

Spis treści

PRZEDMOWA	21
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I SKRÓTÓW	23
1. Wstęp	26
1.1. Definicje i określenia podstawowych pojęć	26
1.2. Podstawowe determinanty procesów budowlanych w elektroenergetyce	26
1.3. Holistyczne podejście do realizacji przedsięwzięć budowlanych	29
CZĘŚĆ 1. ZAGADNIENIA OGÓLNE	33
2. Prawne aspekty procesu budowlanego w odniesieniu do elektroenergetycznej infrastruktury sieciowej	35
2.1. Uwagi ogólne	35
2.2. Uregulowania prawne	36
3. Problemy formalnoprawne i środowiskowe związane z budową infrastruktury elektroenergetycznej	38
3.1. Uwagi ogólne	38
3.2. Zagadnienia wpływające na możliwości i sposoby rozwiązania procesu projektowania i budowy infrastruktury w kontekście obowiązującego w Polsce prawodawstwa	39
4. Zagadnienia związane z projektowaniem i budową infrastruktury elektroenergetycznej	42
4.1. Uwagi ogólne	42
4.2. Oddziaływanie infrastruktury elektroenergetycznej na otoczenie	42
4.2.1. Wprowadzenie	42
4.2.2. Oddziaływanie pola elektromagnetycznego na otoczenie	43
4.2.3. Wpływ budownictwa sieciowego na gospodarkę leśną	45
4.2.4. Wpływ hałasu generowanego przez linie elektroenergetyczne na otoczenie	46
4.2.5. Zakłócenia radioelektryczne generowane przez linie elektroenergetyczne	47
4.2.6. Zagadnienia estetyki przy projektowaniu linii napowietrznych	48
4.2.7. Aspekty społeczne budowy infrastruktury elektroenergetycznej	48
5. Wybrane zagadnienia mechaniki związane z budową linii elektroenergetycznych	50
5.1. Mechanika przewodów	50

5.1.1. Wprowadzenie	50
5.1.2. Równanie krzywej łańcuchowej	50
5.1.3. Długość łuku krzywej łańcuchowej	54
5.1.4. Zależność zwisu od naprężenia	54
5.1.5. Równanie dla przęsła pochyłego	57
5.1.6. Oddziaływanie przewodu na słup linii elektroenergetycznej.	59
5.2. Równanie stanów	59
5.3. Zagadnienia związane z automatyzacją projektowania linii napowietrznych	61
5.3.1. Wprowadzenie	61
5.3.2. Określenie ważniejszych pojęć z zakresu automatyzacji projektowania linii napowietrznych.	62
5.3.3. Problematyka racjonalizacji projektowania linii z wykorzystaniem maszyn cyfrowych	63
5.4. Podstawowe zagadnienia związane z budową linii napowietrznych	69
5.4.1. Wprowadzenie	69
5.4.2. Obciążalność termiczna linii napowietrznych	69
5.4.3. Odstęp izolacyjny od ziemi i krzyżowanych obiektów	71
5.4.4. Obostrzenia	72
5.4.5. Wpływ wiatru na pracę elektroenergetycznych linii napowietrznych	73
5.4.6. Wpływ oblodzenia na pracę elektroenergetycznych linii napowietrznych	75
5.4.7. Podsumowanie	76
Literatura do części I	76

CZĘŚĆ 2. ELEKTROENERGETYCZNE LINIE NAPOWIETRZNE WYSOKICH NAPIĘĆ

6. Ogólna charakterystyka linii napowietrznych wysokich napięć	81
6.1. Uwagi ogólne	81
6.2. Podstawowe elementy elektroenergetycznej linii napowietrznej	82
6.3. Linie napowietrzne wysokich napięć	84
6.3.1. Linie wielotorowe prądu przemiennego	84
6.3.2. Linie napowietrzne prądu stałego	88
6.4. Bariery rozwoju budowy elektroenergetycznych linii napowietrznych wysokich napięć ..	89
7. Przewody elektroenergetyczne linii wysokich napięć	91
7.1. Uwagi ogólne	91
7.2. Przewody elektroenergetyczne miedziane	92
7.3. Przewody elektroenergetyczne aluminiowe	93
8. Izolatory i osprzęt liniowy	103
9. Konstrukcje wsporcze	115
10. Fundamenty i instalacje uziemiające	124
10.1. Uwagi ogólne	124
10.2. Fundamenty	124
10.3. Instalacje uziemiające	129
11. Budowa i montaż fundamentów	135
11.1. Uwagi ogólne	135
11.2. Skład i wyposażenie brygad ziemno-fundamentowych	136

11.3. Fundamenty prefabrykowane żelbetowe	138
11.3.1. Wprowadzenie	138
11.3.2. Transport i składowanie elementów prefabrykowanych	138
11.3.3. Montaż i ustawianie fundamentów prefabrykowanych w wykopach	139
11.3.4. Fundamenty prefabrykowane żelbetowe z kotwami betonowanymi na mokro w terenie	141
11.3.5. Montaż, ustawianie fundamentów i zabetonowanie kotew	142
11.4. Fundamenty terenowe betonowe i żelbetowe	142
11.4.1. Wprowadzenie	142
11.4.2. Mieszanka betonowa	143
11.4.3. Transport mieszanki betonowej z wytwórni na stanowisko słupa	144
11.4.4. Zbrojenie fundamentów żelbetowych	145
11.4.5. Roboty betonowe w warunkach niskich temperatur	151
11.5. Fundamentowanie na studniach i w kesonach	151
11.5.1. Studnie	151
11.5.2. Kesony	153
11.6. Izolacja fundamentów	154
11.6.1. Wprowadzenie	154
11.6.2. Prace przygotowawcze	154
11.6.3. Wykonanie wykopu	155
11.6.4. Odwadnianie wykopu i terenu	156
11.6.5. Wykonanie poduszek i zasypanie wykopu	156
11.6.6. Niwelacja terenu przy posadowieniu słupa na zboczu	156
11.6.7. Prace w terenie bardzo mokrym	157
11.7. Działanie w wypadku wystąpienia awarii	157
11.8. Fundamentowanie w ujęciu ustawy środowiskowej	158
12. Montaż uziomów i instalacji uziemiających	160
12.1. Uwagi ogólne	160
12.2. Skład i podstawowe wyposażenie brygady montażu uziemień i instalacji uziemiających	162
12.3. Typowe materiały potrzebne do wykonania uziomu	164
12.4. Montaż uziemień linii elektroenergetycznych	165
12.4.1. Wprowadzenie	165
12.4.2. Słupy betonowe	165
12.4.3. Słupy kratowe	165
12.5. Remont uziemień na czynnych liniach elektroenergetycznych	166
12.5.1. Pomiar rezystancji i sprawdzenie stanu technicznego uziomu	166
12.5.2. Określenie sposobu zmniejszania rezystancji uziomu i ilości materiałów	167
12.5.3. Warunki, w jakich mogą być wykonywane prace montażowe na czynnej linii	167
12.5.4. Technologia montażu	168
12.5.5. Wykonywanie przewodów uziemiających	170
12.6. Łączenie elementów uziomu	171
12.6.1. Połączenia spawane	171
12.6.2. Połączenia skręcane	171
12.6.3. Połączenia zgrzewane	171
12.6.4. Połączenia za pomocą objemki	172
12.7. Zасыpywanie wykopów	172

12.8. Sztuczne zmniejszanie rezystancji uziomu	172
12.9. Pomiary rezystancji uziomu i rezystywności gruntu	173
12.9.1. Pomiar rezystancji uziomu	173
12.9.2. Pomiar rezystywności gruntu	174
13. Montaż i stawianie słupów linii napowietrznych i wysokich konstrukcji wolnostojących	176
13.1. Uwagi ogólne	176
13.2. Montaż i stawianie słupów linii napowietrznych metodą obrotową	176
13.2.1. Wprowadzenie	176
13.2.2. Poziomy montaż słupów	178
13.2.3. Obrotowe stawianie słupów	196
13.3. Montaż i stawianie wysokościowe słupów linii napowietrznych i wysokich wież wolnostojących	217
13.3.1. Wprowadzenie	217
13.3.2. Montaż wysokościowy słupów	219
13.3.3. Montaż wysokościowy słupów członami żurawiem samochodowym – zasady szczegółowe	227
13.3.4. Montaż wysokościowy słupów wysięgnikiem 20 m ustawionym centralnie – zasady szczegółowe	257
13.3.5. Montaż wysokościowy słupów wysięgnikami 12 m mocowanymi do krawężników – zasady szczegółowe	268
13.3.6. Montaż wysokościowy wież wolnostojących	275
13.3.7. Kontrola prawidłowości zmontowanego słupa lub wieży	276
13.3.8. Tabele montażowe	276
14. Montaż przewodów elektroenergetycznych linii wysokich napięć	316
14.1. Uwagi ogólne	316
14.2. Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych	318
14.2.1. Wytyczne ogólne	318
14.2.2. Wytyczne bezpiecznej pracy na liniach remontowanych	319
14.3. Ogólne zasady organizacji robót	321
14.3.1. Opis zaplanowanych robót	321
14.3.2. Skład brygady, wyposażenie w narzędzia i sprzęt technologiczny	321
14.3.3. Środki łączności przy pracach montażowych i remontowych	324
14.3.4. Przygotowanie sekcji odciągowej do montażu przewodów na budowanej lub remontowanej linii	325
14.3.5. Przekazanie sekcji odciągowej do montażu	325
14.3.6. Ustawienie bramek ochronnych na skrzyżowaniach	326
14.3.7. Ustalenie warunków zabezpieczenia ruchu na krzyżowanych obiektach komunikacyjnych	327
14.3.8. Zabezpieczenie słupów ograniczających sekcję odciągową	327
14.3.9. Ustawienie wciągarki i hamownika wraz z ich zakotwieniem	329
14.4. Szczegółowy opis technologii robót	330
14.4.1. Montaż przewodów AFL, AFLs i AAL na nowo budowanej linii metodą wciągarka–hamownik	330
14.4.2. Rozwijanie linki wstępnej i podwieszanie łańcuchów izolatorowych wraz z rolkami	332

14.4.3. Montaż przewodów AFL, AFLs i AAL na remontowanej linii metodą wciągarka-hamownik	333
14.5. Regulacja zwisów przewodów	342
14.5.1. Ogólne zasady regulacji zwisów przewodów na liniach nowo budowanych ...	342
14.5.2. Ogólne zasady regulacji zwisów przewodów na liniach remontowanych	343
14.5.3. Wybór przęśła do regulacji zwisów przewodów	343
14.5.4. Pomiar zwisów przewodów	344
14.5.5. Wytyczne posługiwanie się tabelą zwisów przewodów	345
14.5.6. Rozmieszczenie pracowników brygady podczas regulacji zwisów przewodów	346
14.5.7. Kolejność czynności przy regulacji zwisów przewodów	347
14.5.8. Regulacja zwisów przewodów w bardzo długich sekcjach	347
14.6. Montaż uchwytów odciągowych, zacisków i złączek zaprasowywanych	349
14.6.1. Montaż uchwytów odciągowych przewodów roboczych i odgromowych ...	349
14.6.2. Prasowanie uchwytów odciągowych przewodów AFL i AFLs	349
14.6.3. Prasowanie uchwytów odciągowych przewodów AAL	351
14.6.4. Montaż złączek przelotowych	352
14.6.5. Montaż pętli tłumiących i tłumików drgań Stockbridge'a	354
14.6.6. Montaż odstępników	355
14.7. Wytyczne naprawy uszkodzonych przewodów stalowo-aluminiowych	355
14.7.1. Wprowadzenie	355
14.7.2. Naprawa przewodów za pomocą taśmy lub drutu aluminiowego	355
14.7.3. Naprawa przewodów za pomocą złączek reperacyjnych opłotowych	356
14.7.4. Naprawa przewodów za pomocą złączek reperacyjnych zaprasowywanych ...	356
14.8. Likwidacja stanowisk pracy	357
15. Zawieszanie i łączenie przewodów światłowodowych	358
15.1. Wprowadzenie	358
15.1.1. Przeznaczenie instrukcji	358
15.1.2. Zakres instrukcji montażowej	358
15.1.3. Normy, przepisy związane, instrukcje, katalogi	358
15.1.4. Działania zabezpieczające	359
15.2. Wytyczne BHP przy montażu przewodów światłowodowych	359
15.3. Wytyczne technologii montażu przewodów światłowodowych	361
15.3.1. Pojęcia podstawowe	361
15.3.2. Wymagania przy obchodzeniu się z przewodem światłowodowym	361
15.3.3. Warunki montażu przewodów światłowodowych	362
15.4. Ogólna charakterystyka podstawowego i pomocniczego osprzętu technologicznego do montażu przewodów światłowodowych	362
15.4.1. Zestaw wciągarkowo-hamujący	362
15.4.2. Bębny kablów, podnośniki bębnowe	363
15.4.3. Rolki montażowe	363
15.4.4. Linka wstępna	364
15.4.5. Stabilizator skreśtu, osprzęt łączeniowy	364
15.4.6. Uchwyty montażowe	364
15.4.7. Klucze dynamometryczne	365
15.4.8. Wieszak do montażu uchwytów przelotowych	365
15.4.9. Pomost lub drabina montażowa	366

15.5. Łączność przy montażu przewodów światłowodowych	366
15.6. Prace przygotowawcze	366
15.6.1. Przygotowanie sekcji do rozwijania przewodów	366
15.6.2. Zabezpieczenie skrzyżowań	367
15.6.3. Zawieszenie rolek montażowych	367
15.7. Rozwijanie przewodów światłowodowych za pomocą zestawu wciągarkowo-hamującego	367
15.7.1. Opis metody	367
15.7.2. Ustawienie sprzętu i członków brygady oraz rozdział zadań	368
15.7.3. Stanowiska łączności podstawowej i awaryjnej	369
15.7.4. Rozwijanie linki wstępnej	370
15.7.5. Wykorzystanie istniejącego przewodu odgromowego w charakterze linki wstępnej	370
15.7.6. Rozwijanie przewodu światłowodowego	371
15.8. Regulacja zwisów i naprężanie przewodów	372
15.8.1. Ogólne wytyczne regulacji zwisów przewodów	372
15.8.2. Kolejność czynności przy regulacji zwisów przewodów w sekcji odciągowej	373
15.9. Montaż zawiesznień	373
15.9.1. Ogólne wytyczne montażu zawiesznień	373
15.9.2. Montaż zawiesznień odciągowych	373
15.9.3. Montaż zawiesznień przelotowych	374
15.9.4. Montaż tłumików	375
15.10. Instalacja przewodów światłowodowych na słupie	375
15.10.1. Wytyczne instalacji przewodów światłowodowych na słupie	375
15.10.2. Montaż przewodów światłowodowych na słupie	376
15.10.3. Montaż zapasu stałego przewodu	376
15.10.4. Montaż zapasu tymczasowego przewodu	376
15.10.5. Montaż skrzynek połączeniowych	377
15.11. Likwidacja stanowisk roboczych	377
15.12. Wytyczne składu brygad i wyposażenia w narzędzia	377
15.13. Załączniki	378
15.13.1. Instrukcja montażu uchwytu odciągowego skręcanego	378
15.13.2. Instrukcja montażu uchwytu przelotowego skręcanego	379
15.13.3. Instrukcja montażu uchwytu odciągowego oplotowego	380
15.13.4. Instrukcja montażu uchwytu przelotowego oplotowego	381
15.13.5. Instrukcja montażu tłumika Stockbridge'a	381
15.13.6. Instrukcja montażu tłumika spiralnego	382
15.13.7. Instrukcja montażu uchwytu prowadzącego odsadzonego i uziemiającego	383
15.13.8. Instrukcja montażu uchwytu skręcanego-żabki	383
16. Montaż osprzętu przewodowego i izolatorowego stosowanego w budownictwie linii i stacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia	385
16.1. Wprowadzenie	385
16.1.1. Przedmiot instrukcji montażowej	385
16.1.2. Zakres instrukcji	385
16.1.3. Przeznaczenie instrukcji	385
16.1.4. Normy, przepisy związane, instrukcje, katalogi	385

16.2. Skład i wyposażenie brygad	387
16.2.1. Skład brygady	387
16.2.2. Wyposażenie brygady	387
16.3. Podstawowe zasady BHP	387
16.4. Osprzęt przewodowy	388
16.4.1. Osprzęt zaprasowywany	388
16.4.2. Osprzęt skręcany	400
16.4.3. Osprzęt opłotowy	401
16.4.4. Montaż tłumików drgań	404
16.4.5. Montaż innych elementów osprzętu	405
16.5. Osprzęt izolatorowy	407
16.5.1. Montaż łańcuchów izolatorowych z osprzętem główkowym	407
16.5.2. Montaż łańcuchów izolatorowych z osprzętem widlastym	407
16.5.3. Montaż łańcuchów izolatorowych z izolatorami kompozytowymi	407
16.5.4. Montaż osprzętu łukoochronnego	407
17. Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa konstrukcji	408
17.1. Uwagi ogólne	408
17.2. Metoda stanów granicznych	408
17.3. Metoda współczynników częściowych bezpieczeństwa	412
17.3.1. Wprowadzenie	412
17.3.2. Współczynniki częściowe bezpieczeństwa dla obciążeń	412
17.3.3. Współczynniki częściowe bezpieczeństwa dla nośności	413
18. Przepisy, normy, instrukcje branżowe	415
19. Kierunki rozwoju techniki liniowej	417
19.1. Uwagi ogólne	417
19.2. Rozwiązania techniczne przewodów wysokotemperaturowych	417
19.2.1. Wprowadzenie	417
19.2.2. Charakterystyka przewodu ACSS	420
19.2.3. Charakterystyka przewodów ACCC	421
19.2.4. Charakterystyka przewodu ACCR	423
19.2.5. Charakterystyka przewodu TACSR	424
19.2.6. Charakterystyka przewodów TACIR	426
19.2.7. Charakterystyka przewodów GTACSR	426
19.2.8. Charakterystyka przewodu ACFR	428
19.2.9. Charakterystyka przewodu TAAAC	428
19.2.10. Poprawa zdolności przepustowych przez przekształcenie linii	429
19.2.11. Wykorzystanie przewodów HTLS do transformacji linii wysokiego napięcia	430
19.2.12. Wady i zalety przewodów nowej generacji	433
19.3. Światowe trendy w projektowaniu i budownictwie elektroenergetycznych linii napowietrznych	435
19.3.1. Wprowadzenie	435
19.3.2. Słupy krajobrazowe	436
20. Podsumowanie części 2	474
Literatura do części 2	474

CZEŚĆ 3. ELEKTROENERGETYCZNE LINIE KABLOWE WYSOKICH NAPIĘĆ	479
21. Ogólna charakterystyka linii kablowych	481
21.1. Uwagi ogólne	481
21.2. Zagadnienie obciążalności linii kablowych	482
21.2.1. Wprowadzenie	482
21.2.2. Obciążalność linii kablowych wysokich napięć	482
21.2.3. Straty dodatkowe w kablach	485
21.2.4. Kable ułożone w gruncie	488
21.2.5. Obliczanie zewnętrznego oporu cieplnego kabli umiejscowionych w powietrzu	489
21.2.6. Uwagi końcowe	490
22. Wybrane zagadnienia projektowania i budowy linii kablowych	491
22.1. Główne czynniki analizowane podczas projektowania linii kablowych	491
22.1.1. Uwarunkowania środowiskowe	491
22.1.2. Aspekty ekonomiczne budowy układów kablowych wysokich napięć	492
22.1.3. Pole magnetyczne wytwarzane przez linię kablową	493
22.1.4. Projektowanie linii kablowych	493
23. Budowa i rodzaje kabli wysokich napięć	497
23.1. Wprowadzenie	497
23.2. Rodzaje kabli wysokich napięć	497
23.3. Wysokonapięciowe podziemne linie elektroenergetyczne z izolacją gazową	500
24. Współczesne wysokonapięciowe kablówce łączy prądu stałego	502
24.1. Uwagi ogólne	502
24.2. Łącza prądu stałego	503
24.2.1. Wprowadzenie	503
24.2.2. Podstawowe schematy układów elektrycznych wysokonapięciowych łączy prądu stałego	503
24.3. Połączenie stałoprądowe Polska–Szwecja	504
24.3.1. Wprowadzenie	504
24.3.2. Trasa łączy stałoprądowego Polska–Szwecja	505
24.3.3. Charakterystyka łączy	506
24.3.4. Schemat połączeń obwodów głównych w łączy SwePol Link	506
24.3.5. Kabel główny i kabel powrotny	506
24.3.6. Urządzenia przekształtnikowe	508
24.3.7. Zasady sterowania pracą łączy	510
24.3.8. Zakłócenia pracy łączy	512
25. Osprzęt linii kablowych	518
26. Montaż i obróbka kabli elektroenergetycznych	521
26.1. Uwagi ogólne	521
26.1.1. Przedmiot instrukcji	521
26.1.2. Przeznaczenie i zakres instrukcji	521
26.1.3. Kwalifikacje operatorów obsługi wciągarek	521
26.1.4. Wykaz instrukcji, norm i przepisów związanych	522
26.1.5. Wytyczne BHP przy montażu kabli	522

26.2. Roboty kablowe liniowe	523
26.2.1. Prace przygotowawcze	523
26.3. Układanie kabli	529
26.3.1. Ogólne wytyczne	529
26.3.2. Ręczne ciągnięcie kabla	529
26.3.3. Temperatura w czasie układania i ogrzewania kabla	530
26.3.4. Odwijanie kabla z bębna	530
26.3.5. Ręczne układanie kabla	532
26.3.6. Układanie kabli w ósemkę	534
26.3.7. Zapasy kabli	534
26.3.8. Układanie kabli w wykopach	536
26.3.9. Układanie kabli w przepustach	537
26.4. Montaż linii kablowych za pomocą wciągarki	537
26.4.1. Ogólna charakterystyka stosowania urządzeń wciągarkowych	537
26.4.2. Ustawienie brygady i stanowiska łączności	538
26.4.3. Robocze ustawienie wciągarki i jej kotwienie	539
26.4.4. Ustawienie podnośników i bębnow z kablami	539
26.4.5. Linki wstępne	539
26.4.6. Przygotowanie do rozwijania kabla	540
26.5. Wskazówki wykonawcze	540
26.5.1. Czyszczenie i sprawdzanie drożności przepustu	540
26.5.2. Przeciąganie liny przez przepust	540
26.5.3. Rozprowadzanie materiału poślizgowego wewnątrz przepustu	540
26.5.4. Pokrywanie materiałem poślizgowym powierzchni kabla	541
26.5.5. Dobór i nałożenie pończochy kablowej	541
26.5.6. Dobór i nakładanie głowicy ciągnącej	541
26.5.7. Kierunek i prędkość mechanicznego ciągnięcia kabla	541
26.5.8. Nagrzewanie i pomiar temperatury kabla	542
26.6. Obliczanie parametrów technicznych	542
26.6.1. Obliczanie oczekiwanej wartości siły ucięcia kabla	542
26.6.2. Trasa układanego kabla	542
26.6.3. Długość i masa układanego kabla	543
26.6.4. Wartości współczynnika tarcia	544
26.6.5. Wartość siły tarcia	545
26.6.6. Obliczanie oczekiwanej siły docisku kabla na jedną rolkę na załomach wykopu	546
26.6.7. Przykład obliczeniowy	547
26.7. Operacja rozwijania kabla	549
26.7.1. Podstawowe warunki rozwijania kabla	549
26.7.2. Wprowadzanie kabla do rury	549
26.7.3. Nastawianie siły naciągu na wciągarcie	549
26.7.4. Oprzyrządowanie	550
26.7.5. Ręczne ciągnięcie kabla	550
26.7.6. Zabezpieczanie izolacji przed zawilgoceniem, odcinanie końca kabla i łączenie kabli jednożyłowych w wiązki	551
26.8. Remont linii kablowej	552
26.8.1. Podstawowe wytyczne	552
26.8.2. Materiały do napraw	554
26.8.3. Usuwanie uszkodzeń zakończeń linii kablowych	554

26.8.4. Usuwanie uszkodzeń muf.	555
26.8.5. Usuwanie uszkodzeń kabli	555
26.8.6. Zasady dokumentowania zakłóceń.	555
26.9. Montaż kabli w stacjach elektroenergetycznych i innych obiektach	556
26.9.1. Organizacja robót, skład brygady, narzędzia	556
26.9.2. Technologia robót.	556
26.10. Montaż osprzętu kablowego	559
26.10.1. Obróbka zakończeń kabli	559
26.10.2. Montaż muf.	559
26.11. Prace wykończeniowe	561
26.11.1. Uziemianie kabli	561
26.11.2. Zabezpieczenie kabli przed korozją	561
26.11.3. Oznaczenie kabli	561
26.11.4. Ochrona przeciwpożarowa tras kablowych na stacjach elektroenergetycznych	562
26.11.5. Utylizacja kabli	564
26.11.6. Uporządkowanie terenu stacji.	564
26.11.7. Badania odbiorcze.	564
27. Kierunki rozwoju techniki kablowej.	566
28. Podsumowanie części 3.	568
Literatura do części 3.	568
CZĘŚĆ 4. STACJE ELEKTROENERGETYCZNE WYSOKICH NAPIĘĆ	571
29. Ogólna charakterystyka stacji elektroenergetycznych wysokich napięć	573
29.1. Uwagi ogólne	573
29.2. Rola i zadania stacji w systemie elektroenergetycznym.	573
29.3. Układy połączeń stacji elektroenergetycznych.	575
29.3.1. Wprowadzenie	575
29.3.2. Schematy rozdzielni stacji elektroenergetycznych najwyższych napięć	575
29.3.3. Przykładowe stacje najwyższych napięć prądu przemiennego	579
30. Wybrane zagadnienia projektowania i budowy stacji elektroenergetycznych	585
30.1. Uwagi ogólne	585
30.2. Krajowy System Elektroenergetyczny – Specyfikacja.	586
30.2.1. Warunki systemowe	586
30.2.2. Czasy likwidacji zakłóceń i wyłączenia 1- i 3-fazowe.	587
30.2.3. Wymagania w zakresie ochrony środowiska	587
30.2.4. Transformatory i autotransformatory	588
30.2.5. Układy i urządzenia elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej	588
30.3. Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć – Specyfikacja	588
30.3.1. Wprowadzenie	588
30.3.2. Charakterystyka stacji.	589
30.3.3. Dobór schematu głównego.	589
30.3.4. Zasilanie potrzeb własnych	590
30.4. Urządzenia i aparatura wysokiego napięcia – Specyfikacja.	590

30.4.1. Wprowadzenie	590
30.4.2. Wymagania środowiskowe	591
30.4.3. Wyłączniki	592
30.4.4. Odłączniki i uziemniki	592
30.4.5. Przekładniki	592
30.4.6. Ograniczniki przepięć	593
30.4.7. Urządzenia z izolacją gazową	593
30.5. Fundamenty, uziemienia, drogi wewnętrzne, ochrona stacji elektroenergetycznej ..	594
30.5.1. Wprowadzenie	594
30.5.2. Wykonawstwo mis olejowych i fundamentów pod transformatory	595
30.5.3. Montaż uziemień stacji elektroenergetycznych napowietrznych	595
30.5.4. Montaż uziemień rozdzielni wewnętrznych	597
30.5.5. Remont uziemień na czynnych stacjach energetycznych	598
30.5.6. Wykonawstwo dróg i placów	599
30.5.7. Ogrodzenia, bramy, słupki	600
30.6. Zalecenia końcowe	600
31. Układy stacji elektroenergetycznych	601
31.1. Uwagi ogólne	601
31.2. Typowe rozwiązania pól rozdzielczych	601
31.2.1. Wprowadzenie	601
31.2.2. Pola liniowe	602
31.2.3. Pola transformatorowe i autotransformatorowe	602
31.2.4. Pola łącznika szyn	603
31.3. Szynowe układy połączeń stacji elektroenergetycznych	604
31.3.1. Wprowadzenie	604
31.3.2. Układy z pojedynczym systemem szyn zbiorczych	604
31.3.3. Układy z podwójnym systemem szyn zbiorczych	605
31.3.4. Układy z potrójnym systemem szyn zbiorczych	607
31.3.5. Układy wielowyłącznikowe	607
31.4. Bezszynowe układy połączeń stacji	608
31.4.1. Wprowadzenie	608
31.4.2. Układy blokowe	608
31.4.3. Układy mostkowe	609
31.4.4. Układy wielobokowe	610
31.5. Stacje najwyższych i wysokich napięć w izolacji powietrznej	611
31.6. Konstrukcje wyłączników najwyższych i wysokich napięć	614
31.7. Konstrukcje odłączników najwyższych i wysokich napięć	616
31.8. Przykłady nowoczesnych układów stacji wysokich napięć	616
31.8.1. Układ modułowy z wyłącznikami obrotowymi	616
31.8.2. Układ mostkowy H z jedną linią zasilającą	618
31.8.3. Układ pierścieniowy	619
31.8.4. Układ stacji jednofazowej blokowej linia–transformator z wyłącznikami wysuwanymi	620
31.8.5. Stacja trzypolowa z wyłącznikiem wysuwanym	621
31.8.6. Układ mostkowy H4 w wersji bez łącznika w poprzeczce, układ mostkowy H5	622
31.8.7. Układy zintegrowane	624
31.8.8. Nowoczesne układy kompaktowe stacji elektroenergetycznych	628

32. Montaż i ustawianie konstrukcji wsporczych, aparatury i urządzeń na stacjach	632
32.1. Uwagi ogólne	632
32.1.1. Przedmiot, zakres instrukcji i przeznaczenie instrukcji	632
32.1.2. Podstawowe normy i przepisy związane	632
32.1.3. Działania zabezpieczające	634
32.2. Wytyczne bezpieczeństwa i higieny pracy	635
32.3. Montaż konstrukcji wsporczych	636
32.3.1. Konstrukcje pod aparaturę	636
32.3.2. Konstrukcje wysokie	637
32.3.3. Ogólna charakterystyka robót	641
32.3.4. Skład i wyposażenie brygady montażu konstrukcji wsporczych	642
32.3.5. Opis techniczny robót	646
32.4. Montaż aparatury i urządzeń stacyjnych	677
32.4.1. Uwagi ogólne	677
32.4.2. Skład i wyposażenie brygady montażu aparatury i urządzeń stacyjnych	682
32.4.3. Ustawianie i montaż aparatury i urządzeń	686
32.4.4. Montaż wyłączników	693
32.4.5. Regulacja i próby działania aparatury	707
32.4.6. Odbiór techniczny prac montażowych	708
32.4.7. Zalecenia końcowe	708
33. Oszynowanie elektroenergetycznych stacji wysokich napięć	710
33.1. Wstęp	710
33.1.1. Przedmiot, przeznaczenie i zakres instrukcji	710
33.1.2. Normy, przepisy związane i instrukcje branżowe	710
33.1.3. Działania zabezpieczające, zagrożenie pożarowe i środowiskowe	711
33.1.4. Ogólne wytyczne bezpieczeństwa i higieny pracy	712
33.2. Montaż oszynowania stacji przewodami linkowymi	712
33.2.1. Skład, wyposażenie brygady montażowej i warunki przystąpienia do montażu oszynowania	712
33.2.2. Kolejność montażu oszynowania rozdzielni	714
33.2.3. Montaż oszynowania zawieszonego na łańcuchach izolatorowych odciągowych	716
33.3. Montaż oszynowania stacji przewodami rurowymi	730
33.3.1. Uwagi ogólne, skład i wyposażenie brygady montażowej	730
33.3.2. Podstawowe parametry techniczne przewodów rurowych i osprzętu	732
33.3.3. Transport i składowanie rur oraz osprzętu	734
33.3.4. Warunki rozpoczęcia montażu	735
33.3.5. Szczegółowy opis prac montażowych	735
33.3.6. Spawanie przewodów rurowych	741
33.3.7. Zalecenia końcowe	744
33.4. Odbiór techniczny prac montażowych	744
34. Montaż światłowodów na stacjach elektroenergetycznych	746
34.1. Wstęp	746
34.1.1. Przedmiot, przeznaczenie i zakres instrukcji	746
34.1.2. Normy, przepisy związane, instrukcje branżowe	746
34.1.3. Skład i wyposażenie brygad, wytyczne bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrona środowiska	747

34.2. Prowadzenie przewodów światłowodowych po bramkach stacyjnych	748
34.2.1. Prowadzenie przewodów po bramkach	748
34.2.2. Zapasy przewodów i montaż skrzynek połączeniowych	750
34.3. Układanie przewodów światłowodowych po terenie stacji	752
34.3.1. Układanie przewodów, budowa kanalizacji pierwotnej i wtórnej	752
34.3.2. Montaż skrzynek i wykonywanie połączeń skrzynka zapasu kabla–skrzynka połączeniowa	754
34.3.3. Określanie siły uciągu kabla	755
34.3.4. Zaciąganie kabla	757
34.3.5. Zapasy i oznaczanie kabla	758
34.4. Montaż przełącznic światłowodowych	759
34.5. Zarabianie przewodów i kabli światłowodowych	760
34.5.1. Wprowadzanie przewodów i kabli do skrzynek połączeniowych	760
34.5.2. Wprowadzanie kabli do przełącznic	760
34.5.3. Obrabianie kabla światłowodowego	761
34.5.4. Układanie tub i segmentów optycznych w skrzynkach i mufach	761
34.5.5. Przygotowanie pigtaili	762
34.5.6. Układanie włókien na kasetach spawalniczych	763
34.6. Spawanie włókien światłowodowych	763
34.7. Zamykanie skrzynek lub przełącznicy	764
34.8. Pomiaru włókien światłowodowych	764
35. Obwody wtórne w urządzeniach elektroenergetycznych	766
35.1. Wstęp	766
35.1.1. Przedmiot, przeznaczenie i zakres instrukcji	766
35.1.2. Normy, przepisy związane i instrukcje branżowe	766
35.1.3. Skład, wyposażenie brygady i bezpieczeństwo i higiena pracy przy montażu	767
35.2. Identyfikacja zacisków aparatury i przewodów	770
35.2.1. Oznaczanie przewodów elektrycznych barwami lub cyframi	770
35.2.2. Oznaczanie identyfikacyjne zacisków urządzeń oraz zasady alfanumeryczne	772
35.3. Montaż aparatury stacyjnej	774
35.3.1. Prace przygotowawcze	774
35.3.2. Technologia montażu aparatury i osprzętu na tablicach i w szafkach	775
35.3.3. Montaż aparatury podstawowej, pomocniczej i osprzętu	776
35.3.4. Montaż listew zaciskowych	777
35.4. Montaż szaf typu Combiflex	779
35.4.1. Modułowa identyfikacja systemu	779
35.4.2. Technologia montażu	782
35.4.3. Montaż aparatury i osprzętu poza szafami i tablicami	782
35.4.4. Układanie przewodów i podłączanie do zacisków listew i aparatów	783
35.4.5. Układanie rurek instalacyjnych	790
35.5. Montaż oprzewodowanych szaf i tablic	792
35.5.1. Transport i składowanie	792
35.5.2. Montaż szafek kablowych	792
35.5.3. Montaż szaf i tablic przekaźnikowych, sterowniczych, licznikowych	792
35.5.4. Liczniki pomiaru energii elektrycznej	793
35.6. Montaż aparatury systemu sterowania i nadzoru stacji	793

35.7. Prace wykończeniowe	794
35.7.1. Uziemienie elementów obwodów wtórnych	794
35.7.2. Malowanie	795
35.7.3. Tabliczki identyfikacyjne	795
35.7.4. Opisy i oznaczenia obwodów oraz aparatury	798
35.8. Pomontażowe badania odbiorcze	804
35.8.1. Postanowienia ogólne, warunki przystąpienia do badań i prowadzenia pomiarów	804
35.8.2. Prowadzenie badań w czasie ruchu próbnego lub eksploatacji wstępnej.	804
35.8.3. Przyrządy pomiarowe, zakres badań dodatkowych, metody badań	804
35.8.4. Pomontażowe badania i odbiory.	805
35.9. Kompletowanie dokumentacji powykonawczej	807
36. Rozwój techniki stacyjnej	808
36.1. Wprowadzenie	808
36.2. Determinanty rozwoju techniki stacyjnej	808
36.2.1. Niezawodność ruchowa	808
36.2.2. Racjonalizacja kosztów	809
36.2.3. Monitoring eksploatacji stacji	809
36.2.4. Kompaktowość rozwiązań technicznych	810
36.3. Kierunki rozwoju w budownictwie stacji elektroenergetycznych	810
36.3.1. Zmniejszanie powierzchni zajmowanej przez rozdzielnię napowietrzną.	810
36.3.2. Wyłączniki izolacyjne.	811
36.3.3. Kompaktowe pola rozdzielcze w izolacji powietrznej.	812
36.4. Moduły mieszane	815
36.5. Rozdzielnice GIS w wykonaniu zewnętrznym.	817
36.6. Rozdzielnice okapturzone GIS	819
36.7. Zastępowanie sześćciofluorku siarki	822
36.8. Wyłączniki wysokonapięciowe z CO ₂	822
36.9. Próżniowe wyłączniki wysokiego napięcia	822
36.10. Rozdzielnice GIS pozbawione SF ₆	824
36.11. Elementy nowoczesnych systemów monitoringu i sterowania	824
36.12. Przekładniki niekonwencjonalne	825
36.13. Nowoczesne przekładniki zabezpieczeniowe i sterujące	826
36.14. Urządzenia monitorujące	826
37. Podsumowanie części 4.	828
Literatura do części 4.	828
CZĘŚĆ 5. RACHUNEK EKONOMICZNY BUDOWY INFRASTRUKTURY ELEKTROENERGETYCZNEJ ...	833
38. Koszty budowy infrastruktury elektroenergetycznej	835
38.1. Uwagi ogólne	835
38.2. Techniczne i pozatechniczne koszty budowy infrastruktury	835
38.2.1. Wprowadzenie	835
38.2.2. Faza opracowania i zatwierdzenia koncepcji	835
38.2.3. Faza opracowania projektu technicznego i uzyskania pozwolenia na budowę ...	836
38.2.4. Faza wykonawstwa.	837

38.2.5. Elementy składowe całkowitego kosztu budowy	838
38.2.6. Wyznaczenie współczynników charakteryzujących koszty budowy linii elektroenergetycznych	842
38.3. Metodyka szacowania kosztów budowy infrastruktury elektroenergetycznej	853
38.3.1. Wprowadzenie	853
38.3.2. Zgrubne szacowanie kosztów budowy infrastruktury elektroenergetycznej	853
38.3.3. Ocena kosztu cyklu życia	856
39. Wybrane metody oceny efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych	864
39.1. Uwagi ogólne	864
39.2. Metody oceny efektywności	864
39.2.1. Wprowadzenie	864
39.2.2. Dynamiczne metody oceny	866
39.2.3. Wybrane metody oceny efektywności inwestycji	870
39.3. Podsumowanie	872
Literatura do części 5	873
40. Zakończenie	875
SKOROWIDZ RZECZOWY	876