

Spis treści

Wstęp	9
1. Metodyka i zakres projektowania	11
1.1. Wiadomości ogólne o projektowaniu	11
1.2. Identyfikacja obiektu inwestycyjnego	12
1.3. Metodyka projektowania	13
1.4. Elementy składowe projektu instalacji i urządzeń elektrycznych	14
1.4.1. Dokumentacja prawna	16
1.4.2. Opis techniczny	16
1.4.3. Obliczenia	17
1.4.4. Analiza ekonomiczna i wybór wariantu	17
1.4.5. Kosztorys	17
1.5. Schematy elektryczne i symbole graficzne	18
1.5.1. Określenia i budowa schematów	19
1.5.2. Symbole graficzne	26
1.5.3. Oznaczenie literowe aparatów i urządzeń	36
2. Analiza techniczno-ekonomiczna	39
2.1. Uwagi ogólne	39
2.2. Rachunek efektywności inwestycji	40
2.2.1. Elementy rachunku ekonomicznego	40
2.2.2. Sposób określenia poszczególnych składników wzoru na wskaźnik efektywności inwestycji sieciowych	41
2.2.3. Uwzględnienie kosztów zawodności	46
3. Obliczanie charakterystycznych wielkości zwarciovych	50
3.1. Wstęp	50
3.2. Zasady wyboru schematu obliczeniowego	50
3.3. Zasady wyboru obliczeniowego miejsca i rodzaju zwarcia	51
3.4. Schematy zastępcze układu dla obliczeń zwarciovych	51
3.5. Obliczanie impedancji poszczególnych elementów układu	52

3.6. Obliczanie charakterystycznych wielkości zwarciovych	60
3.6.1. Ogólne zasady obliczeń	60
3.6.2. Uwzględnianie wpływu silników	64
3.6.3. Obliczanie prądów zwarciovych w sieciach do 1 kV	67
4. Wyznaczanie zapotrzebowania mocy szczytowej	69
4.1. Uwagi ogólne	69
4.2. Metody obliczania zapotrzebowania mocy	70
4.3. Metody statystyczne	70
4.3.1. Metoda analogii	71
4.3.2. Metoda jednostkowego zużycia mocy szczytowej	71
4.3.3. Metoda jednostkowego zużycia energii elektrycznej	71
4.3.4. Metoda jednostkowego obciążenia powierzchniowego	73
4.4. Metody analityczne	75
4.4.1. Metoda współczynnika zapotrzebowania mocy	75
4.4.2. Metoda dwuczłonowa (D.S. Liwszyca)	79
4.4.3. Metoda zastępczej liczby odbiorników	81
5. Projektowanie układu zasilającego	87
5.1. Wstęp	87
5.2. Dane wyjściowe	87
5.3. Wybór napięcia zewnętrznej sieci zasilającej	88
5.4. Wybór układu zasilania	89
5.5. Projektowanie linii zasilających	93
5.6. Kartogramy obciążeń	94
5.7. Wybór liczby i rozmieszczenia stacji transformatorowych	96
6. Dobór transformatorów	99
6.1. Uwagi ogólne	99
6.2. Ogólne zasady doboru mocy i liczby transformatorów	103
6.3. Dobór przekładni i zakresu regulacji transformatorów	104
6.4. Zasady ekonomicznego doboru transformatorów	105
6.5. Dobór optymalnej liczby transformatorów pracujących równolegle	105
6.6. Przeciążalność transformatorów	106
7. Dobór urządzeń do kompensacji mocy biernej	112
7.1. Uwagi ogólne	112
7.2. Sposoby poprawy współczynnika mocy	
w zakładach przemysłowych	113
7.2.1. Naturalne i sztuczne środki poprawy współczynnika mocy	113
7.2.2. Kompensacja za pomocą baterii kondensatorów	113
7.2.3. Wstępny wybór rodzaju kompensacji	114

7.3. Porównanie ekonomiczne	
wariantów poprawy współczynnika mocy	115
7.3.1. Obliczanie kosztów strat przy kompensacji mocy biernej	
za pomocą generatorów własnych	115
7.3.2. Obliczanie kosztów strat przy kompensacji mocy biernej	
za pomocą baterii kondensatorów	116
7.3.3. Wybór wariantu kompensacji	116
7.4. Obliczanie mocy urządzenia kompensacyjnego	117
7.5. Obliczanie mocy baterii grupowych	120
7.6. Wyposażenie baterii kondensatorów	121
7.7. Kompensatory nadążne	122
7.8. Układy przeciwrezonansowe (filtry wyższych harmoniczych)	125
8. Dobór urządzeń do kompensacji prądu ziemnozwarciowego	129
8.1. Uwagi ogólne	129
8.2. Obliczanie pojemnościowego prądu doziemnego	129
8.3. Urządzenia kompensacyjne	133
8.4. Dobór urządzenia kompensującego i zakresu jego regulacji	133
9. Projektowanie stacji transformatorowo-rozdzielczych	135
9.1. Uwagi ogólne	135
9.2. Wybór rodzaju stacji	135
9.3. Wybór schematu rozdzielnic	136
9.3.1. Wybór układu szyn	136
9.3.2. Sposoby ograniczania mocy zwarciovych	141
9.3.3. Wyposażenie pól	141
9.4. Wybór układu połączeń stacji	143
9.5. Dobór elementów obwodów głównych rozdzielnic	146
9.5.1. Dobór szyn zbiorczych	146
9.5.2. Dobór izolatorów	159
9.5.3. Dobór wyłączników	162
9.5.4. Dobór łączników izolacyjnych	165
9.5.5. Dobór rozłączników	166
9.5.6. Dobór bezpieczników	167
9.5.7. Dobór dławików przeciwzwarciowych	168
9.5.8. Dobór przekładników prądowych	169
9.5.9. Dobór przekładników napięciowych	173
10. Projektowanie sieci rozdzielczej wewnątrzzakładowej	178
10.1. Wybór napięcia sieci rozdzielczej	178
10.2. Układy sieci rozdzielczej	179
10.3. Zracjonalizowane układy sieci wysokiego napięcia	
w zakładach przemysłowych	185
10.4. Budowa rozdzielczych sieci przemysłowych	192

11. Dobór przekroju przewodów	194
11.1. Kryteria doboru przekroju	194
11.2. Dobór przekroju przewodów na nagrzewanie prądem obciążenia długotrwałego	194
11.3. Dobór przekroju przewodów na nagrzewanie prądem zwarciowym	202
11.4. Dobór przekroju przewodów na dopuszczalny spadek napięcia	204
11.4.1. Wiadomości ogólne	204
11.4.2. Tory otwarte proste	207
11.4.3. Sieci otwarte rozgałęzione	209
11.4.4. Sieci zamknięte	210
11.5. Dobór przekroju na gospodarczą gęstość prądu	210
11.6. Dobór przewodów szynowych	211
12. Projektowanie elektroenergetycznych instalacji siłowych i oświetleniowych	214
12.1. Projektowanie instalacji siłowych	214
12.1.1. Dane wyjściowe	214
12.1.2. Napięcie sieci odbiorczej	214
12.1.3. Liczba i lokalizacja rozdzielnic odbiorczych	215
12.1.4. Wybór układu sieci	215
12.1.5. Ustalenie przewidywanych obciążeń i dobór przekroju przewodów	215
12.2. Projektowanie instalacji oświetleniowych	216
12.2.1. Dane wyjściowe	216
12.2.2. Rodzaje oświetlenia	216
12.2.3. Elektryczne źródła światła	217
12.2.4. Oprawy oświetleniowe	225
12.2.5. Rozmieszczenie opraw oświetleniowych	226
12.2.6. Instalacje oświetleniowe	231
12.3. Metody obliczania oświetlenia	236
12.3.1. Metoda sprawności	237
12.3.2. Metoda punktowa	240
12.3.3. Metoda mocy jednostkowej	242
13. Zabezpieczenia	243
13.1. Wstęp	243
13.2. Zabezpieczenia przewodów w sieciach do 1 kV	244
13.2.1. Zasady doboru zabezpieczeń kabli i przewodów	245
13.2.2. Zabezpieczenia przewodów bezpiecznikami	245
13.3. Zabezpieczenia silników	247
13.3.1. Rodzaje zabezpieczeń	247
13.3.2. Dobór zabezpieczeń silników	249

13.4. Zabezpieczenia transformatorów	250
13.4.1. Rodzaje zabezpieczeń	250
13.4.2. Dobór zabezpieczeń transformatorów	252
13.5. Zabezpieczenia linii elektroenergetycznych	256
13.5.1. Rodzaje zabezpieczeń	256
13.5.2. Dobór zabezpieczeń linii.....	258
13.6. Zabezpieczenia kondensatorów	259
13.6.1. Zabezpieczenia kondensatorów na napięcie do 1 kV	259
13.6.2. Zabezpieczenia kondensatorów na napięcie powyżej 1 kV	260
14. Ochrona przeciwporażeniowa	264
14.1. Wiadomości ogólne	264
14.2. Środki ochrony przeciwporażeniowej w instalacjach i urządzeniach elektrycznych do 1 kV	264
14.2.1. Wstęp	264
14.2.2. Układy sieciowe	265
14.2.3. Rodzaje ochron i środków ochrony przeciwporażeniowej	266
14.2.4. Charakterystyka środków ochrony przeciwporażeniowej	267
14.2.4.1. Równoczesna ochrona podstawowa i dodatkowa	267
14.2.4.2. Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa)	268
14.2.4.3. Ochrona przy dotyku pośrednim (ochrona dodatkowa)	270
14.3. Ochrona przeciwporażeniowa w sieciach niskiego napięcia	276
14.4. Środki ochrony przeciwporażeniowej w urządzeniach powyżej 1 kV	278
14.5. Projektowanie instalacji ochrony przeciwporażeniowej	281
15. Projektowanie obwodów pomocniczych	283
15.1. Urządzenia potrzeb własnych stacji	283
15.1.1. Wstęp	283
15.1.2. Urządzenia potrzeb własnych prądu stałego	283
15.1.3. Urządzenia potrzeb własnych prądu przemiennego	286
15.2. Urządzenia i instalacje sprężonego powietrza	287
15.2.1. Wstęp	287
15.2.2. Urządzenia wytwórcze i instalacje sprężonego powietrza	288
15.2.3. Obliczanie i dobór urządzeń sprężonego powietrza	289
15.3. Ochrona odgromowa i przepięciowa	292
15.3.1. Wstęp	292
15.3.2. Urządzenia ochrony od bezpośredniego uderzenia pioruna	292
15.3.3. Urządzenia ochrony od skutków uderzenia pioruna	298
15.3.4. Ochrona linii	298
15.3.5. Ochrona stacji	301

15.3.6. Zasady doboru ograniczników przepięć	303
15.3.7. Ochrona budowli od wyładowań atmosferycznych	306
16. Instalacje uziemień roboczych, ochronnych i odgromowych	315
16.1. Wstęp	315
16.2. Dopuszczalne wartości rezystancji uziemień	316
16.2.1. Dopuszczalne wartości rezystancji uziemień roboczych	316
16.2.2. Dopuszczalne wartości rezystancji uziemień ochronnych	319
16.2.3. Dopuszczalna wartość rezystancji uziemień odgromowych obiektów budowlanych	323
16.2.4. Dopuszczalne rezystancje uziemień w liniach napowietrznych	324
16.3. Rodzaje i zasady doboru uziomów	324
16.4. Obliczanie rezystancji uziomów naturalnych dla prądów o częstotliwości technicznej	325
16.4.1. Rezystywność gruntu	325
16.4.2. Rezystancja rur wodociągowych	327
16.4.3. Rezystancja metalowa osłon kabli ułożonych w ziemi	327
16.4.4. Impedancja przewodów odgromowych	328
16.4.5. Rezystancja uziomów fundamentowych	330
16.5. Obliczanie rezystancji uziomów sztucznych dla częstotliwości roboczej	330
16.5.1. Uziom poziomy	330
16.5.2. Uziom poziomy o konturze pierścieniowym i kwadratowym	331
16.5.3. Uziom pionowy	332
16.5.4. Uziom poziomy promieniowy	332
16.5.5. Uziom poziomy złożony z dwóch równoległych uziomów poziomych pojedynczych	333
16.5.6. Uziom złożony z uziomów pionowych połączonych uziomem poziomym	334
16.5.7. Uziom kratowy (siatkowy)	334
16.6. Obliczanie rezystancji udarowej uziemienia	335
16.7. Dobór przewodów w instalacjach uziemiających	336
16.8. Dobór elementów instalacji uziemiającej ze względu na wytrzymałość cieplną	337
17. Komputeryzacja projektowania	340
17.1. Wstęp	340
17.2. Sprzęt do projektowania inżynierskiego	341
17.3. Programy i systemy do projektowania urządzeń elektrycznych	342
Literatura	345