
Pomiary i diagnostyka linii kablowych wysokiego i średniego napięcia

Standard w sieci dystrybucyjnej
Enea Operator Sp. z o.o.



Uchwałą nr 370/2022 Zarządu ENEA Operator Sp. z o.o.
zatwierdzono do stosowania
z dniem 01.01.2023 r.

Opracowanie zastępuje wersję nr 09.2020 zatwierdzoną
Uchwałą nr 341/2020 Zarządu ENEA Operator Sp. z o.o.

*Rada Techniczna ENEA Operator sp. z o.o.
Przewodniczący*

Łukasz Piasek

Wersja 11.2022

Wszelkie prawa do dokumentu przysługują ENEA Operator Sp. z o.o. i podlegają ochronie prawnej przewidzianej przepisami prawa, w szczególności przepisami ustawy z dnia 04 lutego 1994 o prawie autorskim i prawach pokrewnych.

Użytkownik obowiązany jest do poszanowania praw autorskich pod rygorem odpowiedzialności cywilnoprawnej oraz karnej wynikającej z przepisów prawa polskiego.

Spis treści:

1. WPROWADZENIE	3
2. ZAKRES OPRACOWANIA	3
3. PRZEPISY I NORMY	4
4. DEFINICJE I SKRÓTY	4

1. WPROWADZENIE

Niniejszy standard dotyczy pomiarów i diagnostyki elektroenergetycznych linii kablowych wysokiego (WN) i średniego (SN) napięcia przyjęty do stosowania w ENEA Operator Sp. z o.o.

Celem wprowadzenia standardu jest ujednoczenie systemu badań diagnostycznych linii kablowych WN – 110 kV i SN oraz klasyfikacji wyników badań w sposób umożliwiający przeprowadzenie analiz i wyciągnięcie wniosków zmierzających do poprawy eksploatacji i jakości wykonywanych prac w liniach kablowych.

Ponadto celem stosowania standardu jest zapewnienie prawidłowego trybu postępowania podczas przeprowadzania badań odbiorczych i eksploatacyjnych polegających na diagnostyce stanu technicznego kabli elektroenergetycznych WN -110 kV i SN w ENEA Operator Sp. z o.o. oraz określenie parametrów i kryteriów dla oceny technicznej kabli (wprowadzenie warunków odbioru nowych relacji kablowych w celu zapewnienia odpowiedniej jakości wykonywania robót przez firmy zewnętrzne), z wykorzystaniem pomiarów diagnostycznych.

2. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie zostało podzielone na dwa Zeszyty tematyczne:

Zeszyt nr 1. *Pomiary i diagnostyka linii kablowych średniego oraz wysokiego napięcia będących własnością ENEA Operator.*

Określa wymagania dla badań odbiorczych linii kablowych WN – 110 kV i SN, dla linii nowo budowanych i przebudowywanych oraz badań eksploatacyjnych dla linii kablowych WN – 110 kV i SN będących w eksploatacji.

Zeszyt nr 2. *Zestawienia tabelaryczne dopuszczalnych parametrów i kryteriów przyjmowanych przy ocenie stanu technicznego linii kablowych wysokiego oraz średniego napięcia*

Zeszyt zawiera w formie tabel dopuszczalne parametry i kryteria przyjmowane do oceny stanu technicznego linii kablowych w czasie pomiaru i prób eksploatacyjnych jak i odbiorczych. Określa również zakres pomiarów, badań diagnostycznych odbiorczych, a w przypadku eksploatacyjnych także czasookres.

Niniejsze opracowanie nie dotyczy prac związanych z usuwaniem awarii linii kablowych wysokiego i średniego napięcia. Decyzję o podjęciu czynności wykonywanych w celu kontroli stanu technicznego dla linii kablowych po usunięciu awarii w oparciu o wytyczne zawarte w niniejszym opracowaniu podejmuje przedstawiciel ENEA Operator Sp. z o.o.

3. PRZEPISY I NORMY

Dokument uwzględnia, w szczególności następujące podstawowe materiały normatywne i regulacje:

- [1] Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych w Enea Operator Sp. z o.o.
- [2] Ramowa instrukcja eksploatacji elektroenergetycznych linii kablowych, Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPiREE), 2011
- [3] PN-HD 620 S2 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 621 S1 Kable elektroenergetyczne średniego napięcia o izolacji papierowej przesyconej
- [5] PN-HD 632 S3 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)
- [6] PN-EN 60270 Wysokonapięciowa technika probiercza. Pomiar wyładowań niezupełnych
- [7] IEC 60840 Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – test methods and requirements

Korzystając z niniejszego Standardu należy każdorazowo sprawdzić aktualność przepisów i norm oraz uwzględnić postanowienia zawarte w najnowszych wydaniach. W przypadku przywołanych powyżej norm zawierających datę, należy każdorazowo uwzględniać postanowienia w nich zawarte. Jeżeli w jakimkolwiek punkcie wymagania niniejszego Standardu są ostrzejsze, aniżeli wymagania zawarte w najnowszych wydaniach przytoczonych powyżej przepisów i norm lub w ich zastąpieniach, to należy stosować się do wymagań określonych w Standardzie.

4. DEFINICJE I SKRÓTY

- AC** – napięcie przemiennie,
DC – napięcie stałe,
PILC – kable o izolacji papierowej przesyconej syciwem lub olejem, w powłoce ołowianej,
SN – średnie napięcie,
tgδ – współczynnik strat dielektrycznych (kął stratności dielektrycznej),
U – wartość skuteczna napięcia przemiennego o częstotliwości 50 Hz pomiędzy dowolnymi dwoma żyłami roboczymi w kablu (przewodzie) wielożyłowym lub w systemie kabli (przewodów) jednożyłowych,
U_e – napięcie gaśnięcia wyładowań niezupełnych (ang. *Partial Discharges Extinction Voltage*, PDEV),
U_i – napięcie inicjacji wyładowań niezupełnych (ang. *Partial Discharges Inception Voltage*, PDIV),
U_m – największa wartość skuteczna napięcia najwyższego napięcia systemu, przy którym urządzenie może być eksploatowane,
U₀ – wartość skuteczna napięcia przemiennego o częstotliwości 50 Hz pomiędzy dowolną żyłą roboczą a ekranem lub powłoką metalową, dla którego kable zostały zaprojektowane,
WNZ – wyładowania niezupełne (ang. *Partial Discharges*, PD),
WN – wysokie napięcie,
VLF – napięcie przemiennie o bardzo niskiej częstotliwości (ang. *Very Low Frequency*).

Pomiary i diagnostyka linii kablowych średniego oraz wysokiego napięcia będących własnością ENEA Operator

Zeszyt nr 1.



Spis treści:

1.	WPROWADZENIE	3
2.	POMIARY I DIAGNOSTYKA LINII KABLOWYCH SN	3
2.1.	Przygotowanie miejsca pracy oraz linii kablowej SN do badania	3
2.2.	Próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowych SN	3
2.2.1.	Sprawdzenie wykonania montażu	4
2.2.2.	Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych	4
2.2.3.	Pomiar rezystancji izolacji	4
2.2.4.	Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych	4
2.2.5.	Próba napięciowa izolacji żyły roboczej	5
2.2.6.	Pomiar wyładowań niepełnych WNZ	5
2.3.	Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych SN	5
2.3.1.	Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych	6
2.3.2.	Pomiar rezystancji izolacji	6
2.3.3.	Sprawdzenie szczelności powłok	6
2.3.4.	Próba napięciowa izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych tgδ	6
2.3.5.	Pomiar wyładowań niepełnych WNZ	6
3.	POMIARY I DIAGNOSTYKA LINII KABLOWYCH WN	7
3.1.	Przygotowanie miejsca pracy oraz linii kablowej WN do badania	7
3.2.	Próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowych WN	7
3.2.1.	Sprawdzenie wykonania montażu	7
3.2.2.	Pomiar rezystancji uziemienia skrzynek cross-bondingowych	7
3.2.3.	Pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych	8
3.2.4.	Pomiar pojemności kabla	8
3.2.5.	Pomiar rezystancji izolacji	8
3.2.6.	Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych	8
3.2.7.	Próba napięciowa izolacji żyły roboczej	8
3.3.	Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN	9
3.3.1.	Pomiar pojemności kabla	9
3.3.2.	Pomiar rezystancji izolacji	9
3.4.	Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN po wyłączeniu trwałym dłuższym niż 30 dni	9
3.4.1.	Pomiar pojemności kabla	9
3.4.2.	Pomiar rezystancji izolacji	9
3.4.3.	Próba napięciowa izolacji żyły roboczej	9

1. WPROWADZENIE

Zeszyt nr 1. Pomiary i diagnostyka linii kablowych średniego oraz wysokiego napięcia będących własnością ENEA Operator.

Dokument określa wymagania w zakresie przeprowadzania pomiarów i badań linii kablowych średniego i wysokiego napięcia (110 kV). Obejmuje swoim zakresem wszystkie linie kablowe SN oraz 110 kV będące własnością ENEA Operator Sp. z o.o. Określa wymagania badań odbiorczych linii kablowych nowo budowanych i przebudowywanych oraz badań eksploatacyjnych linii kablowych będących w eksploatacji.

2. POMIARY I DIAGNOSTYKA LINII KABLOWYCH SN

2.1. Przygotowanie miejsca pracy oraz linii kablowej SN do badania

Przygotowanie miejsca pracy musi być zgodne z obowiązującymi w ENEA Operator Sp. z o.o. przepisami wewnętrznymi.

Zabiegi diagnostyczne realizować zgodnie z wymaganiami dokumentacji techniczno-ruchowej stosowanej aparatury.

W przypadku złych warunków atmosferycznych (opady deszczu, śniegu) należy zabezpieczyć miejsce wykonywania pomiarów przed bezpośrednim ich oddziaływaniem w miejscu przyłączenia aparatury pomiarowej. W przypadku braku możliwości zabezpieczenia miejsca wykonywania pomiarów prace należy wykonać w innym terminie.

2.2. Próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowych SN

Jako próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowej SN rozumie się czynności wykonywane dla nowo ułożonej relacji kablowej lub nowo ułożonej części relacji kablowej.

Dopuszczalne parametry i kryteria oceny pomiarów i badań, jak i ich zakres - Zeszyt nr 2, tabela nr 1.

Zakres czynności wykonywanych przy próbach nowo ułożonej relacji kablowej SN:

- sprawdzenie wykonania montażu,
- sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych,
- pomiar rezystancji izolacji,
- sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych,
- próba napięciowa izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\tan\delta$,
- pomiar wyładowań niezupełnych WNZ.

Zakres czynności wykonywanych przy próbach nowo ułożonej części relacji kablowej SN przed połączeniem z istniejącą linią kablową:

- sprawdzenie wykonania montażu,

- sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych,
- pomiar rezystancji izolacji,
- sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych,
- próba napięciowa izolacji żyły roboczej,

Po połączeniu nowo ułożonej części relacji z istniejącą częścią relacji linii kablowej należy wykonać eksploatacyjne próby diagnostyczne linii kablowej SN zgodnie z punktem 2.3.

2.2.1. Sprawdzenie wykonania montażu

Ułożenie kabli w ziemi, oznaczenie trasy kabli, montaż głowic, muf konstrukcji wsporczych oraz sposób wykonania uziemienia powinny być zgodne z dokumentacją projektową, obowiązującymi przepisami, zaleceniami wytwórcy oraz instrukcjami montażowymi.

Ułożenie kabla w ziemi, sposób wykonania uziemienia i innych robót ulegających zakryciu powinno być udokumentowane protokołem odbioru robót kablowych.

UWAGA: Czynności sprawdzenia wykonania montażu dokonują osoby nadzorujące prowadzenie prac inwestycyjnych.

2.2.2. Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych

Sprawdzenie ciągłości żył roboczych należy przeprowadzić używając do pomiaru źródła prądu stałego o napięciu nie wyższym niż 24 V.

2.2.3. Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar należy wykonać dla każdej żyły roboczej kabla względem pozostałych żył zwartych i uziemionych, miernikiem rezystancji izolacji o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV.

Dla kabli SN o długości powyżej 1 km zmierzona wartość rezystancji w stanie ustalonym przeliczona na 1 km długości linii wg wzoru nr 1 nie powinna być mniejsza od podanej w Zeszycie nr 2., tabela nr 1:

$$R_{lkm} = R_{zm} \cdot l \quad (1)$$

gdzie:

l – oznacza długość kabla w km.

2.2.4. Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych

Próbę napięciową powłok zewnętrznych kabli SN należy wykonywać napięciem stałym o wartości 5 kV w czasie 1 minuty od momentu ustabilizowania się wartości napięcia. Prądy w poszczególnych fazach powinny być porównywalne (nie normalizuje się wartości prądu upływu).

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą powrotną i ziemią.

2.2.5. Próba napięciowa izolacji żyły roboczej

Dla nowo ułożonej relacji kablowej próbę napięciową izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ należy dokonywać przy użyciu napięcia AC VLF $\sin 0,1 \text{ Hz}$ (napięcie sinusoidalne o częstotliwości $0,1 \text{ Hz}$). Próby należy wykonać dla trzech sekwencji pomiarowych: U_0 , $2U_0$, $3U_0$ dla każdej z faz.

UWAGA: Czas trwania próby dla wartości $3U_0$ - 30 minut.

Nie należy wykonywać próby napięciowej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ dla linii kablowych których pojemność każdej z faz jest mniejsza niż 12nF . W takim przypadku należy wykonać próbę napięciową przy użyciu napięcia AC VLF $\sin 0,1 \text{ Hz}$ o wartości $3U_0$ i czasie trwania 30 min.

Graniczne długości linii kablowych (przeliczone z pojemności podanych przez producenta): $\geq 70 \text{ m}$.

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną.

Dla nowo ułożonej części relacji kablowej próbę napięciową izolacji żyły roboczej należy dokonywać przy użyciu napięcia AC VLF $\sin 0,1 \text{ Hz}$ (napięcie sinusoidalne o częstotliwości $0,1 \text{ Hz}$) lub AC VLF CP $0,1 \text{ Hz}$ (napięcie cosinusoidalno – prostokątne o częstotliwości $0,1\text{Hz}$). Próbę należy wykonać przykładając napięcie probiercze o wartości $3U_0$ przez 30 minut.

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną.

2.2.6. Pomiar wyładowań niepełnych WNZ

Pomiar poziomu i koncentracji wyładowań niepełnych w linii kablowej SN wykonuje się dla każdej z faz. Pomiar należy wykonać przy użyciu napięcia AC VLF $\sin 0,1 \text{ Hz}$ (napięcie sinusoidalne o częstotliwości $0,1 \text{ Hz}$).

Pomiary WNZ wykonać w zakresie napięć do wartości $3U_0$.

2.3. Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych SN

Jako próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych SN rozumie się czynności wykonywane w celu kontroli stanu technicznego dla linii kablowych będących w eksploatacji nie rzadziej niż 1 raz na 30 lat lub po usunięciu awarii.

Dopuszczalne parametry i kryteria oceny pomiarów i badań, jak zakres i ich czasookres - Zeszyt nr 2, tabela nr 2.

Zakres czynności wykonywanych przy próbach eksploatacyjnych linii kablowej SN:

- sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych,
- pomiar rezystancji izolacji,
- sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych (za wyjątkiem odcinków kablowych połączonych z kablem PILC),

- próba napięciowa izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$,
- pomiar wyładowań niezupełnych WNZ.

2.3.1. Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i żył powrotnych

Wykonać zgodnie z pkt. 2.2.2.

2.3.2. Pomiar rezystancji izolacji

Wykonać zgodnie z pkt. 2.2.3.

2.3.3. Sprawdzenie szczelności powłok

Wykonać zgodnie z pkt. 2.2.4.

2.3.4. Próba napięciowa izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$

Próbie napięciową izolacji żyły roboczej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ należy dokonywać przy użyciu napięcia AC VLF sin 0,1 Hz (napięcie sinusoidalne o częstotliwości 0,1 Hz). Próby należy wykonać dla trzech sekwencji pomiarowych: U_0 , $1,5U_0$, $2U_0$ dla każdej z faz. Czas trwania próby dla wartości $2U_0$ - 30 minut.

UWAGA:

Nie należy wykonywać próby napięciowej z pomiarem współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ dla linii kablowych których pojemność każdej z faz jest mniejsza niż 12nF. W takim przypadku należy wykonać próbę napięciową przy użyciu napięcia AC VLF sin 0,1 Hz (napięcie sinusoidalne o częstotliwości 0,1 Hz) lub AC VLF CP 0,1 Hz (napięcie cosinusoidalno – prostokątne o częstotliwości 0,1Hz), o wartości $2U_0$ i czasie trwania 30 min.

Graniczne długości linii kablowych (przeliczone z pojemności podanych przez producenta): ≥ 70 m.

Próbie napięciową izolacji żyły roboczej po usunięciu uszkodzenia linii kablowej można wykonać przy użyciu napięcia AC VLF sin 0,1 Hz (napięcie sinusoidalne o częstotliwości 0,1 Hz) lub AC VLF CP 0,1 Hz (napięcie cosinusoidalno – prostokątne o częstotliwości 0,1Hz), o wartości $2U_0$ i czasie trwania 30 min.

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną.

2.3.5. Pomiar wyładowań niezupełnych WNZ

Pomiar poziomu i koncentracji wyładowań niezupełnych w liniach kablowych SN wykonuje się dla każdej z faz. Pomiar należy wykonać przy użyciu napięcia AC VLF sin 0,1 Hz (napięcie sinusoidalne o częstotliwości 0,1 Hz).

Pomiary WNZ wykonać w zakresie napięć do wartości $2U_0$.

3. POMIARY I DIAGNOSTYKA LINII KABLOWYCH WN

3.1. Przygotowanie miejsca pracy oraz linii kablowej WN do badania

Przed pomiarem powierzchnie zewnętrzne głowic powinny być oczyszczone. Czyszczenie głowic powinno być wykonane z zastosowaniem technik wskazanych przez producenta. W przypadku złych warunków atmosferycznych (opady deszczu, śniegu) należy zabezpieczyć miejsce wykonywania pomiarów przed bezpośrednim ich oddziaływaniem w miejscu przyłączenia aparatury pomiarowej. W przypadku braku możliwości zabezpieczenia miejsca wykonywania pomiarów prace należy wykonać w innym terminie.

3.2. Próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowych WN

Jako próby diagnostyczne odbiorcze linii kablowych WN rozumie się czynności wykonywane dla nowo ułożonej relacji kablowej lub nowo ułożonej części relacji kablowej, lub po wykonaniu naprawy linii kablowej będącej w eksploatacji.

Dopuszczalne parametry i kryteria oceny pomiarów i badań, jak i ich zakres - Zeszyt nr 2, tabela nr 3.

Kolejność wykonywania czynności przy próbach odbiorczych linii kablowych WN:

- sprawdzenie wykonania montażu,
- pomiar rezystancji uziomów skrzynek cross-bondingowych,
- pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych ,
- pomiar pojemności kabla,
- pomiar rezystancji izolacji,
- sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych,
- próba napięciowa izolacji żyły roboczej z pomiarem wyładowań niezupełnych oraz pomiarem współczynnika strat dielektrycznych tg delta.

3.2.1. Sprawdzenie wykonania montażu

Ułożenie kabli w ziemi, oznaczenie trasy kabli, montaż głowic, muf konstrukcji wsporczych oraz sposób wykonania uziemienia powinny być zgodne z dokumentacją projektową, obowiązującymi przepisami, zaleceniami wytwórcy oraz instrukcjami montażowymi.

Ułożenie kabla w ziemi, sposób wykonania uziemienia i innych robót ulegających zakryciu powinno być udokumentowane protokołem odbioru robót kablowych.

UWAGA: Czynności sprawdzenia wykonania montażu dokonują osoby nadzorujące prowadzenie prac inwestycyjnych.

3.2.2. Pomiar rezystancji uziemienia skrzynek cross-bondingowych

Pomiar rezystancji uziemienia należy wykonać dla każdej skrzynki cross-bondingowej zainstalowanej w linii kablowej 110 kV.

3.2.3. Pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych

Celem pomiaru jest sprawdzenie poprawności wykonania połączeń żył. 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 napięciu 110 kV wykonuje się metodą techniczną prądem stałym 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.

3.2.4. Pomiar pojemności kabla

Pomiar pojemności kabli na napięciu 110 kV należy wykonać mostkiem do pomiaru pojemności, przy użyciu przyrządów o klasie dokładności 5. Dopuszcza się wartość nie mniejszą niż 92% wartości podanej przez producenta kabla.

3.2.5. Pomiar rezystancji izolacji

Pomiar należy wykonać dla każdej żyły roboczej kabla względem pozostałych żył zwartych i uziemionych, miernikiem rezystancji izolacji o napięciu nie mniejszym niż 2,5 kV.

Dla kabli WN o długości powyżej 1 km zmierzona wartość rezystancji w stanie ustalonym przeliczona na 1 km długości linii wg wzoru nr 2 nie powinna być mniejsza od podanej w Zeszycie nr 2, tabela nr 3:

$$R_{lkm} = R_{zm} \cdot l \quad (2)$$

gdzie:

l – oznacza długość kabla w km.

3.2.6. Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych

Próbie napięciową powłok zewnętrznych kabli WN należy wykonywać napięciem stałym o wartości 10 kV w czasie 1 minut od momentu ustabilizowania się wartości napięcia. Prądy w poszczególnych fazach powinny być porównywalne (nie normalizuje się wartości prądu upływu).

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą powrotną i ziemią.

3.2.7. Próba napięciowa izolacji żyły roboczej

Próbie napięciową izolacji żyły roboczej kabla WN należy dokonać za pomocą napięcia sinusoidalnego o zmiennej częstotliwości (metoda rezonansu podtrzymanego RTS). Próbę należy wykonać przykładając napięcie probiercze $2,0U_0$ przez 60 minut. Podczas próby należy rejestrować pomiar poziomu i koncentracji wyładowań niezupełnych oraz pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\tan \delta$. Należy zarejestrować oba pomiary dla minimum trzech kroków pomiarowych: U_0 , $1,5U_0$, $2,0U_0$. W uzasadnionych przypadkach (brak technicznych możliwości wykonania próby

metodą rezonansową RTS) próbę napięciową należy wykonać poprzez załączenie linii kablowej z sieci 110 kV. Czas trwania próby wynosi 24 godziny (rozruch próbny). Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną

3.3. Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN

Jako próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN rozumie się czynności wykonywane w celu kontroli stanu technicznego dla linii kablowych będących w eksploatacji wykonywane nie rzadziej niż 1 raz na 5 lat.

Dopuszczalne parametry i kryteria oceny pomiarów i badań, jak i ich zakres - Zeszyt nr 2, tabela nr 4.

3.3.1. Pomiar pojemności kabla

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.4.

3.3.2. Pomiar rezystancji izolacji

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.5.

3.3.3. Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.6.

3.4. Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN po wyłączeniu trwałym dłuższym niż 30 dni

Jako próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN rozumie się czynności wykonywane w celu kontroli stanu technicznego dla linii kablowych będących w eksploatacji po wyłączeniu planowym.

Dopuszczalne parametry i kryteria oceny pomiarów i badań, jak i ich zakres - Zeszyt nr 3., tabela nr 5.

3.4.1. Pomiar pojemności kabla

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.4.

3.4.2. Pomiar rezystancji izolacji

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.5.

3.4.3. Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych

Wykonać zgodnie z pkt. 3.2.6.

3.4.4. Próba napięciowa izolacji żyły roboczej

Próbie napięciowej izolacji żyły roboczej kabla WN należy wykonać załączając linię kablową pod napięcie z sieci 110kV, czas trwania próby co najmniej 24 godziny (rozruch próbny).

Podczas trwania próby nie może wystąpić przebicie pomiędzy żyłą roboczą i uziemioną żyłą powrotną.

**Zestawienia tabelaryczne
parametrów i kryteriów
przyjmowanych przy ocenie
stanu technicznego linii
kablowych wysokiego oraz
średniego napięcia**

Zeszyt nr 2.



Spis treści:

1. WPROWADZENIE	3
2. DEFINICJE I SKRÓTY	3
3. TABELA NR 1. LINIE KABLOWE SN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE ODBIORCZE	4
4. TABELA NR 2. LINIE KABLOWE SN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE EKSPLOATACYJNE	5
5. TABELA NR 3. LINIE KABLOWE WN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE ODBIORCZE	6
6. TABELA NR 4. LINIE KABLOWE WN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE EKSPLOATACYJNE	6
7. TABELA NR 5. LINIE KABLOWE WN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE EKSPLOATACYJNE PO WYŁĄCZENIU TRWAŁYM DŁUŻSZYM NIŻ 30 DNI	6

1. WPROWADZENIE

Zeszyt nr 2. Zastawienie tabelaryczne parametrów i kryteriów przyjmowanych przy ocenie stanu technicznego linii kablowych wysokiego oraz średniego napięcia

Zeszyt zawiera w formie tabel parametry i kryteria przyjmowane do oceny stanu technicznego linii kablowych w czasie pomiaru i prób eksploatacyjnych jak i odbiorczych. Określa również zakres pomiarów, badań diagnostycznych odbiorczych, a w przypadku eksploatacyjnych także czasookres. Przeznaczony jest dla pracowników jednostek organizacyjnych ENEA Operator sp. z o.o.

2. DEFINICJE I SKRÓTY

- $\text{tg}\delta$ – współczynnik strat dielektrycznych (kąąt stratności dielektrycznej),
- U_e – napięcie gaśnięcia (napięcie gaśnięcia wyładowań niezupełnych),
- U_i – napięcie zapłonu (napięcie inicjacji wyładowań niezupełnych),
- U_0 – wartość skuteczna napięcia przemiennego o częstotliwości 50Hz pomiędzy dowolną żyłą roboczą a ekranem lub powłoką metalową, dla którego kable zostały zaprojektowane,
- WNZ – wyładowania niezupełne.
- 1 – kabel uszkodzony, wymaga natychmiastowej naprawy,
- 2 – kabel sprawny, krytyczny stan izolacji lub uszkodzona powłoka zewnętrzna
- 3 – kabel sprawny, obniżony stan izolacji,
- 4 – kabel sprawny, dobry stan izolacji,
- 5 – kabel sprawny, bardzo dobry stan izolacji.

3. TABELA NR 1. LINIE KABLOWE SN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE ODBIORCZE

Lp.	Rodzaj linii kablowej	Rodzaj badań	Wynik pomiaru / próby	Ocena wyników badań		
1	Linie kablowe o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar rezystancji izolacji	$R_{1km} \geq 100 \text{ M}\Omega$	5		
			$R_{1km} < 100 \text{ M}\Omega$	1		
		Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych	Ciągłość zachowana	5		
			Brak ciągłości	1		
		Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych	Brak przebicia podczas próby	5		
			Przebiecie podczas próby	1		
		Próba napięciowa izolacji żyły roboczej [$3U_0$]	Brak przebicia podczas próby	5		
			Przebiecie podczas próby	1		
2	Linie kablowe z izolacją polietylenową o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$	$\text{tg}\delta (2U_0) \leq 1,2 \times 10^{-3}$ i $\text{tg}\delta (2U_0) - \text{tg}\delta(U_0) \leq 0,6 \times 10^{-3}$	5		
			$1,2 \times 10^{-3} < \text{tg}\delta (2xU_0) \leq 2,2 \times 10^{-3}$ i $\text{tg}\delta (2U_0) - \text{tg}\delta(U_0) \leq 1 \times 10^{-3}$	4		
			$\text{tg}\delta (2U_0) > 2,2 \times 10^{-3}$ lub $\text{tg}\delta (2U_0) - \text{tg}\delta(U_0) > 1 \times 10^{-3}$	1		
		Pomiar wyładowań niepełnych WNZ	$U_i > 1,3 U_0$ i $U_e > 1,1U_0$ i $\text{WNZ} (2U_0) \leq 50 \text{ pC}$ dla kabla i $\text{WNZ} (2U_0) \leq 100 \text{ pC}$ dla osprzętu	5		
			$U_i > U_0$ i $U_e > U_0$ lub $\text{WNZ} (2U_0) \in (50;100)> \text{pC}$ dla kabla lub $\text{WNZ} (2U_0) \in (100;200)> \text{pC}$ dla osprzętu	4		
			$U_i \leq U_0$ lub $\text{WNZ} (2U_0) > 100 \text{ pC}$ dla kabla lub $\text{WNZ} (2U_0) > 200 \text{ pC}$ dla osprzętu	1		
		3	Linie kablowe z izolacją papierową przesyconą lub PCV o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$	$\text{tg}\delta (2U_0) < 50 \times 10^{-3}$ i $\text{tg}\delta (2U_0) - \text{tg}\delta(U_0) < 10 \times 10^{-3}$	5
					$50 \times 10^{-3} < \text{tg}\delta (2xU_0) < 60 \times 10^{-3}$	4
$\text{tg}\delta (2U_0) > 60 \times 10^{-3}$ lub $\text{tg}\delta (2U_0) - \text{tg}\delta(U_0) > 20 \times 10^{-3}$	1					
Pomiar wyładowań niepełnych WNZ	$U_i > 1,3 U_0$ i $U_e > 1,1U_0$ i $\text{WNZ} (2U_0) \leq 100 \text{ pC}$ dla kabla i $\text{WNZ} (2U_0) \leq 200 \text{ pC}$ dla osprzętu			5		
	$U_i > U_0$ i $U_e > U_0$ lub $\text{WNZ} (2U_0) \in (100;200)> \text{pC}$ dla kabla lub $\text{WNZ} (2U_0) \in (200;500)> \text{pC}$ dla osprzętu			4		
	$\text{WNZ} (2U_0) > 200 \text{ pC}$ dla kabla lub $\text{WNZ} (2U_0) > 500 \text{ pC}$ dla osprzętu			1		

4. TABELA NR 2. LINIE KABLOWE SN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE EKSPLOATACYJNE

Czasookres: nie rzadziej niż 1 raz na 30 lat lub po usunięciu awarii

Lp.	Rodzaj linii kablowej	Rodzaj pomiarów i prób eksploatacyjnych	Wynik pomiaru / próby	Ocena wyników badań	
1	Linie kablowe o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar rezystancji izolacji	$R_{1km} \geq 100 \text{ M}\Omega$	5	
			$R_{1km} < 100 \text{ M}\Omega$	2	
		Sprawdzenie ciągłości żył roboczych i powrotnych	Ciągłość zachowana	5	
			Brak ciągłości	1	
		Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych	Brak przebicia podczas próby	5	
			Przebiecie podczas próby	2	
		Próba napięciowa izolacji żyły roboczej [2U ₀]	Brak przebicia podczas próby	5	
			Przebiecie podczas próby	1	
2	Linie kablowe z izolacją polietylenową o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar współczynnika strat dielektrycznych tgδ	$tg\delta (2U_0) < 1,2 \times 10^{-3}$ i $tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) < 0,6 \times 10^{-3}$	5	
			$1,2 \times 10^{-3} < tg\delta (2U_0) < 2,2 \times 10^{-3}$	4	
			$tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) \leq 1 \times 10^{-3}$	4	
			$2,2 \times 10^{-3} < tg\delta (2U_0) < 3,2 \times 10^{-3}$ lub $tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) > 1 \times 10^{-3}$	3	
			$tg\delta (2U_0) > 3,2 \times 10^{-3}$	2	
		Pomiar wyładowań niepełnych WNZ*	$U_i > 1,3 U_0$ i $U_e > 1,1 U_0$ i $WNZ (2U_0) \leq 50 \text{ pC}$ dla kabla i $WNZ (2U_0) \leq 200 \text{ pC}$ dla osprzętu	5	
			$U_i > U_0$ i $U_e > U_0$ lub $WNZ (2U_0) \in (50;100> \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) \in (200;400> \text{ pC}$ dla osprzętu	4	
			$U_i < U_0$ i $U_e < U_0$ lub $WNZ (2U_0) \in (100;200> \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) \in (200;400> \text{ pC}$ dla osprzętu	3	
			$WNZ (2U_0) > 200 \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) > 400 \text{ pC}$ dla osprzętu	2	
			Pomiar współczynnika strat dielektrycznych tgδ	$tg\delta (2U_0) < 50 \times 10^{-3}$ i $tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) < 10 \times 10^{-3}$	5
				$50 \times 10^{-3} < tg\delta (2U_0) < 60 \times 10^{-3}$	4
				$tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) \leq 20 \times 10^{-3}$	4
$60 \times 10^{-3} < tg\delta (2U_0) < 80 \times 10^{-3}$ lub $tg\delta (2U_0) - tg\delta (U_0) > 20 \times 10^{-3}$	3				
$tg\delta (2U_0) > 80 \times 10^{-3}$	2				
3	Linie kablowe z izolacją papierową przesycaną lub PCV o napięciu znamionowym powyżej 1 kV do 30 kV	Pomiar wyładowań niepełnych WNZ*	$WNZ (2U_0) \leq 500 \text{ pC}$ dla kabla i $WNZ (2U_0) \leq 1000 \text{ pC}$ dla osprzętu	5	
			$WNZ (2U_0) \in (500;1000> \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) \in (1000;2000> \text{ pC}$ dla osprzętu	4	
			$WNZ (2U_0) \in (1000;2000> \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) \in (2000;4000> \text{ pC}$ dla osprzętu	3	
			$WNZ (2U_0) > 2000 \text{ pC}$ dla kabla lub $WNZ (2U_0) > 4000 \text{ pC}$ dla osprzętu	2	
			$WNZ (2U_0) > 2000 \text{ pC}$ dla kabla i $WNZ (2U_0) > 4000 \text{ pC}$ dla osprzętu	2	
		* - wartości kryterium odnoszą się do miejscowej kontentacji WNZ			

5. TABELA NR 3. LINIE KABLOWE WN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE ODBIORCZE

Rodzaj linii kablowej	Rodzaj badań	Wynik pomiaru / próby	Ocena wyników badań
Linie kablowe o napięciu znamionowym 110 kV	Pomiar rezystancji uziemienia skrzynek cross-bondingowych	$R_u \leq 10 \Omega$	Kabel sprawny
		$R_u > 10 \Omega$	Uziemienie do naprawy
	Pomiar rezystancji żył głównych i powrotnych izolacji	Zgodna z danymi wytwórcy	Kabel sprawny
		Brak ciągłości lub niezgodna z danymi wytwórcy	Kabel do naprawy
	Pomiar pojemności kabla	Zgodna z danymi wytwórcy	Kabel sprawny
		Niezgodna z danymi wytwórcy	Kabel do naprawy
	Pomiar rezystancji izolacji	$R_{1km} \geq 1000 M\Omega$	Kabel sprawny
		$R_{1km} < 1000 M\Omega$	Kabel do naprawy
	Sprawdzenie szczelności powłok zewnętrznych	Brak przebicia podczas próby	Kabel sprawny
		Przebiecie podczas próby	Kabel do naprawy
	Próba napięciowa	Brak przebicia podczas próby	Kabel sprawny
		Przebiecie podczas próby	Kabel do naprawy

6. TABELA NR 4. LINIE KABLOWE WN – PRÓBY DIAGNOSTYCZNE EKSPLOATACYJNE

Rodzaj linii kablowej	Rodzaj badań	Wynik pomiaru / próby	Ocena wyników badań
Linie kablowe o napięciu znamionowym 110 kV	Pomiar rezystancji izolacji	$R_{1km} \geq 1000 M\Omega$	Kabel sprawny
		$R_{1km} < 1000 M\Omega$	Kabel do dalszej diagnostyki
	Pomiar pojemności kabla	Zgodna z danymi wytwórcy	Kabel sprawny
		Niezgodna z danymi wytwórcy	Kabel do dalszej diagnostyki

7. TABELA NR 5. LINIE KABLOWE WN – Próby diagnostyczne eksploatacyjne linii kablowych WN po wyłączeniu trwałym dłuższym niż 30 dni

Rodzaj linii kablowej	Rodzaj badań	Wynik pomiaru / próby	Ocena wyników badań
Linie kablowe o napięciu znamionowym 110 kV	Pomiar rezystancji izolacji	$R_{1km} \geq 1000 M\Omega$	Kabel sprawny
		$R_{1km} < 1000 M\Omega$	Kabel do dalszej diagnostyki
	Pomiar pojemności kabla	Zgodna z danymi wytwórcy	Kabel sprawny
		Niezgodna z danymi wytwórcy	Kabel do dalszej diagnostyki
	Próba napięciowa	Brak przebicia podczas próby	Kabel sprawny
		Przebiecie podczas próby	Kabel do naprawy