

STANDARDOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

Numer kodowy

PSE-SF.Linia 400kV.0 PL/2024v1

TYTUŁ :

LINIA NAPOWIETRZNA 400 kV

OPRACOWANO:

DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

ZATWIERDZONO

DO STOSOWANIA

Data

Konstancin-Jeziorna, kwiecień 2024 r.

Spis treści:

1. Przedmiot i zakres specyfikacji	3
2. Normy i dokumenty powołane	3
3. Podstawowe założenia projektowe linii	4
3.1 Wymagania ogólne	4
3.2 Wymagania klimatyczne	5
3.3 Wymagania elektryczne	5
3.4 Lokalizacja stanowisk słupów	6
4. Słupy	6
4.1 Konstrukcje	6
4.2 Gabaryty słupów	7
4.3 Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji	7
5. Fundamenty	8
6. Uziemienia	8
7. Przewody fazowe	8
8. Przewody odgromowe	9
8.1 Wymagania ogólne	9
8.2 Przewody OPGW	9
8.3 Przewody stalowo-aluminiowe	9
9. Izolacja	10
9.1 Wymagania ogólne	10
9.2 Wymagania w zakresie konstrukcji łańcuchów izolatorów	10
9.3 Wymagania w zakresie zakłóceń radioelektrycznych	11
9.4 Wymagania w zakresie badań elektrycznych łańcuchów	11
10. Osprzęt	12
11. Oznakowanie linii	12
12. Prowadzenie linii przez las	12
13. Oddziaływanie na środowisko	13
13.1 Wymagania ogólne	13
13.2 Pole elektromagnetyczne	13
13.3 Oddziaływanie akustyczne	14
14. Wymagania specjalne – odcinki nadleśne oraz odcinki specjalne linii	14
14.1 Odcinki nadleśne linii	14
14.2 Odcinki specjalne linii	15

Załączniki:

Załącznik 1 „Słupy”

Załącznik 2 „Fundamenty”

Załącznik 3 „Uziemienie”

Załącznik 4 „Przewód fazowy”

Załącznik 5 „Przewody odgromowe stalowo-aluminiowe”

Załącznik 6 „Przewód OPGW”

Załącznik 7a „Ceramiczne izolatory długopniowe”

Załącznik 7b „Szkłane izolatory kołpakowe”

Załącznik 8 „Osprzęt”

Załącznik 9 „Oznakowanie linii”

Załącznik 10 „Oznakowanie przeszkodowe”

1. Przedmiot i zakres specyfikacji

Przedmiotem niniejszej specyfikacji są wymagania techniczne dotyczące nowobudowanych elektroenergetycznych jednotorowych oraz dwutorowych linii napowietrznych 400 kV.

Specyfikacja nie dotyczy:

- linii lub jej odcinków projektowanych, jako kompaktowe, w tym budowanych na słupach wyposażonych w poprzeczniki izolacyjne,
- odcinków linii znajdujących się na terenach górniczych,
- odcinków linii znajdujących się w nietypowych warunkach klimatycznych (np. przebiegających nad dużymi zbiornikami wody, w rejonach o dużych oblodzeniach),
- lokalnej przebudowy linii istniejących.

Specyfikacje Techniczne poszczególnych elementów linii są zawarte w Załącznikach 1-10, stanowiących integralną część niniejszej Specyfikacji.

Wartości lub wymagania w nawiasach „{...}” zawarte w tekście niniejszej Specyfikacji oznaczają, że dla określonej linii Zamawiający dokona wyboru spośród podanych wartości lub wymagań bądź dokona stosownego uzupełnienia lub uszczegółowienia.

2. Normy i dokumenty powołane

Lp.	Numer normy/ Nazwa dokumentu	Tytuł
1	PN-EN 50341-1:2013-03	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Część 1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne
2	PN-EN 50341-2-22:2022-06 (dalej: NNA)	Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV. Część 2-22: Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na normie EN50341-1:2012)
3	PN-E-06303:1998	Narażenia zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych
4	PN-EN 60437:2007	Badanie zakłóceń radioelektrycznych emitowanych przez izolatory wysokonapięciowe
5	PN-EN 61467:2012	Izolatory do linii napowietrznych. Łańcuchy izolatorów z osprzętem i bez osprzętu do linii prądu przemiennego o znamionowym napięciu powyżej 1000 V. Badania łukiem elektrycznym prądu przemiennego

6	PN-IEC 383-2:1997	Izolatory do linii napowietrznych o znamionowym napięciu powyżej 1000 V. Łańcuchy izolatorów i łańcuchy izolatorów z osprzętem do sieci prądu przemiennego. Definicje, metody badań i kryteria odbioru
7	Raport Techniczny CISPR	CISPR TR 18-2:2017 "Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2 Methods of measurement and procedure for determining limits"
8	Broszura Techniczna CIGRE	CIGRE TB 277 „State of the Art Survey on Spacers and Spacer Dampers”
9	Broszura Techniczna CIGRE	CIGRE TB 273 „Overhead Conductor Safe Design Tension With Respect to Aeolian Vibrations”
10	Specyfikacja PSE S.A.	„Wymagania dla szerokości standardowych pasów technologicznych napowietrznych linii 220 kV i 400 kV”
11	Specyfikacja PSE S.A.	„Wymagania Techniczne PSE S.A. dotyczące zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji stalowych i stalowych ocynkowanych”

3. Podstawowe założenia projektowe linii

3.1 Wymagania ogólne

Nowobudowane linie 400 kV powinny być zaprojektowane i wykonane zgodnie z:

- normą PN-EN 50341-1:2013-03 wraz z Krajowymi Warunkami Normatywnymi (NNA) dla Polski opublikowanymi jako norma PN-EN 50341-2-22:2022-06,
- normami i dokumentami powołanymi w niniejszej Specyfikacji,
- obowiązującymi aktami prawnymi dotyczącymi elektroenergetycznych linii napowietrznych,
- niniejszą Specyfikacją.

Do projektowania linii należy przyjąć następujące założenia:

- przewody fazowe - wiązka 3x468/24-A1F/UHST-261 ¹⁾
- temperatura projektowa przewodów fazowych - +80°C
- maksymalna długość sekcji odciągowej - 4000 m ²⁾
- rozpiętość przęsła wiatrowego - 450 m ²⁾
- rozpiętość przęsła ciężarowego - 585 m ²⁾
- rozpiętość przęsła gabarytowego ³⁾ - 540 m ²⁾
- maksymalna liczba przęseł w sekcji odciągowej - 9 ²⁾
- maksymalna liczba przęseł w sekcji odciągowej, w której występuje skrzyżowanie z autostradą, z drogą ekspresową, linią kolejową magistralną i pierwszorzędną - 3 ²⁾

Szerokość pasa technologicznego linii należy przyjąć zgodnie ze specyfikacją „Wymagania dla szerokości standardowych pasów technologicznych napowietrznych linii 220 kV i 400 kV”.

3.2 Wymagania klimatyczne

Linia 400 kV powinna być zaprojektowana w sposób zapewniający prawidłową jej pracę w warunkach odpowiadających strefie obciążeń wiatrem {W1, W2, W3} oraz strefie obciążeń oblodzeniem {S1, S2, S3}. {W przypadku, gdy na trasie linii występują różne strefy obciążenia wiatrem lub strefy obciążenia oblodzeniem Zamawiający określi również ich granice.}

3.3 Wymagania elektryczne

3.3.1 Wytrzymałość elektryczna izolacji doziemnej

Izolacja doziemna linii powinna być zaprojektowana na następujące poziomy napięcie:

- Napięcie znamionowe sieci - 400 kV
- Najwyższe napięcie sieci - 420 kV
- Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe łączeniowe - 1050 kV
- Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe - 1425 kV

3.3.2 Wymiarowanie zewnętrznych odstępów izolacyjnych pionowych

Zewnętrzne odstępy izolacyjne pionowe powinny być zwymiarowane z zapasem, co najmniej 0,5 m w stosunku do wartości określonych w NNA. W przypadku odcinków nadleśnych linii wymaganie to dotyczy odległości pionowej przewodów linii do maksymalnej wysokości drzew w całym okresie ich wzrostu.

W przypadku krzyżowania nowobudowaną linią 400 kV linii istniejącej, sprawdzenie odstępu izolacyjnego w przypadku podskoku przewodu linii krzyżowanej wskutek opadnięcia z niego oblodzenia

¹⁾ W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może określić lub zaakceptować inny rodzaj wiązki na odcinku linii.

²⁾ W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować inną wartość.

³⁾ Maksymalna odległość pomiędzy słupami wynikająca z wewnętrznych odstępów izolacyjnych.

należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy (strefa obciążenia oblodzeniem oraz obciążenia charakterystyczne oblodzeniem), na jaką jest projektowana nowobudowana linia.

3.3.3 Wytrzymałość zwarciova

Doboru elementów linii do warunków zwarciova należy dokonać z uwzględnieniem następujących założeń:

	Szw [GVA]	3F [kA]	1F [kA]	3I ₀ [kA]	X ₀ /X ₁ [-]
Zwarcie w Stacji A					
Udział od Stacji B					-

	Szw [GVA]	3F [kA]	1F [kA]	3I ₀ [kA]	X ₀ /X ₁ [-]
Zwarcie w Stacji B					
Udział od Stacji A					-

Czas zwarcia należy przyjąć jako równy 0,5 s.

Należy wykonać obliczenia rozptywu prądów zwarciova, w tym prądów w przewodach odgromowych płynących w kierunku każdej ze stacji oraz prądów uziomowych, przyjmując wystąpienie zwarcia na poszczególnych słupach linii.

Wyniki obliczeń należy zestawić w formie tabelarycznej oraz przedstawić w formie graficznej.

3.4 Lokalizacja stanowisk słupów

Nie dopuszcza się lokalizowania słupów na zboczach o zarejestrowanych ruchach masowych oraz zakwalifikowanych do wykazu terenów osuwiskowych.

W przypadku stanowisk słupów, dla których w dokumentacji badań podłoża gruntowego stwierdzono istnienie zagrożenia wynikającego z możliwości utraty stateczności zbocza, w pierwszej kolejności należy rozważyć zmianę lokalizacji stanowiska.

4. Słupy

4.1 Konstrukcje

Do budowy linii należy stosować standardowe słupy, których projektami dysponuje Zamawiający.

{Dla danej linii Zamawiający wskaże projekty standardowych słupów, jakie należy zastosować do jej budowy oraz ewentualnie zakres projektowania nowych słupów}.

Przy projektowaniu linii budowanych na słupach standardowych należy kierować się założeniami projektowymi tych słupów i zapewnić, aby warunki ich pracy w linii nie powodowały przekroczenia obciążeń bądź niedotrzymania minimalnych odległości izolacyjnych, dla jakich zostały one

zaprojektowane. Wykonanie i zabezpieczenie przed kradzieżą słupów standardowych powinno spełniać wymagania Załącznika 1 „Słupy”.

W przypadku projektowania nowych słupów należy spełnić wymagania Załącznika 1 „Słupy”, zaś gabaryty słupów powinny spełniać wymagania zawarte w p. 4.2.

4.2 Gabaryty słupów

1. Gabaryty słupów mocnych powinny być tak zwymiarowane, aby mostki prądowe mogły być zawieszane swobodnie. Rozwiązania słupów mocnych z łańcuchami izolatorowymi podtrzymującymi mostek mogą być zastosowane jedynie w przypadkach uzgodnionych z Zamawiającym (np. słupy na dużych załomach trasy linii).
2. Przy określaniu gabarytów słupów przelotowych należy uwzględnić:
 - a. Dopuszczalny kąt odchylenia trasy linii od prostej o wartości 2° , przy czym Zamawiający może zaakceptować wyższą wartość, jeśli taka potrzeba wyniknie z trasy projektowanej linii,
 - b. Odciążenie łańcucha przelotowego o 30% w odniesieniu do obciążenia pochodzącego od ciężaru przewodów (wiązki przewodów) dla przęsła gabarytowego lub o wyższą wartość, jeśli taka potrzeba wyniknie z analizy warunków pracy słupów przeprowadzonej na etapie opracowywania założeń projektowych linii.
3. Odstępy izolacyjne wewnętrzne należy wymiarować z uwzględnieniem następujących założeń::
 - a. Wartość D_{el} określoną w Tablicy 5.5/PL.2 NNA należy traktować jako minimalną. Wewnętrzne odstępy izolacyjne doziemne powinny być tak dobrane, aby zapewnić wytrzymałość elektryczną określoną w p. 3.3.1,
 - b. W przypadku łańcucha izolatorów złożonego z izolatorów porcelanowych długopniowych, odległość między elementami osprzętu łukochronnego (o której mowa w p. 5.8 PL.1 NNA) należy wyznaczyć jako sumę odległości pomiędzy elementami osprzętu łukochronnego poszczególnych izolatorów.
4. W strefach obciążenia oblodzeniem S2 i S3 należy tak zaprojektować gabaryty słupów, aby w środku przęsła, w warunkach bezwietrznych, zapewnić składową odległości w poziomie równą co najmniej:
 - a. $k_{pp}D_{pp}$ - pomiędzy sąsiednimi przewodami fazowymi zawieszonymi na poprzecznikach słupa znajdujących się na różnych wysokościach,
 - b. $k_{el}D_{el}$ - pomiędzy przewodem odgromowym a najbliższym przewodem fazowym.

Zamawiający może dopuścić mniejsze wartości tych odległości w przypadku przęsła ograniczonych słupami o różnej konfiguracji przewodów fazowych.

4.3 Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji

Należy zastosować system „Duplex” (cynkowanie + malowanie), jako sposób zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji słupów. System „Duplex” powinien być dobrany do występującej kategorii korozyjności {C3H, C4H, C5H}.

Zestaw malarski powinien mieć rekomendację PSE S.A., o której mowa w specyfikacji „Wymagania Techniczne PSE S.A. dotyczące zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji stalowych i stalowych ocynkowanych”.

Wymagania w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji zawiera Załącznik 1 „Słupy”.

5. Fundamenty

Fundamenty oraz ich zabezpieczenie antykorozyjne powinny spełniać wymagania zawarte w Załączniku 2 „Fundamenty”.

6. Uziemienia

Każdy słup linii powinien być wyposażony w układ uziemiający.

Uziemienia powinny spełniać wymagania określone w Załączniku 3 „Uziemienia”.

Dla słupów linii zlokalizowanych w miejscach, o których mowa w p. 6.4.3 2) normy PN-EN 50341-1:2013-03, należy dokonać sprawdzenia skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i zastosować środki ograniczające napięcia rażeniowe dotykowe do wartości dopuszczalnej, jeśli taka potrzeba wyniknie z tego sprawdzenia.

7. Przewody fazowe

Przewody fazowe powinny być wykonane w postaci wiązki trójprzewodowej złożonej z przewodów stalowo-aluminiowych typu 468/24-A1F/UHST-261. Wiązka w przekroju poprzecznym powinna mieć kształt trójkąta równobocznego o boku 400 mm, skierowanego wierzchołkiem w dół.

Przewód składowy wiązki powinien spełniać wymagania określone w Załączniku 4 „Przewód fazowy”.

Do utrzymania geometrycznych parametrów wiązki w przeszłe należy zastosować odstępniki tłumiące tzn. spełniające jednocześnie rolę czynnej ochrony przeciwdrganiowej przewodów. Należy przeanalizować konieczność zastosowania środków dodatkowej ochrony przeciwdrganiowej przewodów, zapobiegających uszkodzeniom zmęczeniowym przewodu.

Zastosowany sposób ochrony przeciwdrganiowej przewodów powinien zapewnić skuteczną ich ochronę przed zniszczeniami zmęczeniowymi. Dobór i sposób rozmieszczenia odstępników powinien być dokonany przez producenta odstępników. Przy doborze odstępników tłumiących należy uwzględnić zalecenia i wymagania zawarte w Broszurze Technicznej CIGRE TB 277. Odstępniki powinny spełniać wymagania zawarte w Załączniku 8 „Osprzęt”.

W uzasadnionych technicznie przypadkach Zamawiający może zaakceptować inny typ odstępników oraz inny sposób wykonania ochrony przeciwdrganiowej przewodów.

Bębny z przewodami składowymi do wykonania każdego przewodu wiązkowego powinny być jednoznacznie i w sposób trwały oznakowane. Długości przewodów na bębnach powinny być tak określone, aby nie było konieczności stosowania połączeń śródprzęsłowych. W uzasadnionym przypadku Zamawiający może zaakceptować zastosowanie połączeń śródprzęsłowych.

Kąt skrzywienia wiązki przewodów określony w okresie do 2 tygodni po zamontowaniu przewodów w uchwytach przelotowych i montażu odstępników nie powinien przekraczać 10°.

Pomiary kontrolne kąta skrzywienia wiązki powinny być przeprowadzane w przeszle referencyjnym, tj. w przeszle zbliżonym do przęsła równoważnego. Docelowy kąt skrzywienia wiązki rozumiany jako stan przed odbiorem końcowym technicznym wybudowanej linii nie powinien przekraczać 15°.

8. Przewody odgromowe

8.1 Wymagania ogólne

Linia powinna być wyposażona w dwa przewody odgromowe skojarzone z włóknami światłowodowymi typu OPGW.

Zastosowanie tradycyjnych przewodów odgromowych stalowo-aluminiowych może być przewidziane jako uzupełnienie ochrony odgromowej przewodów fazowych np. na wprowadzeniu torów prądowych do stacji, w przypadku konieczności poprowadzenia odcinka linii dwutorowej na oddzielnych konstrukcjach jednotorowych.

8.2 Przewody OPGW

Do budowy linii należy stosować standardowe konstrukcje przewodów OPGW, których projektami dysponuje Zamawiający.

{Dla danej linii Zamawiający wskaże projekty przewodów OPGW, jakie należy zastosować do jej budowy}.

W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować inny typ przewodu lub inną liczbę włókien.

Przekrój i parametry przewodu powinny być dobrane do warunków zwarciovych linii. Na danej linii nie powinno się stosować więcej niż dwa typy przewodów OPGW. W uzasadnionych przypadkach np. występowania w linii odcinków nadleśnych lub specjalnych, konieczności zastosowania oznakowania przeszkodowego w postaci kul, Zamawiający może zaakceptować wyjątek od tej zasady.

Przewód OPGW powinien spełniać wymagania określone w Załączniku 6 „Przewód OPGW”, zaś osprzęt przewodu OPGW wymagania określone w Załączniku 8 „Osprzęt”.

Doboru tłumików drgań oraz sposobu ich rozmieszczenia w przęsłach powinien dokonać producent tłumików. Osprzęt do instalacji przewodu OPGW powinien być wskazany przez producenta przewodu i powinien gwarantować właściwą współpracę z przewodem oraz zachowanie parametrów optycznych włókien.

Skrzynki połączeniowe i zapas technologiczny przewodu OPGW należy umieszczać na poziomie zawieszenia dolnych przewodów fazowych. Na słupach nadleśnych skrzynki połączeniowe należy umieszczać na wysokości minimum 20 m nad poziomem terenu. Skrzynki połączeniowe należy zamocować w sposób utrudniający demontaż i otwarcie przez niepowołane osoby. Na wieszakach zapasu technologicznego należy zgromadzić zapas każdego przewodu OPGW wchodzącego do skrzynki o minimalnej długości równej odległości wieszaka od ziemi plus dodatkowo 10 m.

Naciąg przewodu OPGW nie powinien przekraczać wartości zalecanej przez producenta oraz powinien spełniać wymagania zawarte w NNA.

8.3 Przewody stalowo-aluminiowe

Przekrój przewodu powinien być dobrany do warunków zwarciovych linii.

Należy zastosować typowe przewody, zgodne z wymaganiami zawartymi w Załączniku 5 „Przewody odgromowe stalowo-aluminiowe”. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować inny typ przewodu.

Należy przeanalizować konieczność zastosowania środków czynnej ochrony przeciwdrganiowej przewodów w celu zapobieżenia uszkodzeniom zmęczeniowym, zgodnie z wytycznymi zawartymi w Broszurze Technicznej CIGRE TB 273. W przypadku wystąpienia takiej konieczności ochronę przeciwdrganiową należy zrealizować za pomocą tłumików drgań typu Stockbridge'a, spełniających wymagania techniczne zawarte w Załączniku 8 „Osprzęt”. Doboru tłumików drgań oraz sposobu ich rozmieszczenia w przęsłach powinien dokonać producent tłumików.

9. Izolacja

9.1 Wymagania ogólne

Izolacja linii powinna być dobrana do strefy zabrudzeniowej {I, II, III; w przypadku gdy na trasie linii występują różne strefy Zamawiający poda je wraz z określeniem granic}.

Doboru izolatorów do strefy zabrudzeniowej / stref zabrudzeniowych należy dokonać zgodnie z normą PN-E-06303:1998. W danej strefie zabrudzeniowej dopuszcza się zastosowanie tylko jednego rodzaju izolatorów.

Dopuszcza się następujące rodzaje izolatorów ⁴⁾:

- izolatory długopniowe porcelanowe,
- izolatory kołpakowe szklane.

W odniesieniu do izolacji dla odcinków nadleśnych oraz odcinków specjalnych należy spełnić wymagania zamieszczone w p. 14.1.

Wymagania dla izolatorów zamieszczono w Załączniku 7a „Ceramiczne izolatory długopniowe” oraz w Załączniku 7b „Szklane izolatory kołpakowe”.

9.2 Wymagania w zakresie konstrukcji łańcuchów izolatorów

Wielorzędowe łańcuchy izolatorów powinny być tak zaprojektowane, aby zapewnić równy rozkład obciążenia mechanicznego przenoszonego przez łańcuch na poszczególne rzędy izolatorów, ograniczyć ryzyko uszkodzenia izolatorów wskutek bocznych uderzeń przez izolatory z sąsiedniego rzędu oraz zminimalizować siły dynamiczne powstające przy zerwaniu jednego rzędu łańcucha.

Podstawowym łańcuchem odciągowym jest łańcuch dwurzędowy typu ŁO2. Należy tak dobrać izolatory, aby nie występowała potrzeba stosowania łańcuchów o większej liczbie rzędów niż 2. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować odstępstwo od tej zasady.

Łańcuch typu ŁPV jest łańcuchem wielorzędowym i zgodnie z zapisami p. 5.9.1 PL.2 NNA w przypadku wykonywania obostrzeń nie jest wymagane zwiększenie liczby rzędów w celu zwiększenia pewności mechanicznej łańcucha. Postanowienia tego nie należy stosować do łańcuchów ŁPV z izolatorami długopniowymi porcelanowymi usytuowanych w taki sposób, że zerwanie izolatora w jednym rzędzie może spowodować uderzenie rzędu nieuszkodzonego o trzon słupa. W takim przypadku wymagane jest zwiększenie pewności mechanicznej łańcucha ŁPV poprzez dodanie dodatkowego rzędu tj. zastosowanie łańcucha ŁPV2/1.

⁴⁾ W Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia dla określonej linii Zamawiający może dokonać wyboru izolacji spośród wymienionych rodzajów.

Układy izolacyjne powinny spełniać wymagania elektryczne określone w p. 3.3.1 Specyfikacji.

Łańcuchy wielorzędowe odciągowe złożone z izolatorów długopniowych porcelanowych powinny być tak skonstruowane, aby w stanie przejściowym, po zerwaniu jednego rzędu, zminimalizować przemieszczenia elementów łańcucha, zminimalizować obciążenia dynamiczne w izolatorach pozostałego rzędu i zminimalizować możliwość wystąpienia kolizji z pozostałym rzędem łańcucha. Połączenia pomiędzy poszczególnymi izolatorami w rzędzie powinny zapewniać swobodne ruchy względne dla wyeliminowania momentów zginających w izolatorach. W konstrukcji łańcucha powinny być zastosowane odpowiedniej długości i konstrukcji orczyki trapezowe z połączeniami sworzniowymi umożliwiającymi swobodne przemieszczenia względne elementów składowych orczyka. Konstrukcja i wymiary orczyka trapezowego powinny zapewniać łagodne i bezpieczne przejście obciążenia dynamicznego przez pozostały, nieuszkodzony rząd łańcucha.

W przypadku zastosowania w łańcuchu izolatorowym elementów osprzętu, które dotychczas nie były stosowane w krajowych liniach napowietrznych, poprawność konstrukcji takiego łańcucha powinna być udokumentowana badaniami mechanicznymi odwzorowującymi zachowanie łańcucha po zerwaniu jednego rzędu, potwierdzającymi skuteczność zastosowanych rozwiązań.

9.3 Wymagania w zakresie zakłóceń radioelektrycznych

Dopuszczalny poziom zakłóceń radioelektrycznych kompletnego układu zawieszenia przewodu, wyznaczony wg normy PN-EN 60437:2007, należy przyjąć jako równy mniejszej wartości spośród:

- wartości dopuszczalnej ustalonej wg zasad podanych w CISPR TR 18-2:2017,
- 58 dB.

9.4 Wymagania w zakresie badań elektrycznych łańcuchów

W przypadku izolatorów kołpakowych szklanych rozkład napięcia wzdłuż łańcucha izolatorów powinien być tak wysterowany, aby największa wartość napięcia na pojedynczym izolatorze kołpakowym nie przekraczała 21 kV.

Prawidłowość zaprojektowania łańcuchów izolatorów i doboru osprzętu powinna być potwierdzona następującymi badaniami elektrycznymi wykonanymi na kompletnych łańcuchach izolatorów:

- badanie napięciem udarowym piorunowym na sucho,
- badanie napięciem udarowym łączeniowym w deszczu,
- próba zakłóceń radioelektrycznych,
- wyznaczenie rozkładu napięcia (dotyczy tylko łańcuchów złożonych z izolatorów kołpakowych szklanych),
- próba łukiem elektrycznym prądu przemiennego zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61467:2012.

Do prób należy odwzorować rzeczywiste warunki pracy łańcuchów w linii, tj. odtworzyć rzeczywiste położenie i ukształtowanie łańcuchów oraz odwzorować poprzecznik i boczną ścianę trzonu słupa, zachowując przy tym odległości określone w Projekcie Wykonawczym. W próbach łańcuchów odciągowych należy odwzorować również mostek prądowy w położeniu przewidzianym w Projekcie Wykonawczym. Należy spełnić również pozostałe wymagania dotyczące montażu łańcuchów określone odpowiednio w normie PN-IEC 383-2:1997 lub w normie PN-EN 61467:2012.

Badania napięciem udarowym piorunowym oraz łączeniowym należy przeprowadzić w następujący sposób:

- a) sprawdzenie wytrzymałości na znamionowe napięcie określone w p. 3.3.1,
- b) określenie napięcia wytrzymawanego (np. metodą „góra-dół”).

Wybór łańcuchów do badań, zakres oraz układ badań podlegają uzgodnieniu z Zamawiającym na etapie Projektu Wykonawczego. Wyniki prób podlegają ocenie i akceptacji Zamawiającego. Zamawiający, po zapoznaniu się z projektem łańcuchów, może zrezygnować z części lub ze wszystkich prób lub ograniczyć liczbę łańcuchów podlegających próbom, zwłaszcza gdy łańcuchy były uprzednio przebadane i stosowane w liniach.

10. Osprzęt

Osprzęt liniowy powinien spełniać wymagania określone w Załączniku 8 „Osprzęt”.

11. Oznakowanie linii

Na słupach linii należy umieścić elementy ostrzegawcze i identyfikacyjne. Wymagania w zakresie lokalizacji symboli i tablic na słupach oraz wykonania tablic zawiera Załącznik 9 „Oznakowanie linii”.

Należy się liczyć z koniecznością dodatkowego oznakowania słupów i przewodów linii w przypadku uznania jej za obiekt przeszkodowy dla lotnictwa lub na potrzeby ochrony środowiska itp.

W przypadku konieczności oznakowania przeszkodowego linii jako przeszkody lotniczej lub ze względów ornitologicznych, oznakowanie to należy wykonać zgodnie z Załącznikiem 10 „Oznakowanie przeszkodowe”.

12. Prowadzenie linii przez las

Dla odcinków linii prowadzonych przez tereny lasów w rozumieniu ustawy z dnia 28 września 1991 r. o lasach (z zastrzeżeniem, że tereny te są faktycznie zalesione lub są planowane do zalesienia) możliwe jest zastosowanie dwóch konstrukcji linii:

A. Konstrukcja nadleśna

Polega ona na zastosowaniu słupów konstrukcji nadleśnej w celu wyeliminowania potrzeby wykonywania wycinki w przęsłach linii. Przy zastosowaniu tej konstrukcji należy spełnić następujące wymagania:

- odcinki nadleśne linii należy wykonać z uwzględnieniem wymagań określonych w p.14.1 Specyfikacji,
- zgodnie z NNA, przy ustalaniu wysokości zawieszenia przewodów należy uwzględnić maksymalną wysokość drzew w całym okresie ich wzrostu,
- przyjęta do projektowania linii wartość maksymalnej wysokości drzew powinna być poparta stosowną ekspertyzą, uwzględniającą występujące na trasie linii gatunki drzew, ich aktualny wiek i wysokość, bonitację, wiek rębności itp.,
- dla stanowisk słupów nadleśnych należy wykonać wycinkę drzew wokół słupa w obszarze czworokąta o bokach równoległych do obrysu po krawędziach kotew słupa i odległych minimum 7 m od tego obrysu. Dla stanowisk słupów nadleśnych z fundamentami

palowymi należy wykonać wycinkę drzew wokół słupa w obszarze czworokąta o bokach równoległych do obrysu krawędzi oczepu i odległych minimum 4 m od krawędzi oczepu, Dodatkowo należy zapewnić dojazd do stanowisk słupów. W tym celu należy wykonać wycinkę drzew o szerokości co najmniej 3 m umożliwiającą dojazd sprzętu ciężkiego do stanowiska słupa od najbliższej drogi leśnej (duktu) lub innej drogi umożliwiającej przejazd sprzętu ciężkiego.

B. Konstrukcja leśna

Polega ona na zastosowaniu słupów o zmniejszonym do minimum odstępie między skrajnymi przewodami fazowymi w celu ograniczenia pasa niezbędnej wycinki. Przy zastosowaniu tej konstrukcji wymagane jest wykonanie wycinki podstawowej i dodatkowej (o której mowa w NNA) z uwzględnieniem 5-cio letniego przyrostu drzew.

Uwaga:

Wybór konstrukcji linii dla konkretnych nowobudowanych linii powinien być dokonany indywidualnie z uwzględnieniem długości odcinków trasy linii na terenie lasów oraz uwarunkowań środowiskowych i formalno-prawnych.

13. Oddziaływanie na środowisko

13.1 Wymagania ogólne

Nowobudowana linia 400 kV powinna być tak zaprojektowana i wykonana, aby spełniała wymagania obowiązujących przepisów i norm dotyczących oddziaływania na środowisko.

Linie należy tak zaprojektować, aby szerokość pasa oddziaływania linii (rozumianego jako obszar, w którym oddziaływanie linii na środowisko może przekraczać wartości graniczne określone w obowiązujących przepisach dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową oraz terenów zabudowy mieszkaniowej lub zagrodowej) nie była większa od szerokości pasa technologicznego linii.

13.2 Pole elektromagnetyczne

W przypadku stosowania słupów innych niż standardowe, w założeniach projektowych należy przedstawić wykresy rozkładu natężenia pola elektrycznego pod linią (w funkcji odległości od osi linii) przy pracujących obu torach i jednym torze oraz wykazać, że natężenie pola elektrycznego nie przekracza w żadnym układzie pracy oraz dla przyjętej minimalnej odległości przewodów fazowych od ziemi:

- wartości dopuszczalnej dla miejsc dostępnych dla ludzi w żadnym miejscu pod linią,
- wartości dopuszczalnej dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową na granicy pasa technologicznego linii.

Wykonawca powinien przedstawić również analogiczne wykresy rozkładu natężenia pola magnetycznego pod linią z zaznaczeniem wartości maksymalnej oraz wartości na granicy pasa technologicznego linii.

Miejsca pomiarów kontrolnych pola elektromagnetycznego należy uzgodnić z Zamawiającym. W zależności od konstrukcji linii i jej otoczenia Zamawiający zastrzega sobie prawo do wyznaczenia dodatkowych miejsc do wykonania pomiarów kontrolnych.

13.3 Oddziaływanie akustyczne

W przypadku stosowania słupów innych niż standardowe, w założeniach projektowych należy przedstawić prognozowane poziomy wskaźników hałasu od linii (w funkcji odległości od osi linii) oraz wykazać, że na granicy pasa technologicznego nie przekroczą one wartości dopuszczalnych w żadnym układzie pracy oraz dla przyjętej minimalnej odległości przewodów fazowych od ziemi.

Miejsca pomiarów kontrolnych hałasu należy uzgodnić z Zamawiającym. Według dotychczasowej praktyki, pomiary kontrolne hałasu i pola elektromagnetycznego wykonuje się w tych samych miejscach.

14. Wymagania specjalne – odcinki nadleśne oraz odcinki specjalne linii

14.1 Odcinki nadleśne linii

W przypadku prowadzenia linii nad lasem, przez „odcinek nadleśny” należy rozumieć sekcję odciągową, w której zastosowano przynajmniej jeden słup o konstrukcji nadleśnej, łącznie ze słupami mocnymi ograniczającymi ten odcinek.

Do projektowania odcinków nadleśnych należy przyjąć:

- zmniejszony naciąg w przewodach linii, dobrany zgodnie z wymaganiami NNA jak dla obostrzenia poziomu III,
- zmniejszone maksymalne rozpiętości przęseł:
 - przęsło wiatrowe – 400 m,
 - przęsło gabarytowe – 480 m,
 - przęsło ciężarowe – 520 m.

(w uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować większe rozpiętości)

- maksymalna liczba przęseł w sekcji odciągowej – 6,

(w uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować większą liczbę)

- zwiększenie pewności mechanicznej łańcuchów izolatorów w sposób analogiczny jak przy wykonywaniu obostrzenia III poziomu (dotyczy tylko łańcuchów złożonych z izolatorów długopniowych – patrz również zapis w p. 9 dotyczący łańcuchów ŁPV),
- niedopuszczenie do stosowania połączeń śródprzęsłowych przewodów,
- jeśli dotyczy - przewód odgromowy stalowo-aluminiowy o przekroju obliczeniowym części aluminiowej 85 mm² (wartość zaokrąglona do liczby całkowitej) lub większym,
- przewód OPGW mający klasę 2 odporności na wyładowania piorunowe,
- III strefa zabrudzeniowa do doboru izolatorów (dotyczy tylko słupów nadleśnych),
- droga przeskoku łańcuchów przelotowych i odciągowych nie mniejsza niż odpowiednio w przypadku łańcuchów przelotowych i odciągowych na pozostałej części linii,

- dla słupów dodatkowy współczynnik częściowy wg Załącznika 1 „Słupy”, przy czym dopuszcza się pominięcie tego współczynnika dla słupów mocnych ograniczających odcinek nadleśny, jeżeli do ich zaprojektowania założono naciąg podstawowy dobrany zgodnie z wymaganiami NNA jak dla przęseł bez obostrzenia.

14.2 Odcinki specjalne linii

Przez odcinek specjalny należy rozumieć sekcję odciągową, w której występuje bardzo długie przęsło tj. przęsło o długości co najmniej *{wartość tą określi Zamawiający dla danej linii uwzględniając warunki terenowe na jej trasie}*

Do projektowania sekcji odciągowej zawierającej bardzo długie przęsło (sekcja przekroczeniowa) należy przyjąć:

- zwiększenie pewności mechanicznej łańcuchów izolatorów w sposób analogiczny jak przy wykonywaniu obostrzenia III poziomu (dotyczy tylko łańcuchów złożonych z izolatorów długopniowych – patrz również zapis w p. 9 dotyczący łańcuchów ŁPV),
- niedopuszczenie do stosowania połączeń śródprzęsłowych przewodów,
- jeśli dotyczy - przewód odgromowy stalowo-aluminiowy o przekroju obliczeniowym części aluminiowej minimum 85 mm² (wartość zaokrąglona do liczby całkowitej),
- przewód OPGW posiadający klasę 2 odporności na wyładowania piorunowe.

Przewody i osprzęt przewidziane do zastosowania w sekcji przekroczeniowej będą podlegać uzgodnieniu z Zamawiającym. W przypadku, gdy bardzo długie przęsło ma być ograniczone z jednej strony lub z dwóch stron słupem przelotowym, wraz z doбором osprzętu należy przedstawić analizę kąta wyjścia przewodów z korpusów uchwytów przelotowych przewidzianych do zawieszenia przewodów w tym przęśle.

Uwaga:

Wymagania dotyczące odcinków specjalnych mogą nie mieć zastosowania dla danej linii, jeśli Zamawiający uzna brak potrzeby ich stosowania.