

STANDARDOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE

Numer kodowy

PSE-SF.Linia 400kV.0 PL/2017v1

TYTUŁ :

LINIA NAPOWIETRZNA 400 kV

OPRACOWANO:

DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

ZATWIERDZONO

DO STOSOWANIA

DYREKTOR
Departamentu Standardów Technicznych

Stanisław Pokora
Stanisław Pokora

Data *27.08.2017*

Konstancin-Jeziorna, wrzesień 2017 r.

or *to* *2017*

Spis treści:

Wstęp	3
1. Standardy do projektowania	3
2. Podstawowe założenia projektowe linii	4
2.1 Wymagania ogólne	4
2.2 Wymagania klimatyczne	4
2.3 Wymagania elektryczne	4
3. Słupy	5
3.1 Konstrukcje	5
3.2 Gabaryty słupów	5
3.3 Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji	6
4. Fundamenty	6
5. Uziemienia	7
6. Przewody fazowe	7
7. Przewody odgromowe	8
7.1 Wymagania ogólne	8
7.2 Przewody OPGW.....	8
7.3 Przewody stalowo-aluminiowe	8
8. Izolacja	9
8.1 Wymagania ogólne	9
8.2 Wymagania w zakresie konstrukcji łańcuchów izolatorów	9
8.3 Wymagania w zakresie zakłóceń radioelektrycznych	10
8.4 Wymagania w zakresie badań elektrycznych łańcuchów	10
9. Osprzęt	11
10. Oznakowanie linii	11
11. Prowadzenie linii przez las	11
12. Oddziaływanie na środowisko	12
12.1 Wymagania ogólne	12
12.2 Pas technologiczny linii	13
12.3 Pole elektromagnetyczne	13
12.4 Oddziaływanie akustyczne	14
12.5 Oddziaływanie na odbiór radiowy i telewizyjny	14
13. Wymagania specjalne – odcinki nadleśne oraz odcinki specjalne linii	14
13.1 Odcinki nadleśne linii	14
13.2 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 i osprzęt OPGW

Załącznik 7 Izolatory

Załącznik 8 Osprzęt

Załącznik 9 Oznakowanie

Załącznik 10 (wycofany)

Załącznik 11 (wycofany)

Załącznik 12 Oznakowanie przeszkodowe

Wstęp

Niniejsza specyfikacja (zwana dalej Specyfikacją) zawiera podstawowe wymagania techniczne dotyczące nowych elektroenergetycznych dwutorowych linii napowietrznych 400 kV.

Specyfikacja nie dotyczy:

- linii lub jej odcinków projektowanych jako kompaktowe, w tym zbudowanych na słupach wyposażonych w poprzeczniki izolacyjne,
- linii lub jej odcinków 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 1-12, stanowiących integralną część niniejszej Specyfikacji.

W tekście niniejszej Specyfikacji ujęte w nawiasach „{...}” wartości lub wymagania oznaczają, że w Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia dla określonej linii należy dokonać wyboru spośród podanych wartości lub wymagań bądź dokonać stosownego uzupełnienia lub uszczegółowienia.

1. Standardy do projektowania

Nowobudowane linie 400 kV powinny być zaprojektowane zgodnie z:

- normą PN-EN 50341-1:2013-03 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV”. Część 1: Wymagania ogólne. Specyfikacje wspólne.
- Narodowym Aspektem Normatywnym dla Rzeczypospolitej Polskiej (zwanym dalej NNA) opublikowanym jako PN-EN 50341-2-22:2016-04 „Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV”. Część 2-22: Krajowe Warunki Normatywne (NNA) dla Polski (oparte na normie EN50341-1:2012).
- normami powołanymi w NNA i niniejszej Specyfikacji,
- obowiązującymi aktami prawnymi dotyczącymi elektroenergetycznych linii napowietrznych,
- niniejszą Specyfikacją.

2. Podstawowe założenia projektowe linii

2.1 Wymagania ogólne

- Przewody fazowe - wiązka 3x468/24-A1F/UHST-261 ¹⁾
- Projektowa temperatura 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⁾
- Szerokość pasa technologicznego linii - 70 m
- 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⁾

2.2 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}.

Strefy obciążenia wiatrem i oblodzeniem należy ustalić zgodnie z NNA.

2.3 Wymagania elektryczne

2.3.1 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 wytrzymałowe udarowe łączeniowe - 1050 kV
- Znamionowe napięcie wytrzymałowe udarowe piorunowe - 1425 kV

2.3.2 Wymiarowanie zewnętrznych odstępów izolacyjnych pionowych

Zewnętrzne odstępów 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.

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

²⁾ W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować inną wartość na etapie opiniowania założeń projektowych.

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

2.3.3 Wytrzymałość zwarciowa

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

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

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

Czas zwarcia należy przyjąć jako równy 0,6 s.

Należy wykonać obliczenia rozplywu prądów zwarciovych, w tym prądów w przewodach odgromowych płynących w kierunku każdej ze stacji, przyjmując wystąpienie zwarcia na poszczególnych słupach linii.

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

3. Słupy

3.1 Konstrukcje

Dopuszcza się słupy zaprojektowane, jako stalowe kratownice przestrzenne lub stalowe pełnościenne rurowe. Zamawiający może zaakceptować w uzasadnionych przypadkach również i inne rozwiązania, nie stosowane do tej pory w kraju – np. konstrukcje zawierające zarówno elementy kratownicowe jak i pełnościenne.

Słupy należy zaprojektować i wykonać zgodnie z wymaganiami Załącznika 1 „Słupy”.

Do linii należy zaprojektować serię słupów złożoną z typów słupów niezbędnych do jej wybudowania. W przypadku zastosowania słupów kratowych, wartość podwyższenia (obniżenia) w obrębie poszczególnych typów słupów nie powinna być mniejsza niż 3 m. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować inną wartość.

Dla zaprojektowanej serii słupów powinny zostać wykonane badania obciążeniowe w skali naturalnej według wymagań określonych w Załączniku 1 „Słupy”.

3.2 Gabaryty słupów

- 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).
- Przy określaniu gabarytów słupów przelotowych należy uwzględnić:
 - Dopuszczalny kąt odchylenia trasy linii od prostej o wartości 2°, przy czym na etapie opiniowania założeń projektowych 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 pręśła 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 i zewnętrzne wymiaruje się wg metody empirycznej podanej w 5.5.3 NNA z następującymi zastrzeżeniami:
 - a. Wartość D_{el} określoną w Tabelicy 5.6/PL.1 NNA należy traktować, jako minimalną. Wewnętrzne odstępy izolacyjne doziemne powinny być tak dobrane, aby zapewnić wytrzymałość elektryczną określoną w p. 2.3.1 Specyfikacji,
 - b. Linia powinna być tak zaprojektowana, aby na danym słupie odległość a_{som} była odległością pomiędzy górnym a dolnym elementem osprzętu ochronnego układu izolacyjnego zastosowanego na tym słupie, przy czym Zamawiający może uzgodnić inny sposób określenia a_{som} na etapie opiniowania założeń do projektowania linii. Podane w p. 5.8 PL.2 NNA wymaganie należy rozumieć w ten sposób, że w zaprojektowanym układzie izolacyjnym na danym słupie odległość wewnętrzna pomiędzy częściami pod napięciem a uziemioną konstrukcją przy bezwietrznej pogodzie powinna być co najmniej o 5% większa od a_{som} .
4. W strefach obciążenia oblodzeniem S2 i S3 należy tak zaprojektować gabaryty słupów, aby w środku pręśła, w warunkach bezwietrznych, zapewnić składową odległości w poziomie równą co najmniej:
 - a. $k_{pp}D_{pp}$ - pomiędzy sąsiednimi przewodami fazowymi zawieszonymi na poprzecznikach o różnej wysokości,
 - b. $k_{el}D_{el}$ - pomiędzy przewodem odgromowym a zawieszonym na najwyższym poprzeczniku przewodem fazowym.

3.3 Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji

Należy zastosować system „Duplex” (cynkowanie + malowanie), jako sposób zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji słupów. System „Duplex” powinien być dobrany do występującej kategorii korozyjności **{C3, C4, C5-I, C5-M}**.

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”.

Dla danej kategorii korozyjności powinien być zastosowany jeden zestaw malarski. Zastosowanie większej liczby zestawów należy uzgodnić z Zamawiającym.

Szczegółowe wymagania w zakresie zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji zawiera Załącznik 1 Słupy.

4. Fundamenty

Fundamenty powinny spełniać wymagania zawarte w Załączniku 2 „Fundamenty”.

Fundament słupa należy zaprojektować na obciążenia węzłów podporowych, wyznaczonych dla obciążeń wynikających z określonych w Karcie Informacyjnej podstawowych założeń projektowych dla tego słupa. Wartość dodatkowego współczynnika obciążenia należy przyjmować równą 1,05.

Zabezpieczenie antykorozyjne fundamentów należy wykonać zgodnie z Załącznikiem 2 „Fundamenty”.

5. Uziemienia

Każdy słup linii powinien być wyposażony w układ uziemiający.

Uziemienia powinny być dobrane do warunków zwarciovych występujących w linii.

Rezystancja uziemienia słupa nie powinna przekraczać 15 Ω .

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 dopuszczalnych, jeśli taka potrzeba wyniknie z tego sprawdzenia.

Wymagania dotyczące uziemień określa Załącznik 3 „Uziemienia”.

6. 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 przęśle 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 nr 277 „State of the Art Survey on Spacers and Spacer Dampers”. Odstępniki powinny spełniać wymagania techniczne zawarte w Załączniku 8 „Osprzęt”.

W uzasadnionych technicznie przypadkach Zamawiający może zaakceptować na etapie opiniowania założeń projektowych inny typ odstępników oraz inny sposób wykonania ochrony przeciwdrganiowej przewodów.

Każda wiązka powinna być wykonana z przewodów składowych o maksymalnie zbliżonych parametrach mechanicznych, elektrycznych i reologicznych, zgodnie z wymaganiami zawartymi w Załączniku 4 „Przewód fazowy”.

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 (złączy zaprasowywanych). W uzasadnionym przypadku Zamawiający może zaakceptować zastosowanie połączeń śródprzęsłowych.

Dopuszczalny docelowy kąt skręcenia wiązki wynosi 10° . Po montażu przewodów kąt skręcenia wiązki nie powinien przekraczać 5° .

7. Przewody odgromowe

7.1 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 w przęsłach pomiędzy słupem krańcowym a bramką liniową, jako uzupełnienie ochrony odgromowej przewodów fazowych, o ile wystąpi taka konieczność.

7.2 Przewody OPGW

Przewód OPGW powinien posiadać {24, 48 lub więcej} włókien światłowodowych.

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, Zamawiający może zaakceptować wyjątek od tej zasady.

Przewód OPGW i osprzęt do przewodu powinny spełniać wymagania określone w Załączniku 6 „Przewód OPGW i osprzęt OPGW”.

Doboru tłumików drgań oraz sposobu ich rozmieszczenia w przęsłach powinien dokonać producent przewodu OPGW lub 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 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.

7.3 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 na etapie opiniowania założeń projektowych linii inny typ przewodu.

Należy przeanalizować konieczność zastosowania środków czynnej ochrony przeciwdrganiowej przewodów w celu zapobiegnięcia uszkodzeniom zmęczeniowym, zgodnie z wytycznymi zawartymi w Broszurze Technicznej CIGRE nr 273 „Overhead Conductor Safe Design Tension With Respect to Aeolian Vibrations”. W przypadku wystąpienia takiej konieczności ochronę przeciwdrganiową należy zrealizować za pomocą tłumików drgań typu Stockbridge'a, spełniających wymagania techniczne zawarte w Załączniku 8 „Osprzęt”.

8. Izolacja

8.1 Wymagania ogólne

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

Doboru izolatorów do strefy zabrudzeniowej/stref zabrudzeniowych należy dokonać zgodnie z normą PN-E-06303:1998 „Narażenia zabrudzeniowe izolacji napowietrznej i dobór izolatorów do warunków zabrudzeniowych”. W danej strefie zabrudzeniowej dopuszcza się zastosowanie tylko jednego rodzaju izolatorów.

Dopuszcza się następujące rodzaje izolatorów⁴:

- izolatory długopienne porcelanowe,
- izolatory kołpakowe szklane.

W odniesieniu do izolacji dla słupów nadleśnych oraz odcinków specjalnych należy spełnić wymagania zamieszczone w p. 13.1.

Wymagania dla izolatorów zamieszczono w Załączniku 7 „Izolatory”.

8.2 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 na etapie opiniowania założeń projektowych.

Łańcuch typu ŁPV jest łańcuchem wielorzędowym i zgodnie z zapisami p. 5.8 PL.4 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 długopiennymi 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.

Układy izolacyjne powinny spełniać wymagania elektryczne określone w rozdz. 2 Specyfikacji.

Łańcuchy wielorzędowe odciągowe złożone z izolatorów długopiennych 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

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

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.

Łańcuchy z izolatorów kołpakowych szklanych przeznaczone do II strefy zabrudzeniowej powinny być skonstruowane z izolatorów o znamionowej drodze upływu 380 mm. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może zaakceptować zastosowanie izolatorów o innej znamionowej drodze upływu na etapie opiniowania założeń projektowych.

W przypadku dwupunktowego zamocowania łańcuchów odciągowych do konstrukcji słupa należy zastosować elementy o regulowanej w sposób ciągły długości, dla zapewnienia równomiernego obciążenia mechanicznego rzędów łańcucha.

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

8.3 Wymagania w zakresie zakłóceń radioelektrycznych

Dopuszczalny poziom zakłóceń radioelektrycznych kompletnego układu zawieszenia przewodu, wyznaczony wg normy PN-EN 60437:2007 „Badanie zakłóceń radioelektrycznych emitowanych przez izolatory wysokonapięciowe”, należy przyjąć jako równy mniejszej wartości spośród:

- wartości dopuszczalnej ustalonej wg zasad podanych w CISPR 18-2 „Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2 Methods of measurement and procedure for determining limits”,
- 58 dB.

8.4 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 „Izolatory do linii napowietrznych. Łańcuchy izolatorów i łańcuchy izolatorów z osprzętem do linii o znamionowym napięciu powyżej 1000 V. Próby łukiem prądu przemiennego”.

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 „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” lub w normie „Izolatory do linii napowietrznych. Łańcuchy izolatorów i łańcuchy izolatorów z osprzętem do linii o znamionowym napięciu powyżej 1000 V. Próby łukiem prądu przemiennego”.

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

- a) sprawdzenie wytrzymałości na znamionowe napięcie określone w p. 2.3.1,
- 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.

9. Osprzęt

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

10. Oznakowanie linii

Na słupach linii należy umieścić elementy ostrzegawcze i identyfikacyjne. Lokalizację symboli i tablic na słupach oraz wykonanie tablic zawiera Załącznik 9 „Oznakowanie”.

Co piąty słup linii powinien posiadać oznakowanie lotnicze z numerem słupa, w postaci dwóch tablic.

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

W przypadku konieczności oznakowania przeszkodowego linii, jako przeszkody lotniczej oznakowanie to należy wykonać zgodnie ze Specyfikacją Techniczną „Linia napowietrzna 400 kV. Załącznik 12. Oznakowanie przeszkodowe”.

11. 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) 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.13.1 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 słupa u podstawy 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 od najbliższej drogi leśnej (duktu) do stanowiska słupa.

B. Konstrukcja leśna

Polega ona na zastosowaniu słupów o zmniejszonym do minimum odstępem 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 (stan na dzień odbioru końcowego technicznego).

Uwaga:

Wytyczne odnośnie wyboru konstrukcji linii dla konkretnych nowobudowanych linii powinny być określone indywidualnie z uwzględnieniem długości odcinków trasy linii na terenie lasów oraz uwarunkowań formalno-prawnych.

12. Oddziaływanie na środowisko

12.1 Wymagania ogólne

Nowa linia 400 kV powinna być tak zaprojektowana i wykonana, aby spełniała wymagania obowiązujących przepisów i norm dotyczących oddziaływania na środowisko w zakresie:

- pola elektromagnetycznego,
- szumów akustycznych (hałas),
- zakłóceń radioelektrycznych.

12.2 Pas technologiczny linii

Zamawiający wprowadził pojęcie pasa technologicznego linii w celu określenia obszaru ograniczeń pod linią i w jej najbliższym otoczeniu oraz uwarunkowań zabudowy i zagospodarowania tego obszaru.

Dla projektowanej linii należy przyjąć pas technologiczny o szerokości 70 m (tzn. po 35 m od osi linii w obie strony).

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 (70 m).

12.3 Pole elektromagnetyczne

W zakresie emisji pola elektromagnetycznego o częstotliwości 50 Hz linia powinna spełniać wymagania podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów (Dz. U. 03.192.1883).

Rozporządzenie to podaje wartość natężenia równą 10 kV/m, jako dopuszczalny poziom składowej elektrycznej oraz wartość natężenia 60 A/m jako dopuszczalny poziom składowej magnetycznej dla miejsc dostępnych dla ludzi. Dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową Rozporządzenie podaje wartości dopuszczalne równe 1 kV/m oraz 60 A/m odpowiednio dla składowej elektrycznej i magnetycznej pola.

W założeniach projektowych Wykonawca powinien 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 wysokości zawieszenia przewodów fazowych:

- 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. Minimalny zakres pomiarów obejmuje wykonanie pomiarów w przekrojach poprzecznych linii zawierających wszystkie zastosowane typy słupów oraz w środku przęseł o najmniejszej odległości przewodów fazowych od ziemi. Liczba punktów pomiarowych powinna pozwalać na wyznaczenie rozkładu pola w formie, o której mowa powyżej. W zależności od konstrukcji linii i jej otoczenia Zamawiający zastrzega sobie prawo do wyznaczenia dodatkowych miejsc do wykonania pomiarów kontrolnych.

W założeniach projektowych należy przedstawić prognozowane poziomy wskaźników hałasu od linii w funkcji odległości od osi linii oraz określić ich wartości na granicy pasa technologicznego dla przejściowego (o ile taki układ wystąpi) oraz docelowego układu pracy linii.

Poziomy wskaźników hałasu na granicy pasa technologicznego nie powinny przekroczyć wartości dopuszczalnych określonych w Tabeli 2 i 4 ww. Rozporządzeniu dla terenów wymienionych w Lp.2.

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

12.5 Oddziaływanie na odbiór radiowy i telewizyjny

Dopuszczalny poziom natężenia pola zakłóceń, mierzony w warunkach eksploatacyjnych w odległości 20 m od rzutu poziomego najbliższego przewodu linii, nie powinien przekraczać wartości podanych w normie PN-77/E-05118 „Przemysłowe zakłócenia radioelektryczne. Elektroenergetyczne linie i stacje wysokiego napięcia. Dopuszczalny poziom zakłóceń. Ogólne wymagania i badania terenowe”.

13. Wymagania specjalne – odcinki nadleśne oraz odcinki specjalne linii

13.1 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, Tablica 9.2.4/PL.2 i Tablica 9.5.4/PL.2,
- zmniejszone maksymalne rozpiętości przęsła:
 - 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 izolatorów długopiennych – patrz również zapis w p. 8 dotyczący łańcuchów ŁPV),
- niedopuszczenie do stosowania połączeń śródprzęsłowych przewodów,
- 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,

- zwiększenie pewności mechanicznej łańcuchów izolatorów w sposób analogiczny jak przy wykonywaniu obostrzenia III poziomu (dotyczy tylko izolatorów długopiennych – patrz również zapis w p. 8 dotyczący łańcuchów ŁPV),
- niedopuszczenie do stosowania połączeń śródprzęstowych przewodów,
- 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).
- jak najmniejsza rozpiętość pomiędzy skrajnymi przewodami fazowymi,
- 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 Tablica 9.2.4/PL.1 i Tablica 9.5.4/PL.1.

13.2 Odcinki specjalne linii

Przez odcinek specjalny należy rozumieć sekcję odciągową, w której spełniony jest co najmniej jeden z poniższych warunków:

- występuje bardzo długie przęsło,
- przynajmniej jeden słup jest zlokalizowany w międzywalu rzeki,
- występują nietypowe warunki terenowe np. sekcje przechodzące nad dużymi zbiornikami wody.

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

- zwiększenie pewności mechanicznej łańcuchów izolatorów w sposób analogiczny jak przy wykonywaniu obostrzenia III poziomu (dotyczy tylko izolatorów długopiennych – patrz również zapis w p. 8 dotyczący łańcuchów ŁPV),
- niedopuszczenie do stosowania połączeń śródprzęstowych przewodów,
- jeśli dotyczy - przewód odgromowy stalowo-aluminiowy o przekroju obliczeniowym części aluminiowej minimum 85 mm² (wartość zaokrąglona do liczby całkowitej) lub większy,
- przewód OPGW posiadający klasę 2 odporności na wyładowania piorunowe.

W przypadku usytuowania odcinka linii (słupa) w międzywalu rzeki lub na terenie zalewowym należy zastosować fundamenty specjalne np. izbicowe, zaprojektowane na ekstremalne warunki, jakie mogą wystąpić w miejscu lokalizacji słupa (poziom wody, zagrożenie wystąpienia kry). Wysokość fundamentu powinna być dostosowana do poziomu tzw. wody stuletniej.

W przypadku odcinka linii usytuowanego w nietypowych warunkach terenowych (np. przejścia linii nad dużymi zbiornikami wody, z posadowionymi słupami w zbiorniku wody) Zamawiający zastrzega sobie prawo do określenia indywidualnych warunków technicznych na etapie opiniowania założeń do projektowania linii.

Przewody i osprzęt przewidywany do zastosowania w odcinkach specjalnych linii (sekcjach przekroczeniowych i w nietypowych warunkach terenowych) będą podlegać uzgodnieniu z Zamawiającym.