



INSTRUKCJA WYKONYWANIA BADAŃ LINII KABLOWYCH SN i WN

wydanie szóste
z dnia 26 października 2020 roku

Spis treści

1.	CEL WPROWADZENIA INSTRUKCJI I ZAKRES STOSOWANIA	3
2.	DEFINICJE, TERMINOLOGIA I INFORMACJE DODATKOWE	3
3.	OPIS POSTĘPOWANIA	5
3.1.	<u>Wymagania kwalifikacyjne i zdrowotne</u>	5
3.1.1.	Wymagania zdrowotne	5
3.1.2.	Wymagania kwalifikacyjne	5
3.2.	<u>Podstawy wykonywania prac</u>	6
3.2.1.	Praca na podstawie polecenia pisemnego	6
3.2.2.	Praca bez polecenia, na podstawie niniejszej instrukcji	7
3.3.	<u>Prowadzenie badań linii kablowych SN</u>	8
3.3.1.	Badania podstawowe	8
3.3.2.	Badania diagnostyczne	10
3.3.3.	Kryteria kwalifikacji oraz cykle badań linii kablowych	11
3.4.	<u>Prowadzenie badań linii kablowych WN</u>	12
3.5.	<u>Zapisywanie danych oraz archiwizacja dokumentów.</u>	15
4.	SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	15
5.	AKTY PRAWNE I DOKUMENTY ZWIĄZANE	15
6.	ODPOWIEDZIALNOŚĆ	15

1. CEL WPROWADZENIA INSTRUKCJI I ZAKRES STOSOWANIA

Instrukcja przeznaczona jest dla osób na stanowiskach dozoru i eksploatacji, organizujących oraz wykonujących badania, pomiary i próby linii kablowych SN i WN, należących do EOP.

2. DEFINICJE, TERMINOLOGIA I INFORMACJE DODATKOWE

AC	napięcie przemiennie 50 Hz.
DAC	napięcie oscylacyjne tłumione.
DC	napięcie stałe.
Elektroenergetyczna linia kablowa	kabel wielożyłowy lub wiązka kabli jednożyłowych w układzie wielofazowym albo kilka kabli jedno- lub wielożyłowych połączonych równolegle, łącznie z osprzętem, ułożone na wspólnej trasie i łączące zaciski tych samych dwóch urządzeń elektrycznych jedno- lub wielofazowych albo jedno- lub wielobiegunowych.
EOP	ENERGA-OPERATOR SA, jeden z Podmiotów Wiodących Grupy ENERGA odpowiedzialny za koordynowanie działań w obszarze przydzielonej mu Linii Biznesowej i pełniący funkcję Operatora Systemu Dystrybucyjnego określoną w Ustawie Prawo energetyczne.
IOBP	„Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych”; instrukcja określająca wymagania bezpieczeństwa w zakresie organizacji oraz wykonywania prac przy czynnych urządzeniach elektroenergetycznych lub ich pobliżu.
IRiESD	„Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej” określająca szczegółowe warunki korzystania z sieci przez użytkowników systemu dystrybucyjnego oraz warunki i sposób prowadzenia ruchu, eksploatacji i rozwoju sieci.
Izolacja kabla	materiał dielektryczny na żyłę roboczej kabla zapewniający odpowiednią wytrzymałość elektryczną kabla.

Kable PE	kable o izolacji z polietylenu termoplastycznego.
Kable PILC	kable o izolacji papierowej przesyconej syciwem lub olejem, w powłoce ołowianej.
Kable XLPE	kable o izolacji z polietylenu usieciowanego.
Napięcie średnie (SN)	napięcie znamionowe wyższe od 1kV i niższe od 110 kV.
Napięcie wysokie (WN)	napięcie znamionowe równe 110 kV.
Napięcie znamionowe linii	napięcie międzyprzewodowe, na jakim linia pracuje, bez względu na napięcie znamionowe kabli, urządzeń i aparatów, których użyto do budowy tej linii.
Powłoka zewnętrzna lub osłona kabla	warstwa materiału izolacyjnego obejmująca całą powierzchnię kabla mająca za zadanie ochronę kabla przed szkodliwym działaniem czynników zewnętrznych.
Strefa pracy	odpowiednio przygotowane miejsce lub stanowisko pracy w zakresie niezbędnym do bezpiecznego wykonywania prac przy urządzeniach elektroenergetycznych oraz w ich pobliżu.
VLF	napięcie przemiennie bardzo niskiej częstotliwości (0,1 Hz).
Wykonawca zewnętrzny	pracodawca/podmiot gospodarczy niebędący jednostką organizacyjną EOP, wykonujący prace przy urządzeniach elektroenergetycznych EOP lub w ich pobliżu, w oparciu o zawarte porozumienie lub umowę.
Wytyczne eksploatacji	obowiązujący w EOP, związany z IRiESD dokument pn. „Wytyczne dokonywania oględzin, przeglądów, oceny stanu technicznego oraz konserwacji i remontów urządzeń, instalacji oraz sieci dystrybucyjnych eksploatowanych przez ENERGA-OPERATOR SA”

3. OPIS POSTĘPOWANIA

3.1. Wymagania kwalifikacyjne i zdrowotne

3.1.1. Wymagania zdrowotne

Osoby wykonujące badania linii kablowych SN i WN muszą posiadać ważne zaświadczenie lekarskie z brakiem przeciwwskazań do wykonywanej pracy.

3.1.2. Wymagania kwalifikacyjne

- 1) Poleceniodawca – osoba posiadająca świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru:
 - a) upoważniona przez prowadzącego eksploatację do działań związanych z wydawaniem poleceń, w tym podejmowania decyzji o wykonaniu prac bez polecenia, na podstawie niniejszej instrukcji,
 - b) odpowiedzialna za identyfikację zagrożeń związanych z pracą oraz określenie środków ochronnych je likwidujących lub ograniczających, podjęcie decyzji o wykonaniu pracy oraz sporządzenie i przekazanie polecenia pisemnego, jeżeli jest wymagane.
- 2) Koordynujący – dyspozytor dyspozycji mocy – osoba posiadająca świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru:
 - a) upoważniona przez prowadzącego eksploatację do działań związanych z koordynacją prac,
 - b) odpowiedzialna za realizację działań związanych ze skoordynowaniem wykonania pracy z ruchem urządzeń elektroenergetycznych.
- 3) Dopuszczający – osoba wyznaczona przez poleceniodawcę, posiadająca ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji:
 - a) upoważniona przez pracodawcę prowadzącego eksploatację lub wykonawcę zewnętrznego do działań związanych z dopuszczeniem do prac,
 - b) odpowiedzialna za realizację działań związanych z przygotowaniem i przekazaniem strefy pracy, zakończeniem pracy i likwidacją strefy pracy.
- 4) Kierujący zespołem – osoba upoważniona, w danym zakresie wykonywanej pracy lub czynności, przez pracodawcę prowadzącego eksploatację albo wykonawcę zewnętrznego, posiadająca ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji oraz umiejętności zawodowe i znajomość instrukcji obowiązujących u pracodawcy prowadzącego eksploatację w zakresie wykonywanej pracy, wyznaczona przez poleceniodawcę, jako bezpośrednio odpowiedzialna za realizację działań związanych z rozpoczęciem i wykonywaniem prac eksploatacyjnych.

W szczególności kierujący zespołem jest bezpośrednio odpowiedzialny za:

 - dobór osób do wykonania polecanej pracy,
 - egzekwowanie od członków zespołu stosowania właściwych środków ochrony indywidualnej, odzieży i obuwia oraz narzędzi i sprzętu, zapewnienie wykonania pracy w sposób bezpieczny,

wyznaczenie osoby (osób) uprawnionej ze składu zespołu, która będzie pełniła nadzór nad osobami nieuprawnionymi dla prac określonych w pkt 3.1.1. ppkt 4) i 5) IOBP. Pisemne

potwierdzenie przyjęcia obowiązków przez osobę wyznaczoną do nadzoru zawiera się w książce instruktaży;

- 5) Członek zespołu – osoba upoważniona, w danym zakresie wykonywanej pracy lub czynności, przez pracodawcę prowadzącego eksploatację albo wykonawcę zewnętrznego, posiadająca ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku eksploatacji oraz przeszkolona w zakresie:
- instrukcji wykonywania prac (osoby wykonujące prace określone w instrukcjach, w których zawarto wymóg przeszkolenia osób wykonujących te prace),
 - wykonywania prac na wysokości (osoby wykonujące prace na wysokości),
- odpowiedzialna za wykonywanie pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa pracy oraz stosowanie środków ochrony indywidualnej adekwatnych do występujących zagrożeń

3.2. Podstawy wykonywania prac

- 1) Prace przy wykonywaniu badań linii kablowych SN i WN, mogą być wykonywane:
 - a) na podstawie polecenia pisemnego - w przypadku konieczności wykonania badań kabla SN i WN pozostającego w ruchu.
 - b) bez polecenia, na podstawie niniejszej instrukcji – wykonywanie badań kabli SN .
 - 2) Bez podstaw określonych w punkcie 3.2.1) mogą być wykonywane czynności związane z:
 - a) ratowaniem zdrowia lub życia ludzkiego lub środowiska naturalnego,
 - b) zabezpieczaniem przez osoby uprawnione mienia przed zniszczeniem,
- Informację o wykonaniu powyższych czynności należy niezwłocznie przekazać osobie odpowiedzialnej za prowadzenie ruchu urządzeń – dyspozytorowi.

3.2.1. Praca na podstawie polecenia pisemnego

W przypadku wykonywania prac stwarzających możliwość wystąpienia szczególnego zagrożenia dla zdrowia lub życia ludzkiego lub prace, przy których poleceniodawca uzna, że warunki ich wykonywania wymagają polecenia pisemnego, poleceniodawca w pisemnym poleceniu wykonania pracy musi określić:

- a) osoby odpowiedzialne za organizację oraz wykonanie pracy:
 - imiennie kierującego zespołem,
 - imiennie lub stanowiskiem służbowym koordynującego,
 - imiennie dopuszczającego, jeżeli wchodzi w skład zespołu,
 - stanowiskiem służbowym dopuszczającego w pozostałych przypadkach
- b) liczbę osób w zespole,
- c) zakres prac do wykonania i strefę pracy,
- d) termin rozpoczęcia i zakończenia prac,
- e) warunki i środki ochronne niezbędne do zapewnienia bezpiecznego przygotowania i wykonywania poleconych prac,
- f) załączniki do polecenia,
- g) przerwy w wykonywaniu prac, z określeniem rodzaju przerwy, „z likwidacją strefy pracy” lub „bez likwidacji strefy pracy”.

3.2.2. Praca bez polecenia, na podstawie niniejszej instrukcji

Bez polecenia pisemnego na pracę, na podstawie niniejszej instrukcji mogą być wykonywane badania diagnostyczne linii kablowych SN nowo wybudowanych, pozostających bez napięcia przy zachowaniu następujących warunków:

- 1) Praca będzie wykonywana przez co najmniej dwuosobowy zespół pomiarowy, w którym kierujący zespołem realizuje jednocześnie działania dopuszczającego.
- 2) Zespół pomiarowy po przybyciu na miejsce wykonywanej pracy ma obowiązek zapoznać się z przebiegiem linii kablowej oraz umiejscowieniem po obu stronach głowic kablowych.
- 3) Pomiar diagnostyczny należy wykonywać po ułożeniu wszystkich odcinków nowo układanego kabla i zakończeniu montażu elementów osprzętu, czyli muf i głowic.
- 4) Zaciski przyłączeniowe linii kablowej po obu końcach (głowice) muszą być odpięte od sieci SN.
- 5) Zespół pomiarowy ma obowiązek używania, będącego na wyposażeniu wozu pomiarowego, drążka izolacyjnego oraz rękawic elektroizolacyjnych podczas wykonywania czynności polegających na rozładowywaniu linii kablowej i kondensatora.
- 6) Napięcia znamionowe drążka izolacyjnego i rękawic elektroizolacyjnych powinny być równe lub wyższe od napięcia znamionowego urządzenia przy którym jest wykonywana praca.
- 7) Miejsce przyłączenia zacisków samochodu pomiarowego należy wygrodzić zachowując odległości co najmniej 2000 mm od w/w zacisków i oznaczyć znakami bezpieczeństwa „Miejsce Pracy” i „Pod Napięciem”.
- 8) Jeśli głowica kablowa na drugim końcu jest tak usytuowana, że może dojść do zagrożenia dotykiem bezpośrednim, to miejsce to należy zabezpieczyć jak w pkt. 3.2.2 ppkt. 7).
- 9) W przypadku gdy miejsce o którym mowa w pkt. 3.2.2 ppkt. 8). znajduje się poza strefą pracy kierujący zespołem ma obowiązek zadbać o taki skład zespołu, aby w miejscu w którym występuje zagrożenie pozostawić jednego z członków zespołu, który będzie chronił je przed dostępem osób postronnych.
- 10) Przed przystąpieniem do podpięcia aparatury należy upewnić się, że linia kablowa nie znajduje się pod napięciem a następnie dokonać jej rozładowania przy użyciu drążka uziemiającego.
- 11) Zespół pomiarowy ma obowiązek dokonać rozładowania zacisków przyłączeniowych linii kablowej i kondensatora po każdorazowym podaniu napięcia na linię kablową i przed dokonywaniem zmian w podłączeniu aparatury.
- 12) Jeśli badania diagnostyczne wykonywane są w miejscu gdzie linia kablowa jest zakończona głowicą na słupie, do podłączenie aparatury pomiarowej na wysokości należy użyć podnośnika koszowego pod warunkiem zachowania następujących wymagań:
 - w strefie pracy nie występuje zagrożenie – napięcie,
 - urządzenie na którym ma być wykonany pomiar jest urządzeniem elektroenergetycznym nieczynnym,

- w trakcie wykonywania prac podnośnikiem w pobliżu innych będących pod napięciem napowietrznych urządzeń elektroenergetycznych lub ich części zachowane zostaną minimalne odstępki w powietrzu w zależności od napięcia znamionowego urządzeń i uprawnień osób operujących sprzętem, określone w IOBP.
- 13) Zakończenie pracy wykonywanej na podstawie niniejszej instrukcji obejmuje:
- sprawdzenie, czy praca została zakończona, a sprzęt i narzędzia usunięte ze strefy pracy,
 - sprawdzenie, czy zespół opuścił strefę pracy,
 - usunięcie środków ochronnych użytych przez zespół pomiarowy do przygotowania strefy pracy i jej zabezpieczenia,
 - archiwizację danych pomiarowych.

3.3. Prowadzenie badań linii kablowych SN

Badania linii kablowych dzielimy na dwa rodzaje:

1) badania podstawowe,

Wykonywanie badań podstawowych należy zlecać wykonawcy robót kablowych (jako element całego zlecenia dotyczącego budowy nowej, przebudowy lub remontu istniejącej linii kablowej SN) lub do właściwych komórek z obszaru wykonawstwa realizujących prace eksploatacyjne na zlecenie EOP.

2) badania diagnostyczne,

Badania diagnostyczne mają za zadanie dostarczyć informacji pozwalających zdiagnozować stan techniczny izolacji kabli i osprzętu kablowego, a tym samym stworzyć efektywny system działań prewencyjnych ograniczając prawdopodobieństwo wystąpienia awarii oraz planowania modernizacji kabli, które wpłyną na poprawę wskaźników niezawodności zasilania oraz na ograniczenie kosztów eksploatacji i nakładów inwestycyjnych.

Wykonywanie badań diagnostycznych należy zlecać wyłącznie do właściwych komórek z obszaru wykonawstwa realizujących prace eksploatacyjne na zlecenie EOP, które wyposażone są w odpowiedni sprzęt oraz posiadają wiedzę i doświadczenie pozwalające na profesjonalne wykonanie badania.

Wykonywanie badań diagnostycznych należy wykonywać dla wszystkich nowobudowanych i przebudowanych linii kablowych jak również w pozostałych przypadkach określonych w pkt. 3.3.3.

Dla nowobudowanych lub przebudowywanych linii kablowych pomiar diagnostyczny należy wykonać przed podłączeniem kabla do sieci elektroenergetycznej oraz załączeniem linii kablowej pod napięcie - za wyjątkiem przypadków opisanych w pkt. 3.3.3 ppkt. 1).

3.3.1. Badania podstawowe

1) Pomiar rezystancji izolacji.

Przed pomiarem rezystancji izolacji kabli powierzchnie zewnętrzne głowic powinny być oczyszczone. Czyszczenie głowic powinno być wykonane z zastosowaniem technik

wskazanych przez producenta. Przed pomiarem kabel wraz z osprzętem należy każdorazowo rozładować i pozostawić uziemiony do czasu pomiaru (na czas > 1 min.). Pomiar rezystancji izolacji należy wykonać dla każdej żyły kabla względem ekranu i żyły powrotnej. Pomiar należy wykonać za pomocą miernika rezystancji izolacji o napięciu 2,5 kV. Zmierzona wartość rezystancji w stanie ustalonym w linii o długości 1 km nie powinna być mniejsza niż :

- 100 MΩ dla kabla o izolacji polietylenowej (XLPE,PE),
- 50 MΩ dla kabla o izolacji papierowej nasyconej syciwem (PILC)

Przy innych długościach kabla zmierzoną rezystancję izolacji (R_{zm}) należy przeliczyć na 1 km długości kabla (R_{1km}) wg wzoru:

$$R_{1km} = R_{zm} \times l$$

gdzie: l oznacza długość kabla w km

Po pomiarze rezystancji izolacji kabel powinien być rozładowany, a poszczególne żyły zwarte i skutecznie uziemione do czasu następnej czynności pomiarowej lub do czasu tuż przed podłączeniem linii do sieci.

Wyżej wymienione czynności należy wykonać z zachowaniem zasad określonych w IOBP.

2) Pomiar ciągłości żył roboczych i powrotnych.

Celem pomiaru jest sprawdzenie poprawności wykonania połączeń żył. Pomiar wykonuje się dla linii nowych i po wykonaniu naprawy. Pomiar przeprowadzać należy używając do pomiaru źródła prądu stałego o napięciu nie wyższym niż 24 V.

3) Próba napięciowa izolacji głównej (wykonywane napięciem stałym lub VLF 0,1 Hz),

Wartość napięcia, jego przebieg i częstotliwość oraz czas przyłożenia mają istotny wpływ na wytrzymałość elektryczną całego układu izolacyjnego linii. Wybór układu probierczego i procedury próby napięciowej ma zasadnicze znaczenie dla oceny jakości linii kablowej.

Wśród aktualnie dostępnych układów probierczych można wyróżnić układy napięcia:

- a) sinusoidalnego o częstotliwości sieciowej lub do niej zbliżonej (AC 20-300 Hz),
- b) stałego (wprostowanego) (DC),
- c) sinusoidalnego o bardzo niskiej częstotliwości (AC VLF 0,1 Hz),
- d) cosinusoidalno-prostokątnego o bardzo niskiej częstotliwości (CP VLF 0,1 Hz), oscylacyjnego tłumionego DAC.

W poniższej tabeli ujęto zalecane metody probiercze jak i diagnostyczne

Rodzaj izolacji kabla		DC	VLF 0,1 Hz	AC 20-300 Hz	DAC
XLPE PE	Dla kabli nowych	NIE ^{*)}	TAK 3U ₀ przez 60 min	TAK 2U ₀ przez 60 min	TAK 2U ₀ przez 60 min
	Po naprawie lub przebudowie		TAK 3U ₀ przez 30 min	TAK 2U ₀ przez 30 min	TAK 2U ₀ przez 30 min

PILC	Dla kabli nowych	TAK 4U ₀ przez 20 min	TAK 3U ₀ przez 30 min	TAK 2U ₀ przez 30 min	TAK 2U ₀ przez 30 min
	Po naprawie lub przebudowie	TAK 4U ₀ przez 10 min	TAK 3U ₀ przez 15 min	TAK 2U ₀ przez 15 min	TAK 2U ₀ przez 15 min

U₀ – znamionowe napięcie fazowe sieci

*) według norm międzynarodowych stosowanie do próby napięcia DC może być szkodliwe zarówno dla izolacji XLPE kabli jak i osprzętu kablowego, przy czym szczególnie zagrożona jest izolacja wytłaczana kabli już eksploatowanych.

W przypadku wykonania próby napięciem DC ze względu na zagrożenie uszkodzenia linii kablowej spowodowane obecnością ładunków przestrzennych pozostałych po próbach DC, kable bezpośrednio po próbie napięciowej muszą zostać rozładowane i skutecznie uziemione. Rozładowanie to powinno nastąpić z zastosowaniem rezystora rozładowczego. Po rozładowaniu kabla żyły robocze i żyły powrotne poszczególnych faz powinny być zwarte i trwale uziemione do czasu podłączenia linii do sieci, ale nie krócej niż 3 godziny. Dopuszcza się odstępianie od konieczności wykonywania próby napięciowej izolacji głównej w przypadku wykonywania pomiarów diagnostycznych linii kablowej.

4) Próba napięciowa powłoki zewnętrznej kabli z tworzyw sztucznych.

Należy wykonać napięciem stałym (DC) o wartości 5 kV w czasie 1 minuty od momentu ustabilizowania się napięcia. Nie normalizuje się i nie wykonuje pomiaru prądu upływu. Podczas trwania próby nie może wystąpić zwarcie pomiędzy żyłą powrotną, a ziemią. W przypadku wykrycia uszkodzenia powłoki uszkodzenie powinno zostać naprawione lub wymieniony odcinek wadliwego kabla. Po wykonaniu naprawy należy powtórzyć badania powłoki zewnętrznej.

5) Sprawdzenie zgodności faz,

W związku faktem, że sprawdzenie zgodności faz następuje po załączeniu napięcia realizacja powyższego jest możliwa dopiero po dokonaniu odbioru.

Na etapie przygotowywania przez wykonawcę obiektu do odbioru należy wykonać uzgodnienie faz w stanie beznapięciowym (przy wstawianiu odcinków kabli w istniejące kable) lub (w pozostałych przypadkach) należy dokonać weryfikacji kolejności faz.

3.3.2. Badania diagnostyczne

1) Próba napięciowa powłoki zewnętrznej kabli z tworzyw sztucznych.

Należy wykonać napięciem stałym (DC) o wartości 5 kV w czasie 1 minuty od momentu ustabilizowania się napięcia. Nie normalizuje się i nie wykonuje pomiaru prądu upływu. Podczas trwania próby nie może wystąpić zwarcie pomiędzy żyłą powrotną, a ziemią. W przypadku wykrycia uszkodzenia powłoki uszkodzenie powinno zostać naprawione lub wymieniony odcinek wadliwego kabla. Po wykonaniu naprawy należy powtórzyć badania powłoki zewnętrznej.

2) Pomiar tgδ linii kablowej.

Pomiar tgδ należy wykonać po ułożeniu wszystkich odcinków kabla i zakończeniu montażu

elementów osprzętu (mufy i głowice). Wynik $\text{tg}\delta$ przedstawia ogólną ocenę całej relacji linii kablowej mówiącą o stopniu zawilgocenia i stanie zaawansowania procesu starzeniowego izolacji.

3) Pomiar wyładowań niepełnych na długości linii kablowej.

Pomiar poziomu wyładowań niepełnych należy wykonać po ułożeniu wszystkich odcinków kabla i zakończeniu montażu elementów osprzętu (mufy i głowice). Pomiar poziomu i miejsc występowania wyładowań niepełnych umożliwi wskazanie miejsc o osłabionych parametrach izolacji w relacji linii kablowej SN.

Diagnostyka kabli		Badanie tangens delta ($\text{tg}\delta$)			Badanie wyładowań niepełnych (wnz)			Ocena
		$\text{tg}\delta (U_0-2U_0)$		Ocena	Wartość ładunku pozornego impulsu wnz (U_0)		Ocena	
		1×10^{-3}			pC			
		$\text{tg}\delta$	$\text{tg}\delta(2U_0) - \text{tg}\delta(U_0)$		Kabel	Osprzęt		
Kable w eksploatacji	PE, XLPE	< 1,2	< 0,6	kabel dobry nadaje się do dalszej eksploatacji	100	brak koncentracji	100	Dopuszczalny poziom wnz
		> 2,2	> 1	zaawansowane procesy starzeniowe, duże ryzyko wystąpienia uszkodzenia	50	przy koncentracji		
	PILC	< 50	< 10	kabel dobry nadaje się do dalszej eksploatacji	2 000	brak koncentracji	2 000	Dla prawidłowej oceny dodatkowo należy uwzględnić wartość skuteczną napięcia zapłonu wyładowań niepełnych
		> 60	> 20	zaawansowane procesy starzeniowe, duże ryzyko wystąpienia uszkodzenia	2 000	przy koncentracji		
Kable nowe	PE, XLPE	< 1,2	< 0,6	kabel dobry nadaje się do dalszej eksploatacji	100	brak koncentracji	100	Dopuszczalny poziom wnz
		> 2,2	> 1	zaawansowane procesy starzeniowe, duże ryzyko wystąpienia uszkodzenia	50	przy koncentracji		

3.3.3. Kryteria kwalifikacji oraz cykle badań linii kablowych

1) Linie kablowe nowe, po naprawie, przebudowie (w tym przełożenie istniejącego kabla):

a) badania podstawowe oraz badania diagnostyczne:

- należy wykonywać dla przebudowanych linii kablowych w izolacji **PE**,
- należy wykonywać dla naprawionych po awarii, przebudowanych oraz nowobudowanych linii kablowych w izolacji **XLPE**,
- zaleca się wykonywać dla naprawionych po awarii oraz należy wykonywać dla przebudowanych linii kablowych w izolacji **PILC**.

W przypadku wykonywania naprawy lub przebudowy linii kablowej SN pracującej w układzie promieniowym przy jednoczesnym braku możliwości alternatywnego zasilania odbiorców dopuszczalne jest załączenie linii kablowej po wykonaniu badań

podstawowych, bez wykonania badań diagnostycznych. Każdorazowo decyzję o odstąpieniu od wykonywania badań diagnostycznych podejmuje Dyrektor Rejonu/ Kierownik Biura Zarządzania Usługami.

- b) po wykonaniu pierwszych badań diagnostycznych następne badanie diagnostyczne należy wykonać po 10 latach (przy założeniu, że co najmniej 40% całkowitej długości linii kablowej stanowi nowy kabel), a kolejne w cyklach 5 letnich (chyba że na podstawie wyników badań wykonujący pomiar wyznaczy krótszy termin)
 - c) Odstępuje się od konieczności wykonywania badań diagnostycznych dla kabli o długości całkowitej do 50 m.
- 2) Linie kablowe w bieżącej eksploatacji:
- a) Wg kryteriów wynikających z pkt 3.3.3. ppkt. 1) – powyżej
 - b) W zakresie wynikającym z pkt. 3.3.2
 - c) W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się dodatkowe doraźne badanie linii kablowych, na podstawie przesłanek o konieczności badania wynikających m.in. z ważności obiektów które są zasilane z danej linii kablowej, wpływu ewentualnych awarii linii kablowej na wskaźniki niezawodności zasilania
 - d) pomiary eksploatacyjne linii kablowych, dla których zostały wykonane badania diagnostyczne lub zostały zakwalifikowane do badań w trakcie eksploatacji należy wykonywać po 10 latach (zgodnie z pkt. 3.3.3 ppkt. 1b)) lub w cyklach 5 letnich (chyba że na podstawie wyników badań wykonujący pomiar wyznaczy krótszy termin).

3.4. Prowadzenie badań linii kablowych WN

Badania linii kablowych mają za zadanie dostarczyć informacji pozwalających zdiagnozować stan techniczny izolacji kabli, a tym samym stworzyć efektywny system działań prewencyjnych ograniczając prawdopodobieństwo wystąpienia awarii oraz planowania modernizacji kabli.

Badania należy wykonywać dla wszystkich nowobudowanych, przebudowanych i naprawionych po awarii linii kablowych WN oraz cyklicznie dla kabli eksploatowanych zgodnie z terminami / czasookresami określonymi w „Wytocznych eksploatacji”.

1) Pomiar rezystancji izolacji.

Przed pomiarem rezystancji izolacji kabli powierzchnie zewnętrzne głowic powinny być oczyszczone. Czyszczenie głowic powinno być wykonane z zastosowaniem technik wskazanych przez producenta. Przed pomiarem kabel wraz z osprzętem należy każdorazowo rozładować i pozostawić uziemiony do czasu pomiaru (na czas > 1 min.). Pomiar rezystancji izolacji należy wykonać dla każdej żyły kabla względem pozostałych żył zwartych i uziemionych. Pomiary należy wykonać za pomocą miernika rezystancji izolacji o napięciu 2,5 kV. Zmierzona wartość rezystancji w stanie ustalonym w linii o długości 1 km nie powinna być mniejsza niż :

– 1000 MΩ dla kabla o izolacji polietylenowej lub izolacji papierowej

Przy innych długościach kabla zmierzoną rezystancję izolacji (R_{zm}) należy przeliczyć na 1 km długości kabla (R_{1km}) wg wzoru:

$$R_{1km} = R_{zm} \times l$$

gdzie: l oznacza długość kabla w km

Po pomiarze rezystancji izolacji kabel powinien być rozładowany, a poszczególne żyły zwarte i skutecznie uziemione do czasu następnej czynności pomiarowej lub do czasu tuż przed podłączeniem linii do sieci.

Wyżej wymienione czynności należy wykonać z zachowaniem zasad określonych w *IOBP*.

2) Pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych .

Celem pomiaru jest sprawdzenie poprawności wykonania połączeń żył. Pomiar wykonuje się dla linii nowych i po wykonaniu naprawy. Pomiar rezystancji żył roboczych przeprowadzać należy metodą mostkową lub techniczną, używając do pomiaru źródła prądu stałego o napięciu nie wyższym niż 24 V.

Pomiar rezystancji żył roboczych i powrotnych kabli na napięcie 110 kV wykonuje się metodą techniczną prądem wyprostowanym o wartości, co najmniej 60 A, przy użyciu przyrządów o klasie dokładności 0,5. Układ pomiarowy powinien eliminować rezystancję styków na zewnętrznych częściach sworzni głowic kablowych. Dla zmierzenia spadku napięcia na mierzonej żyłce, zaleca się wykorzystać jedną z pozostałych żył kabla. Obwód prądowy należy stworzyć z dwóch żył kabla, połączonych na przeciwległym końcu niskooporową zworą.

3) Próba napięciowa izolacji głównej,

Wartość napięcia, jego przebieg i częstotliwość oraz czas przyłożenia mają istotny wpływ na wytrzymałość elektryczną całego układu izolacyjnego linii. Wybór układu probierczego i procedury próby napięciowej ma zasadnicze znaczenie dla oceny jakości linii kablowej.

Wśród aktualnie dostępnych układów probierczych można wyróżnić układy napięcia:

- sinusoidalnego o częstotliwości sieciowej lub do niej zbliżonej (AC 20-300 Hz),
- oscylacyjnego tłumionego DAC.

W poniższej tabeli ujęto zalecane metody probiercze jak i diagnostyczne

Rodzaj izolacji kabla		DC	AC 20-300 Hz	DAC
XLPE PE	Dla kabli nowych	NIE* Za wyjątkiem zapisów ppkt. 8)	TAK 2U ₀ przez 60 min	TAK 2U ₀ przez 60 min
	Po naprawie lub przebudowie		TAK 1,6U ₀ przez 60 min	TAK 1,6U ₀ przez 60 min
PILC	Dla kabli nowych	NIE* Za wyjątkiem zapisów ppkt. 8)	TAK 2U ₀ przez 60 min	TAK 2U ₀ przez 60 min
	Po naprawie lub przebudowie		TAK 1,6U ₀ przez 60 min	TAK 1,6U ₀ przez 60 min

U₀ – znamionowe napięcie fazowe sieci

*) według norm międzynarodowych stosowanie do próby napięcia DC może być szkodliwe zarówno dla izolacji XLPE kabli WN jak i osprzętu kablowego, przy czym szczególnie

zagrożona jest izolacja wytłaczana kabli już eksploatowanych. Zaleca się, aby zgodnie z międzynarodową normą IEC 60840 i IEC 62067, w przypadku linii WN z izolacją XLPE napięcie próby było sinusoidalne o częstotliwości w zakresie 20 – 300 Hz.

W przypadku wykonania próby napięciem DC ze względu na zagrożenie uszkodzenia linii kablowej spowodowane obecnością ładunków przestrzennych pozostałych po próbach DC, kable bezpośrednio po próbie napięciowej muszą zostać rozładowane i skutecznie uziemione. Rozładowanie to powinno nastąpić z zastosowaniem rezystora rozładowczego.

Po rozładowaniu kabla żyły robocze i żyły powrotne poszczególnych faz powinny być zwarte i trwale uziemione do czasu podłączenia linii do sieci, ale nie krócej niż 3 godziny.

4) Próba napięciowa powłoki zewnętrznej kabli z tworzyw sztucznych.

Należy wykonać napięciem stałym (DC) o wartości 10 kV w czasie 1 minuty od momentu ustabilizowania się napięcia. Nie normalizuje się i nie wykonuje pomiaru prądu upływu. Podczas trwania próby nie może wystąpić zwarcie pomiędzy żyłą powrotną, a ziemią. W przypadku wykrycia uszkodzenia powłoki uszkodzenie powinno zostać naprawione lub wymieniony odcinek wadliwego kabla. Po wykonaniu naprawy należy powtórzyć badania powłoki zewnętrznej.

5) Pomiar pojemności kabla

Należy wykonać mostkiem do pomiaru pojemności. Dopuszcza się wartość nie mniejszą niż 92% wartości podanej przez producenta kabla.

6) Pomiar $\text{tg}\delta$ linii kablowej

Pomiar $\text{tg}\delta$ należy wykonać po ułożeniu wszystkich odcinków kabla i zakończeniu montażu elementów osprzętu (mufy i głowice). Wynik $\text{tg}\delta$ przedstawia ogólną ocenę całej relacji linii kablowej mówiącą o stopniu zawilgocenia i stanie zaawansowania procesu starzeniowego izolacji.

7) Pomiar wyładowań niepełnych na długości linii kablowej.

Pomiar poziomych wyładowań niepełnych należy wykonać po ułożeniu wszystkich odcinków kabla i zakończeniu montażu elementów osprzętu (mufy i głowice). Pomiar poziomy i miejsc występowania wyładowań niepełnych umożliwia wskazanie miejsc o osłabionych parametrach izolacji w relacji linii kablowej WN.

8) Próba rozruchowa

W celu sprawdzenie poprawności układu izolacyjnego kabla i możliwości podania napięcia przed przystąpieniem do próby rozruchowej należy wykonać próbę napięciową napięciem DC o wartości $3U_0$ w czasie nie dłuższym niż 1 min.

Próbie rozruchową należy wykonać napięciem znamionowym (sieciovym) z zastosowaniem pomiaru wyładowań niepełnych. W trakcie próby rozruchowej pomiar wyładowań niepełnych należy wykonać co najmniej dwukrotnie - pierwszy pomiar wykonać niezwłocznie po załączeniu napięcia sieciowego, a ostatni przed zakończeniem próby rozruchowej. Czas trwania próby rozruchowej nie może być krótszy niż 24 h.

Ze względu na zagrożenie uszkodzenia linii kablowej spowodowane obecnością ładunków przestrzennych pozostałych po próbach DC, kable bezpośrednio po próbie napięciowej muszą zostać rozładowane i skutecznie uziemione. Rozładowanie to powinno nastąpić

z zastosowaniem rezystora rozładowczego.

Po rozładowaniu kabla żyły robocze i żyły powrotne poszczególnych faz powinny być zwarte i trwale uziemione do czasu podłączenia linii do sieci, ale nie krócej niż 3 godziny.

3.5. Zapisywanie danych oraz archiwizacja dokumentów.

Dokonane oceny wyników badań wraz z badaniami należy zarchiwizować oraz wyniki zapisać w dedykowanym systemie IT dotyczącym oceny stanu sieci. Do czasu uruchomienia dedykowanego systemu IT dokumentację z przeprowadzonych badań należy archiwizować razem z pozostałymi dokumentami dotyczącymi linii kablowej.

4. SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik Nr 1	Wzór oświadczenia zapoznania się z instrukcją.
Załącznik Nr 2	Historia wprowadzonych zmian.

5. AKTY PRAWNE I DOKUMENTY ZWIĄZANE

- 1) Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Dz. U. z 2019 roku, poz. 1830 z póź. zm.).
- 2) Wytyczne dokonywania oględzin, przeglądów, oceny stanu technicznego oraz konserwacji i remontów urządzeń, instalacji oraz sieci dystrybucyjnych eksploatowanych przez ENERGA-OPERATOR SA
- 3) PN-HD 620 S2:2010E, Kable elektroenergetyczne o izolacji wytłaczanej na napięcia znamionowe od 3,6/6 (7,2) kV do 20,8/36 (42) kV włącznie.
- 4) PN-HD 632 S2:2009E, Kable energetyczne o izolacji wytłaczanej i ich osprzęt na napięcie znamionowe powyżej 36 kV ($U_m = 42$ kV) do 150 kV ($U_m = 170$ kV).
- 5) PN-EN 60270, Wysokonapięciowa technika probiercza. Pomiar wyładowań niepełnych, 2003.

6. ODPOWIEDZIALNOŚĆ

Opracował: Zespół Zadaniowy ds. weryfikacji i aktualizacji instrukcji eksploatacji i instrukcji wykonywania prac

Zatwierdził: Roman Michał, Dyrektor Pionu Zarządzania Majątkiem Sieciowym

Zaopiniował: Agnieszka Mirońska
Magdalena Januszewska
(Biuro Ładu Organizacyjnego)

Oświadczam, że zapoznałem się z treścią **Instrukcji wykonywania badań linii kablowych SN i WN** i znane mi są jej postanowienia, które zobowiązuje się przestrzegać.

Lp.	Imię i nazwisko	Funkcja Organizacyjna	Data	Podpis

Nr wersji	Opis wprowadzonej zmiany
01	Wprowadzenie instrukcji
02	W zakresie podmiotowym: ENERGA-OPERATOR SA usunięto punkt 3) Biuro Majątku Sieciowego.
03	Dokonanie zmian w następującym zakresie: korekta zakresu podmiotowego; uaktualnienie regulacji zewnętrznych w oparciu o zmienioną treść ustaw oraz rozporządzeń; uaktualnienie regulacji wewnętrznych procesowych. Dodatkowo zmieniono zakres badań dla linii SN oraz wprowadzono badania dla linii WN. Uszczegółowiono sposób wykonywania badań, wyodrębniono badania podstawowe oraz diagnostyczne dla linii SN oraz wprowadzono badania dla linii WN.
04	Dokonanie zmian w następującym zakresie: uzupełnienie definicji o wykonawcę zewnętrznego; uszczegółowienie wymaganego momentu wykonywania badań diagnostycznych dla kabli nowobudowanych lub przebudowywanych; określenie przypadku, w którym można odstąpić od wykonywania próby napięciowej oraz badań diagnostycznych; zmiana kryteriów kwalifikacji linii kablowych SN do badań diagnostycznych w zależności od rodzaju izolacji kabla; usunięcie zapisów umożliwiających wyznaczenie dłuższego terminu pomiędzy kolejnymi badaniami diagnostycznymi przez wykonującego pomiar; zmiana kolejności punktów badań podstawowych.
05	Zaktualizowano i ujednolicono nazewnictwo, akty prawne i dokumenty związane oraz zapisy pod kątem włączenia obszaru wykonawstwa w struktury EOP.
06	Zaktualizowano zapisy oraz ujednolicono nazewnictwo zgodnie z nową IOBP.