED	193
6.3.	Silniki elektryczne	193
6.4.	Urządzenia elektrotermiczne	196
6.4.1.	Wiadomości ogólne	196
6.4.2.	Urządzenia elektrotermiczne nieprzemysłowe	197
6.4.3.	Urządzenia elektrotermiczne przemysłowe	202
7.	Zabezpieczenia i sterowanie odbiorników elektrycznych	211
7.1.	Wiadomości ogólne	211
7.2.	Zasady doboru zabezpieczeń odbiorników	214
7.3.	Warunki selektywnego działania zabezpieczeń przetężeniowych	222
7.4.	Sterowanie odbiorników	230
8.	Zasilanie odbiorców komunalnych i przemysłowych	245
8.1.	Układy zasilania	245
8.2.	Prefabrykowane stacje elektroenergetyczne średniego napięcia	249
8.3.	Rozdzielnice	254
8.3.1.	Klasyfikacja	254
8.3.2.	Rozdzielnice średniego napięcia	255
8.3.3.	Rozdzielnice niskiego napięcia	264
8.4.	Ograniczanie poboru mocy biernej	276
9.	Zagrożenie porażeniem prądem elektrycznym i ochrona przeciwporażeniowa	282
9.1.	Wiadomości ogólne	282
9.2.	Graniczne dopuszczalne prądy i napięcia rażeniowe	286
9.3.	Ochrona przed dotykiem bezpośrednim	289
9.4.	Ochrona przy dotyku pośrednim	291
9.4.1.	Ochrona przez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania	291
9.4.2.	Ochrona przez zastosowanie urządzeń II klasy ochronności	304
9.4.3.	Ochrona przez zastosowanie izolowania stanowiska	304
9.4.4.	Ochrona przez zastosowanie nieziemionych połączeń wyrównawczych miejscowych	305
9.4.5.	Ochrona przez zastosowanie separacji elektrycznej	306
9.5.	Ochrona przed dotykiem bezpośrednim i przy dotyku pośrednim	308
9.5.1.	Wprowadzenie	308
9.5.2.	Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia SELV	308
9.5.3.	Ochrona przez zastosowanie bardzo niskiego napięcia PELV	310
9.5.4.	Zastosowanie bardzo niskiego napięcia funkcjonalnego FELV	310
9.6.	Ochrona przeciwporażeniowa według norm PN-EN 61140 oraz PN-HD 60364-4-41	312

9.7.	Badanie skuteczności działania urządzeń ochrony przeciwporażeniowej przy dotyku pośrednim	318
9.7.1.	Wymagania ogólne	318
9.7.2.	Zakresy i metody badania	321
9.7.3.	Pomiary impedancji pętli zwarciovych	326
9.7.4.	Badania urządzeń (włłączników) różnicowoprądowych	329
9.7.5.	Badania włłączników ochronnych napięciowych	333
9.7.6.	Badania połączeń wyrównawczych	335
9.7.7.	Metody badania i ocena stanu technicznego odbiorników elektrycznych po naprawach w gospodarstwach domowych	336
9.7.8.	Przyrządy do badania stanu technicznego instalacji elektrycznych	338
9.7.9.	Dokumentowanie wykonanych badań	340
10.	Niektóre inne zagrożenia pochodzące od urządzeń elektrycznych i sposoby ochrony	342
10.1.	Zagrożenia ciepłe	342
10.1.1.	Wiadomości ogólne	342
10.1.2.	Zagrożenia pożarowe i działania ograniczające	343
10.1.3.	Ochrona przed oparzeniami	350
10.1.4.	Ochrona przed przegrzaniem w urządzeniach do wymuszonego ogrzewania powietrzem i wytwarzania gorącej wody lub pary	350
10.2.	Przebiecia i ochrona przeciwprzebieciowa	351
10.2.1.	Wiadomości ogólne	351
10.2.2.	Środki i sposoby ochrony przed skutkami przebieć	353
11.	Instalacje elektryczne w obiektach specjalnego przeznaczenia	367
11.1.	Wiadomości ogólne	367
11.2.	Gospodarstwa rolne i ogrodnicze	367
11.3.	Place budowy i robót rozbiórkowych	370
11.4.	Pomieszczenia o przewodzących ścianach i podłożu	373
11.5.	Kempingi i pojazdy wycieczkowe	374
11.6.	Pomieszczenia wyposażone w wannę lub basen natryskowy	376
12.	Stan techniczny instalacji elektrycznych w budynkach o przeznaczeniu nieprzemysłowym	380
12.1.	Wiadomości ogólne	380
12.2.	Aktualny stan techniczny instalacji elektrycznych	381
12.3.	Niektóre podstawowe wymagania dotyczące instalacji elektrycznych	385
12.4.	Pożądane zakresy przebudowy instalacji elektrycznych	387
13.	Nowoczesne instalacje elektryczne	395
13.1.	Wiadomości ogólne	395
13.2.	Instalacje wykonane w systemie SI	397
13.3.	Europejska magistrala instalacyjna – Instabus EIB –KNX/EIB	405

13.3.1.	Ogólna charakterystyka systemu	405
13.3.2.	Przykłady wykonania instalacji w systemie Instabus EIB	412
13.4.	Sieci kontrolno-sterujące o inteligencji rozproszonej Lon Works	421
13.5.	Local Control Network – LCN	423
14.	Wybrane zagadnienia projektowania i wykonywania instalacji elektrycznych	429
14.1.	Wymagania ogólne	429
14.2.	Instalacje elektryczne w pomieszczeniach mieszkalnych	431
14.3.	Instalacje elektryczne w pomieszczeniach przemysłowych	444
14.4.	Instalacje elektryczne w obiektach budownictwa ogólnego	451
14.4.1.	Wyjaśnienia i wymagania ogólne	451
14.4.2.	Urządzenia i układy zasilania	454
14.4.3.	Instalacje i obwody elektryczne odbiorcze	458
14.5.	Projektowanie instalacji elektrycznych wspomagane komputerowo	460
14.5.1.	Wiadomości ogólne	460
14.5.2.	Właściwości techniczne i zastosowanie niektórych programów CAD/CAE	462
14.5.3.	Projektowanie oświetlenia elektrycznego z wykorzystaniem programów komputerowych	472
	Literatura	474
	Skorowidz	481



Przedmowa do wydania dziewiątego



Instalacje elektryczne powinny pozostawać w takim stanie technicznym, aby użytkownicy mogli korzystać bez ograniczeń ze wszystkich posiadanych przez siebie elektrycznych urządzeń gospodarstwa domowego, sprzętu radiowo-telewizyjnego, teletechnicznego i innego w sposób niezawodny, nieuciążliwy i bezpieczny. Jakość energii elektrycznej dostarczanej instalacjami do odbiorników, określona głównie wartością skuteczną napięcia, jej zmiennością w czasie i odchyleniami od wartości znamionowej, symetrią napięć w układzie trójfazowym oraz zawartością wyższych harmonicznych w napięciu zasilającym, powinna być odpowiednio wysoka, aby zapewnić poprawną i długotrwałą pracę wszystkich urządzeń elektrycznych.

Te w zasadzie podstawowe wymagania są spełnione w Polsce praktycznie jedynie w budynkach oddanych do użytku po 1995 r. oraz w tych budynkach, w których instalacje elektryczne zostały w ostatnim okresie poprawnie zmodernizowane. W większości pozostałych mieszkań stan techniczny instalacji jest przeważnie niezadawalający. W budynkach z lat 1960–1990 instalacje elektryczne wykonywano w sposób bardzo oszczędny, z zastosowaniem m.in. przewodów z żyłami aluminiowymi o zbyt małych, w stosunku do aktualnych potrzeb przekrojach, jak i najprostszych urządzeń zabezpieczających w postaci bezpieczników i przez to nie spełniają one warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać współczesne instalacje elektryczne. Instalacje takie stwarzają obecnie wiele ograniczeń w zainstalowaniu odbiorników o większych mocach znamionowych, np. kuchni elektrycznych czy elektrycznych podgrzewaczy wody, oraz uniemożliwiają jednoczesne korzystanie z kilku odbiorników, nawet o niewielkich mocach znamionowych. Utrudniają także prostą modernizację mieszkania, polegającą np. na wymianie wyeksploatowanych już urządzeń gazowych na bardziej estetyczne i bezpieczne urządzenia elektryczne.

Instalacje takie, poza uciążliwością w użytkowaniu urządzeń elektrycznych, są przede wszystkim niebezpieczne pod względem porażeniowym i pożarowym,

m.in. wskutek zastosowania urządzeń zabezpieczających o niewielkiej skuteczności działania jak na współczesne możliwości techniczne.

Książka ta to kolejne, już dziewiąte, zaktualizowane wydanie „Instalacji elektrycznych”. Autor i Wydawnictwa Naukowo-Techniczne mają nadzieję, że zostanie ona przyjęta przez Czytelników równie przychylnie, jak jej wcześniejsze wydania.

Wrocław, maj 2018 r.

HENRYK MARKIEWICZ