

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	13
1. OGÓLNE ZASADY EKSPLOATACJI SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ WYTWARZAJĄCYCH, PRZESYŁAJĄCYCH I ZUŻYWAJĄCYCH ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ	17
1.1. Dokumentacja techniczna	18
1.2. Przyjmowanie urządzeń elektroenergetycznych do eksploatacji	21
1.3. Prowadzenie eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych	22
1.4. Przekazanie do remontu lub wycofanie z eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych	22
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 1	23
2. SIECI, URZĄDZENIA I INSTALACJE O NAPIĘCIU WYŻSZYM OD 1 kV	25
2.1. Pojęcia podstawowe	25
2.2. Klasyfikacja sieci	26
2.3. Linie napowietrzne powyżej 1 kV	27
2.3.1. Wiadomości ogólne	27
2.3.2. Podział, budowa i oznaczanie linii napowietrznych	29
2.3.3. Przewody	30
2.3.4. Izolatory	31
2.3.5. Zawieszenie i łączenie przewodów	34
2.3.6. Słupy	35
2.3.7. Oznaczanie linii napowietrznych	36
2.3.8. Eksploatacja linii napowietrznych	38
2.4. Linie kablowe powyżej 1 kV	43
2.4.1. Wiadomości ogólne	43
2.4.2. Budowa kabli	43
2.4.3. Osprzęt kablowy	44
2.4.4. Układanie kabli	46
2.4.5. Oznaczanie linii kablowych	49
2.4.6. Eksploatacja linii kablowych	51
2.4.7. Oględziny linii kablowych	53
2.4.8. Przeglądy linii kablowych	54

2.4.9.	Remonty linii kablowych	56
2.5.	Obowiązki służby eksploatacyjnej	56
2.5.1.	Obowiązki kierownictwa - posiadającego uprawnienia osób dozoru	56
2.5.2.	Obowiązki osób dozoru	56
2.5.3.	Obowiązki osób obsługi	57
2.5.4.	Obowiązki osób wykonujących usługi	58
2.6.	Transformatory	58
2.6.1.	Budowa i działanie transformatorów	59
2.6.2.	Układy połączeń	62
2.6.3.	Regulacja napięcia i przełączniki zacze­pów	62
2.6.4.	Moc znamionowa, napięcia zwarcia i prąd jałowy	63
2.6.5.	Zabezpieczanie transformatorów	64
2.6.6.	Równoległa praca transformatorów	64
2.6.7.	Obsługa eksploatacyjno-ruchowa transformatorów	64
2.7.	Stacje, rozdzielnie	66
2.7.1.	Ogólne warunki eksploatacji stacji	69
2.7.2.	Oględziny stacji	70
2.7.3.	Przeglądy stacji-rozdzielni o napięciu wyższym od 1 kV i napięciu do 1 kV	72
2.8.	Instalacje w obiektach o napięciu znamionowym wyższym od 1 kV	75
2.9.	Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach o napięciu wyższym od 1 kV	78
2.9.1.	Wiadomości ogólne	78
2.9.2.	Określenia	79
2.9.3.	Podstawowe wymagania ochrony	81
2.9.4.	Uziemienia ochronne i uzupełniające środki ochrony	84
2.9.5.	Ocena zagrożenia porażeniowego	87
2.10.	Ochrona przeciwprzepięciowa (odgromowa)	90
2.10.1.	Wiadomości ogólne	90
2.10.2.	Ochrona odgromowa sieci elektroenergetycznych	92
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 2	96
3.	SIECI, URZĄDZENIA I INSTALACJE O NAPIĘCIU DO 1 kV	99
3.1.	Linie napowietrzne niskiego napięcia	99
3.1.1.	Przewody	101
3.1.2.	Izolatory	101
3.2.	Linie kablowe niskiego napięcia	103

3.2.1.	Układanie kabli bezpośrednio w ziemi	105
3.2.2.	Układanie kabli w kanałach i tunelach	105
3.2.3.	Układanie kabli w budynkach	108
3.2.4.	Osprzęt kablowy	109
3.3.	Instalacje elektryczne o napięciu do 1 kV	109
3.3.1.	Opis ogólny	109
3.3.2.	Elementy składowe instalacji	109
3.3.3.	Przewody i kable (w obwodach)	111
3.3.4.	Dobór zabezpieczeń w obwodach instalacji elektrycznych	121
3.3.5.	Osprzęt i sprzęt instalacyjny	127
3.3.6.	Przykładowe rozwiązania instalacyjne	135
3.3.7.	Wymagania dla instalacji elektrycznych w warunkach środowiskowych o zwiększonym zagrożeniu	139
3.4.	Elektryczne urządzenia napędowe	144
3.4.1.	Opis ogólny	144
3.4.2.	Silniki indukcyjne	145
3.4.3.	Silniki prądu stałego	151
3.4.4.	Silniki komutatorowe prądu przemiennego	153
3.4.5.	Zabezpieczenie silników o napięciu nieprzekraczającym 1000 V	153
3.4.6.	Eksploatacja silników elektrycznych	155
3.5.	Kondensatory, przekształtniki/prostowniki, akumulatory	158
3.5.1.	Kondensatory	158
3.5.2.	Przekształtniki/prostowniki	161
3.5.3.	Akumulatory	167
3.6.	Elektryczne spawarki i zgrzewarki	171
3.6.1.	Spawarki	171
3.6.2.	Zgrzewarki	171
3.6.3.	Ogólne zasady eksploatacji spawarek i zgrzewarek	172
B.	Ochrona przeciwporażeniowa w urządzeniach i instalacjach o napięciu do 1 kV	173
3.7.1.	Wiadomości ogólne	173
3.7.2.	Terminologia - określenia wybrane	175
3.7.3.	Układy sieciowe	181
3.7.4.	Rodzaje ochrony przeciwporażeniowej	185
3.7.5.	Równoczesna ochrona przed dotykiem bezpośrednim i pośrednim - obwody SELV, PELV i FELV	206
3.7.6.	Uziemienie robocze	208
3.7.7.	Połączenia wyrównawcze	210
3.7.8.	Przewody ochronne	212

3.7.9.	Uziomy	213
3.8.	Ochrona przeciwprzebieciowa w urządzeniach i instalacjach o napięciu do 1 kV	216
3.8.1.	Wiadomości ogólne	216
3.8.2.	Dobór i instalowanie ograniczników przepięć	218
3.8.3.	Ochrona odgromowa obiektów budowlanych	219
3.9.	Badania skuteczności ochrony od porażień	222
3.9.1.	Wiadomości ogólne	222
3.9.2.	Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej	224
3.9.3.	Pomiar ciągłości przewodów ochronnych oraz połączeń wyrównawczych	225
3.9.4.	Pomiar rezystancji uziemienia	225
3.9.5.	Pomiar rezystancji izolacji stanowiska	227
3.9.6.	Pomiar impedancji pętli zwarcia	229
3.9.7.	Pomiar izolacji II klasy ochronności	235
3.9.8.	Badania rezystancji uziemień przy stosowaniu sieci ochronnej	236
3.9.9.	Badanie separacji elektrycznej	237
3.9.10.	Pomiar rezystancji uziemień odgromowych	238
3.9.11.	Pomiar rezystywności grantu	239
3.9.12.	Badanie skuteczności urządzeń ochronnych różnicowoprądowych	240
3.9.13.	Pomiary natężenia oświetlenia	244
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 3	252
4.	ZESPOŁY (AGREGATY) PRĄDOTWÓRCZE	257
4.1.	Wiadomości ogólne	257
4.2.	Zespoły stacjonarne	258
4.3.	Zespoły przewoźne	260
4.4.	Eksploatacja zespołów prądotwórczych	260
4.4.1.	Oględziny, przeglądy, remonty	262
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 4	263
5.	URZĄDZENIA ELEKTROTERMICZNE	265
5.1.	Wiadomości ogólne	265
5.2.	Urządzenia grzejne oporowe	266
5.3.	Urządzenia grzejne elektrodowe	267
5.4.	Urządzenia grzejne łukowe (oporowo-łukowe)	267
5.5.	Urządzenia grzejne indukcyjne	268

5.6. Urządzenia grzejne pojemnościowe	269
5.7. Urządzenia grzejne promiennikowe	269
5.8. Ogólne obowiązki osób eksploatujących urządzenia elektrotermiczne	269
5.9. Oględziny, przeglądy, remonty	270
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 5	271
6. URZĄDZENIA DO ELEKTROLIZY I GALWANIZACJI	273
6.1. Wiadomości ogólne	273
6.2. Wymagania techniczne dla prawidłowej eksploatacji urządzeń do elektrolizy	273
6.3. Oględziny, przeglądy, remonty	275
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 6	276
7. SIECI ELEKTRYCZNEGO OŚWIETLENIA ULICZNEGO	277
7.1. Wiadomości ogólne	277
"2. Słupy i latarnie	277
"3. Prace montażowe oświetlenia zewnętrznego	280
" 4. Warunki techniczne jakie winny być spełnione przed przekazaniem oświetlenia zewnętrznego do eksploatacji	286
"5. Oględziny, przeglądy, remonty	287
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 7	288
8 ELEKTRYCZNA SIEĆ TRAKCYJNA	291
8.1. Wiadomości ogólne	291
8.2. Budowa sieci	292
* 2.1. Sieci proste	292
8.2.2. Sieci łańcuchowe	293
8.2.3. Sieć szynowa	294
•3. Zasilanie sieci trakcyjnej	295
S.3.1. Kabiny sekcyjne	297
* 3.2. Zabezpieczenia układu zasilania sieci trakcyjnej	297
* -i Urządzenia sygnalizacyjne sieci trakcyjnej	299
8 5 Zasady bezpiecznego wykonywania prac przy sieci trakcyjnej	300
8 5.1. Pogotowie sieci trakcyjnej	302
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 8	303

9.	ELEKTRYCZNE URZĄDZENIA W WYKONANIU PRZECIWWYBUCHOWYM	305
9.1.	Wiadomości ogólne	305
9.2.	Instalacje w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem	307
9.3.	Urządzenia elektryczne przeciwwybuchowe	308
9.3.1.	Kryteria doboru urządzeń elektrycznych	310
9.3.2.	Zasady dopuszczania do pracy i instalowanie urządzeń elektrycznych	311
9.3.3.	Przyjmowanie instalacji i urządzeń do eksploatacji w strefach zagrożonych wybuchem	313
9.4.	Eksploatacja instalacji i urządzeń elektroenergetycznych w obszarach zagrożonych wybuchem	313
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 9	322
10.	APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA ORAZ URZĄDZENIA I INSTALACJE AUTOMATYCZNEJ REGULACJI, STEROWANIA I ZABEZPIECZEŃ URZĄDZEŃ I INSTALACJI	325
10.1.	Wiadomości ogólne	325
10.2.	Przyrządy do pomiaru temperatury	327
10.3.	Przyrządy do pomiaru ciśnień	331
10.4.	Przyrządy do pomiaru cieczy	333
10.5.	Przyrządy do pomiaru objętości przepływu	333
10.6.	Przyrządy do pomiaru wilgotności	335
10.7.	Przyrządy do analizy gazów i cieczy	336
10.8.	Regulatory	337
10.9.	Urządzenia elektryczne do pomiaru i automatycznej regulacji	337
10.9.1.	Instalacje tras impulsowych AKPiA	340
10.10.	Wybrane układy automatyki	341
10.10.1.	Automatyka samoczynnego powtórnego załączenia SPZ	341
10.10.2.	Automatyka załączania rezerwy SZR	342
10.10.3.	Automatyka częstotliwościowego odciążenia SCO	343
10.11.	Eksploatacja układów AKPiA	344
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 10	345
11.	ORGANIZACJA BEZPIECZNEJ PRACY PRZY URZĄDZENIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH	347

11.1.	Wymagania ogólne	347
11.2.	Wykonywanie prac, kwalifikacje i obowiązki w zakresie organizacji bezpiecznej pracy	352
11.3.	Przygotowanie miejsca pracy i dopuszczenie do pracy	361
11.4.	Wykonanie pracy, przerwy i jej zakończenie	362
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 11	364
12.	SPRZĘT OCHRONNY	365
12.1.	Rodzaje sprzętu ochronnego	365
12.2.	Sprzęt izolacyjny	366
12.3.	Sprzęt służący do stwierdzenia obecności napięcia	367
12.4.	Przenośne uziemiacze ochronne	368
12.5.	Znaki i tablice bezpieczeństwa	369
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 12	371
13.	RATOWANIE OSÓB PORAŻONYCH PRĄDEM ELEKTRYCZNYM	373
13.1.	Działanie prądu elektrycznego na organizm ludzki	373
13.2.	Uwalnianie porażonego spod działania prądu elektrycznego o napięciu do 1 kV	377
13.3.	Uwalnianie porażonego spod działania prądu elektrycznego o napięciu powyżej 1 kV	379
13.4.	Czynności po uwolnieniu porażonego od działania prądu elektrycznego	379
13.5.	Sztuczne oddychanie	385
13.6.	Pośredni masaż serca	389
13.7.	Pierwsza pomoc przedlekarska	391
	BIBLIOGRAFIA do rozdziału 13	394
14.	BEZPIECZEŃSTWO I HIGIENA PRACY	395
14.1.	Wprowadzenie	395
14.2.	Obowiązki pracodawcy	396
14.3.	Obowiązki pracowników	397
14.4.	Ochrona zdrowia i opieka lekarska pracowników	398
14.5.	Kwalifikacje i szkolenie pracowników	399
14.6.	Postępowanie w razie wypadku przy pracy	399

14.7. Odpowiedzialność i kontrola warunków pracy	401
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 14	402
15. OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA	405
15.1. Podstawowe przepisy w zakresie ochrony przeciwpożarowej	405
15-2. Organizacja ochrony przeciwpożarowej	407
15.3. Działania i zadania osób w razie powstania pożaru	408
15.4. Rodzaje środków i sprzętu gaśniczego oraz ich stosowanie	410
15.4.1. Środki gaśnicze	410
15.4.2. Sprzęt gaśniczy i jego użytkowanie	412
BIBLIOGRAFIA do rozdziału 15	416
BIBLIOGRAFIA DODATKOWA - UZUPEŁNIAJĄCA	418

WPROWADZENIE

W niniejszym opracowaniu zawarte są wiadomości dla pracowników zatrudnionych przy eksploatacji sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych w zakładach przemysłowych i innych jednostkach gospodarczych.

Materiał oparty jest na obowiązujących przepisach oraz na szerszym zakresie egzaminu, oraz wiedzy technicznej, która wymagana jest na egzaminach od osób dozoru i eksploatacji, ubiegających się o uprawnienia kwalifikacyjne [8], [9], [10],

Poradnik nie obejmuje swym zakresem urządzeń prądowórczych łączonych do krajowej sieci elektroenergetycznej bez względu na wysokość napięcia znamionowego, urządzeń techniki wojskowej uzbrojenia oraz urządzeń ratowniczo-gaśniczych i ochrony gra-

Zakłada się, że kandydat do egzaminu na uprawnienia kwalifikacyjne posiada odpowiednie przygotowanie zawodowe.

Opracowanie uwzględnia zmiany w normach i przepisach jakie nastąpiły wskutek nowelizacji i ustanowienia nowych ustaw, a mianowicie:

ustawy o normalizacji,

ustawy - Prawo budowlane,

ustawy - Prawo energetyczne,

ustawy - Kodeks pracy,

ustawy o Państwowej Inspekcji Pracy,

ustawy o ochronie i kształtowaniu środowiska,

oraz o ochronie przeciwpożarowej i innych

wymienione wyżej zasadnicze akty normatywne spowodowały konieczność przepisów wykonawczych, dotyczących zagadnień

z obszaru techniki. Wiele z nich zostało znowelizowanych, powodując luki legislacyjne. Poważnym zmianom uległ także zbiór polskich norm i norm branżowych.

Niektóre normy branżowe zostały zastąpione polskimi normami, inne wycofane ze zbioru bez zastąpienia. Proces nowelizacji zbioru polskich norm i zastępowanie nimi norm branżowych jest w toku prac Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.

Zmiany legislacyjne nie nakładają obowiązku dostosowywania istniejących instalacji i urządzeń elektroenergetycznych do zmienionych wymagań przepisowych. Istniejące urządzenia wolno eksploatować, naprawiać i badać w oparciu o przepisy z okresu ich budowy. Dopiero jeśli zakres wprowadzonych prac z formalnego punktu widzenia trzeba uznać za przebudowę lub modernizację, prace te należy wykonywać z przestrzeganiem aktualnie obowiązujących przepisów.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Gospodarki [8], dotyczącego kwalifikacji, opracowanie obejmuje zakres znajomości przepisów (przede wszystkim dla osób dozoru), zasad budowy, eksploatacji, racjonalnej gospodarki energetycznej, bezpieczeństwa pracy, bezpieczeństwa przeciwpożarowego, instrukcji eksploatacji urządzeń, sieci i instalacji elektroenergetycznych oraz postępowania w razie awarii, pożaru lub innego zagrożenia bezpieczeństwa obsługi lub otoczenia, a także umiejętności udzielania pierwszej pomocy.

Ze względów praktycznych w opracowaniu wyodrębniono rozdziały adekwatnie do rodzajów sieci, instalacji i urządzeń, przy których eksploatacji wymagane jest posiadanie kwalifikacji, a także zamieszczono bibliografię związaną z danym rozdziałem, obejmującą przepisy, normy i literaturę z wydawnictw zwartych i czasopism technicznych. **Zastosowano** przy tym w rozdziałach numerację bibliografii cyfrową (kolejną) od 1 do „n”, umieszczając ją na końcu każdego rozdziału, związanego tematycznie z treścią w bibliografii. **Bibliografia norm i przepisów odzwierciedla stan z chwili oddania opracowania do druku. Zachodzi więc konieczność sprawdzenia ich aktualności przed korzystaniem z niej.**

Systematyczną informację o aktualności norm i przepisów w zakresie szeroko rozumianej elektryki prowadzi wydawany przez Zarząd Główny SEP „Biuletyn INPE - Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych”.

Ze względu na nie dającą się uniknąć konieczność eksploatacji języci istniejących urządzeń w oparciu o przepisy eksploatacji z >'kresu ich budowy w bibliografii umieszczono również obecnie nie-<>bowiązujące, wyróżnione dopiskiem „uchylone”.

W opracowaniu tym nie ujęto całokształtu występujących zagadnień w elektroenergetyce, z uwagi na ich obszerny zakres, uzależniony od charakteru przemysłu, rodzajów wykonywanych prac oraz istniejących warunków lokalnych, organizacyjnych i technicznych.

Osoby pragnące uzupełnić wiadomości brakujące w niniejszym opracowaniu, powinny korzystać z innych dostępnych źródeł informacji związanych z obszarem wiedzy stosowanej w elektroenergetyce

IBLIOGRAFIA

Ustawa z dnia 3 kwietnia 1993 r. o normalizacji (Dz.U. Nr 55, poz. 251 z późn. zm., także Biul. INPE Nr 7),

| Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89, poz. 414 z późn. zm., także Biul. INPE Nr 31 - Jednolity tekst),

Ustawa z dnia 4 czerwca 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U. Nr 54, poz. 348 z późn. zm., także Biul. INPE Nr 14, 20 i 27).

I >tawa z dnia 26 czerwca 1974 r. - Kodeks Pracy (Dz.U. Nr 24, poz. 141 z późn. zm., także Biul. INPE Nr 9 - ujedn. tekst),

I stawa z dnia 6 marca 1981 r. o Państwowej Inspekcji Pracy - jedno!. tekst (Dz.U. Nr 54 z 1985 r., poz. 54, z późn. zm., także Biul. INPE Nr 8),

I stawa z 31 stycznia 1980 r. o ochronie i kształtowaniu środowiska (Dz.U. Nr 49 z 1994 r., poz. 196),

I stawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej U. Nr 81 z 1994 r., poz. 351 z późn. zm., także Biul. INPE

8),