

Spis treści

Przedmowa	9
Ważniejsze określenia	14
Wykaz ważniejszych oznaczeń	16
1. Wprowadzenie	27
1.1. Wymagania ogólne	27
1.2. Klasyfikacja słupów i układy zawieszenia przewodów	31
1.3. Podstawowe elementy sieci elektroenergetycznych i wymagania elektryczne	34
1.3.1. Odstęp izolacyjne i poziom obostrzenia	34
1.3.2. Izolatory	37
1.3.3. Przewody elektroenergetyczne	41
1.4. Podstawowe czynniki uwzględniane w projektowaniu linii napowietrznych	48
1.4.1. Warunki topograficzne	48
1.4.2. Warunki klimatyczne	49
1.4.3. Zanieczyszczenia powietrza i zabrudzenia	52
1.4.4. Zagrożenia drganiowe i środki zaradcze	53
2. Bezpieczeństwo i niezawodność konstrukcji wsporczych	55
2.1. Zasady zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności – informacje ogólne	55
2.2. Poziomy niezawodności	57
2.2.1. Poziomy niezawodności przyjmowane w Polsce	59
2.3. Stany graniczne	60
2.3.1. Zasady określania efektów oddziaływań E_d	62
2.3.2. Zasady określania nośności R_d	70
2.4. Współczynniki częściowe i kombinacyjne	71
2.4.1. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla obciążeń γ_f	72
2.4.2. Częściowe współczynniki bezpieczeństwa dla materiału (nośności) γ_M	74
2.5. Wytyczne normowe – wątpliwości i ograniczenia stosowalności	75
3. Oddziaływania na napowietrzne linie elektroenergetyczne	78
3.1. Klasyfikacja podstawowa oddziaływań	78

3.2.	Oddziaływania stałe	79
3.3.	Oddziaływania wiatru	79
3.3.1.	Wiatr – prędkość i ciśnienie	80
3.3.2.	Oddziaływania wiatru na podzespoły linii – uwagi ogólne	92
3.3.3.	Oddziaływania wiatru na przewody	94
3.3.4.	Oddziaływania wiatru na słupy, poprzeczniki, izolatory i elementy ostrzegawcze	101
3.3.5.	Ocena znaczenia kierunku działania wiatru	104
3.4.	Oddziaływanie oblodzenia	107
3.5.	Kombinacje oddziaływań wiatru i oblodzenia	113
3.6.	Oddziaływania temperatury	116
3.7.	Oddziaływania występujące w czasie budowy i utrzymania linii	118
3.8.	Oddziaływania wyjątkowe	118
3.9.	Znormalizowane przypadki układów oddziaływań (obciążeń)	119
3.10.	Naciąg przewodów – obliczenia i kontrola wytrzymałościowa	127
3.10.1.	Dobór sił naciągu przewodów	127
3.10.2.	Obliczanie sił naciągu w sekcjach jedno- i wieloprzęsłowych	128
3.10.3.	Kontrola wytrzymałościowa przewodów	129
4.	Zarys mechaniki przewodów	130
4.1.	Wprowadzenie	130
4.2.	Obliczenia mechaniczne przewodu złożonego dwumetalicznego	130
4.3.	Krzywa zwisu ciężna doskonale wiotkiego	133
4.4.	Przybliżona krzywa zwisu ciężna jako parabola	145
4.5.	Równanie stanów	148
4.6.	Przęsła pochyle lub o bardzo dużej rozpiętości	151
4.7.	Numeryczna analiza przewodu opisanego krzywą łańcuchową	152
4.8.	Przykłady obliczeniowe analizy przewodów (ciągien)	157
5.	Stalowe konstrukcje wsporcze	174
5.1.	Informacje ogólne	174
5.2.	Projektowanie słupów kratowych – założenia obliczeniowe	181
5.3.	Gatunki stali i łączniki konstrukcji wsporczych	183
5.4.	Zasady kształtowania prętów i węzłów kratowych konstrukcji wsporczych oraz wymogi transportu i montażu	185
5.5.	Zasady wymiarowania elementów słupów kratowych	192
5.5.1.	Klasyfikacja przekrojów i ich charakterystyki	194
5.5.2.	Pręty rozciągane	195
5.5.3.	Pręty ściskane	198
5.5.4.	Drugorzędne pręty skratowania	207
5.5.5.	Połączenia śrubowe	208
5.6.	Pełnościennie słupy powłokowe	212
5.6.1.	Kształtowanie, wykonawstwo i montaż słupów pełnościennych	214
5.6.2.	Obliczenia statyczne	220

5.6.3.	Obliczanie przemieszczeń i kontrola ugięć	225
5.6.4.	Kontrola nośności	227
5.6.5.	Połączenia teleskopowe	235
5.7.	Typizacja konstrukcji wsporczych	238
5.8.	Badania obciążeniowe konstrukcji wsporczych	246
6.	Posadowienie konstrukcji wsporczych	249
6.1.	Rodzaje fundamentów konstrukcji wsporczych	252
6.2.	Podstawy projektowania geotechnicznego	256
6.3.	Projektowanie geotechniczne na podstawie obliczeń	258
6.3.1.	Informacje wstępne	258
6.3.2.	Stany graniczne w projektowaniu geotechnicznym	259
6.3.3.	Podejścia obliczeniowe	260
6.3.4.	Wartości charakterystyczne i obliczeniowe	266
6.4.	Stany graniczne nośności	268
6.5.	Stany graniczne użyteczności	271
6.6.	Wyznaczanie nośności (oporów) podłoża	272
6.6.1.	Graniczny opór gruntu na wyparcie spod fundamentu	274
6.6.2.	Graniczny pionowy opór podłoża na wyciąganie	280
6.6.3.	Graniczny opór podłoża na przesunięcie	289
6.6.4.	Graniczny opór podłoża na działanie sił poziomych i momentów	291
6.7.	Obliczanie przemieszczeń fundamentów	294
6.7.1.	Osiadania fundamentów	294
6.7.2.	Przemieszczenia fundamentu na skutek działania sił wyciągających	298
6.7.3.	Przemieszczenia poziome i przechylenia fundamentów	299
6.7.4.	Przechylenie konstrukcji wsporczej dla fundamentów czterostopowych	303
6.7.5.	Wskaźnik wygięcia fundamentów czterostopowych	304
6.8.	Projektowanie fundamentów płytowych	305
6.9.	Ogólne wytyczne posadowienia konstrukcji wsporczych na palach	308
6.10.	Połączenie słupa z fundamentem	310
7.	Przykład obliczeniowy słupa kratowego	315
7.1.	Założenia oraz symbole stosowane w przykładzie obliczeniowym	316
7.1.1.	Konstrukcja wsporcza – przyjęte oznaczenia	317
7.1.2.	Przypadki i kombinacje oddziaływań – przyjęte oznaczenia i numeracja	321
7.1.3.	Założenia przyjęte w obliczeniach przewodów i konstrukcji wsporczej	324
7.2.	Podstawowe dane	330
7.3.	Oddziaływania na przewody i wyznaczanie sił naciągu	332
7.3.1.	Wartości oddziaływań	332
7.3.2.	Przypadki układów oddziaływań	339
7.3.3.	Równania stanów dla przewodów	344

7.4. Oddziaływania na konstrukcję wsporczą	349
7.4.1. Oddziaływanie przewodów na konstrukcję wsporczą	349
7.4.2. Oddziaływanie wiatru na konstrukcję słupa kratowego.	351
7.4.3. Układy oddziaływań na konstrukcję wsporczą	357
7.5. Wyniki obliczeń konstrukcji wsporczej	360
7.5.1. Wyniki obliczeń statycznych	360
7.5.2. Wyniki dla kombinacji oddziaływań	363
7.6. Obliczenia wytrzymałościowe przewodów	374
7.7. Obliczenia wytrzymałościowe wybranych prętów konstrukcji wsporczej	375
7.8. Obliczenia fundamentu czterostopowego	388
7.8.1. Kontrola stanów granicznych – uwagi ogólne i przyjęte założenia	392
7.8.2. Stany graniczne nośności	393
7.8.3. Stany graniczne użytkowalności	402
Dodatek D1. Wyznaczanie charakterystyk geometrycznych	
przekrojów wielokątnych	405
D1.1. Ogólne zasady rozwiązania problemu	405
D1.2. Charakterystyki geometryczne trójkąta dowolnego	406
D1.3. Charakterystyki geometryczne wielokąta dowolnego	407
D1.4. Charakterystyki geometryczne wielokątów foremnych	408
D1.5. Charakterystyki geometryczne cienkościennych przekrojów o kształcie wieloboku foremnego	410
Literatura	413