



**Polskie Sieci  
Elektroenergetyczne**

**STANDARDOWE SPECYFIKACJE TECHNICZNE**

**Numer kodowy**

PSE-TS.OPGW.NN PL/2013v1

**TYTUŁ :**

**PRZEWÓD OPGW i OSPRZĘT OPGW**

**OPRACOWANO:**

**DEPARTAMENT EKSPLOATACJI**

**ZATWIERDZONO**

**DO STOSOWANIA**

**DYREKTOR**

Departamentu Eksploatacji

*Grzegorz Tomasiak*

**Data 30.12.2013.**

**Konstancin-Jeziorna, grudzień 2013**

**Spis treści**

I. 1. Część ogólna	4
I. 2. Zakres wymagań	4
I. 3. Skróty i definicje używane w Specyfikacji	4
I. 4. Normy związane	5
II. 1. Wymagania dla włókien światłowodowych i modułu optycznego	6
II. 2. Wymagania dla konstrukcji przewodów OPGW	11
II. 3. Wymagania mechaniczne i elektryczne dla przewodów OPGW	12
II. 4. Warunki montażu (instalowania) i eksploatacji przewodów OPGW	12
II. 5. Badania przewodu OPGW	13
II. 6. Dokumentacja techniczna przewodu OPGW	19
II. 7. Ogólne wymagania do osprzętu przewodów OPGW	19
II. 8. Wymagania w zakresie konstrukcji osprzętu do przewodów OPGW	19
II. 9. Wymagania mechaniczne i elektryczne osprzętu przewodów OPGW	21
II. 10. Warunki montażu i eksploatacji osprzętu do przewodów OPGW	22
II. 11. Badania osprzętu do przewodu OPGW	22
II. 12. Dokumentacja techniczna osprzętu do przewodów OPGW	23
III. Gwarantowane przez Oferenta dane znamionowe i parametry techniczne przewodu OPGW	26
IV. Gwarantowane przez Oferenta dane znamionowe i parametry techniczne prefabrykowanego osprzętu oplotowego dla przewodów OPGW oraz pozostałych elementów osprzętu	27
V. Gwarantowane przez Oferenta parametry mechaniczne i wymiary włókien oraz parametry transmisyjne dla przewodów OPGW	28



## I. 1. Część ogólna

Niniejsza specyfikacja dotyczy przewodów odgromowych skojarzonych z włóknami światłowodowymi (OPGW) oraz osprzętu instalacyjnego stosowanego do zawieszania tych przewodów w liniach elektroenergetycznych 220 i 400 kV oraz łączenia ich włókien światłowodowych ze sobą lub z włóknami kabli światłowodowych innych rodzajów.

Producenci przewodu OPGW i/lub osprzętu instalacyjnego powinni posiadać certyfikowane systemy zapewnienia jakości produkcji.

## I. 2. Zakres wymagań

W niniejszej Specyfikacji podano zakres wymagań dotyczących konstrukcji i parametrów technicznych przewodów OPGW, ich elementów składowych: drutów, modułów optycznych i włókien światłowodowych oraz osprzętu instalacyjnego, a także istotne wymagania odnośnie badań przedmiotowych elementów.

## I. 3. Skróty i definicje używane w Specyfikacji

AA	Drut ze stopu aluminium ( <i>Aluminum Alloy</i> )
ACS	Drut stalowy aluminiowany ( <i>Aluminum - Clad Steel Wire</i> )
BIF	Włókno światłowodowe (jednomodowe o nieprzesuniętej dyspersji) o obniżonej wrażliwości na zginanie ( <i>Bending Insensitive Fiber</i> )
ITU-T	Międzynarodowa Unia Telekomunikacyjna – Sektor Standaryzacji Technicznej ( <i>International Telecommunication Union – Technical Standardization Sector</i> )
MFD	Średnica pola modowego włókna światłowodowego ( <i>Mode Field Diameter</i> )
MWT	Maksymalny naciąg roboczy: maksymalna siła, którą można obciążyć przewód bez pogorszenia jego wymaganych własności w zakresie wydłużenia (wymagania optyczne, rozciąganie włókien) ( <i>Maximum Working Tension</i> )
MAT	Maksymalny dopuszczalny naciąg: maksymalny naciąg w spodziewanych najgorszych warunkach obciążenia lub pewna określona wartość siły rozciągającej ( <i>Maximum Allowable Tension</i> )
MAOC	Maksymalna dopuszczalna owalizacja jednostki optycznej OPGW ( <i>Maximum Allowable Ovality of Component</i> ) lub całego OPGW, określona wzorem: $MAOC = [(d_1 - d_2)/(d_1 + d_2)]100\%$ w którym $d_1$ i $d_2$ to odpowiednio maksymalna i minimalna średnica mierzona w tym samym miejscu.
Margines wydłużenia	Wartości wydłużenia OPGW i odpowiadającej mu siły rozciągającej przewód, przy których jeszcze nie występuje rozciąganie włókien światłowodowych wewnątrz OPGW ( <i>Strain Margin</i> )
OPGW	Przewód odgromowy dla napowietrznych linii energetycznych zawierający wewnątrz włókna światłowodowe ( <i>Optical Ground Wire</i> )
OTDR	Reflektometr światłowodowy impulsowy ( <i>Optical Time Domain Reflectometer</i> )
PMD	Dyspersja polaryzacyjna włókna światłowodowego ( <i>Polarization Mode Dispersion</i> )
PMD <sub>Q</sub>	PMD linii kablowej określona statystycznie: po połączeniu M odcinków włókna identycznej długości, prawdopodobieństwo przekroczenia wyspecyfikowanej wartości jest nie wyższe od Q. Typowe parametry to M = 20 i Q = 0,01%.

RTS	Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie ( <i>Rated Tensile Strength</i> )
SMF	Włókno światłowodowe jednomodowe o nieprzesuniętej dyspersji ( <i>Single Mode Fiber</i> )
SMFL	Określone minimalne obciążenie niszczące ( <i>Specified Minimum Failure Load</i> )

#### I. 4. Normy związane

ITU-T G.650.1:2010 + Amd1:2012	Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable.
ITU-T G.650.2:2007	Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable
ITU-T G.652:2009 + Amd1:2011	<i>Characteristics of a single-mode optical fibre cable</i>
ITU-T G.657:2012	Characteristic of a bending loss insensitive single-mode optical fibre and cable for the access network
IEC 60304:1982	<i>Standard colours for insulation for low frequency cables and wires</i>
IEEE Std 1138:2009	<i>IEEE Standard for Testing and Performance for Optical Ground Wire (OPGW) for Use on Electric Utility Power Lines</i>
PN-EN 60793-1-1:2012	Kable światłowodowe – Część 1-1: Wymagania wspólne – Postanowienia ogólne
PN-EN 60793-1-20:2003	Włókna światłowodowe – Część 1-20: Metody badań – Wymiary włókien
PN-EN 60793-1-21:2003	Włókna światłowodowe – Część 1-21: Metody badań – Wymiary powłok zewnętrznych
PN-EN 60793-1-32:2011	Światłowody – Część 1-32: Metody pomiarów i procedury badań – Usuwalność pokrycia
PN-EN 60793-1-40:2005	Włókna światłowodowe – Część 1-40: Metody pomiarów i procedury badań – Tłumienność
PN-EN 60793-1-42:2007	Włókna światłowodowe – Część 1-42: Metody badań – Pomiar współczynnika dyspersji chromatycznej
PN-EN 60793-1-44:2011	Światłowody – Część 1-44: Metody pomiarów i procedury badań – Pomiar długości fali odcięcia
PN-EN 60793-1-45:2005 + AC: 2008	Włókna światłowodowe – Część 1-45: Metody pomiarów i procedury badań – Średnica pola modu
PN-EN 60793-1-46:2003	Włókna światłowodowe – Część 1-46: Metody pomiarów i procedury badań – Monitorowanie zmian tłumienności optycznej
PN-EN 60793-1-47:2003	Światłowody – Część 1-47: Metody pomiarów i procedury badań – Straty przy zginaniu na dużym promieniu
PN-EN 60793-1-48:2008	Włókna światłowodowe – Część 1-48: Metody pomiarów i procedury badań – Modowa dyspersja polaryzacyjna
PN-EN 60793-1-51:2003	Włókna światłowodowe – Część 1-51: Metody badań – Badanie odporności na działanie gorącego suchego powietrza
PN-EN 60793-1-52:2003	Włókna światłowodowe – Część 1-52: Metody badań – Badanie odporności na zmiany temperatury
PN-EN 60793-2:2012	Światłowody Część 2: Specyfikacja wyrobu – Postanowienia ogólne
PN-EN 60793-2-50:2009	Światłowody - Część 2-50: Specyfikacja wyrobu - Specyfikacja grupowa dla światłowodów jednomodowych klasy B
PN-EN 60794-1-1:2012	Kable światłowodowe – Część 1-1: Wymagania wspólne –

	Postanowienia ogólne
PN-EN 50182:2002 + AC: 2006	Przewody do linii napowietrznych – Przewody z drutów okrągłych skręconych współosiowo
PN-IEC1089:1994 + A1:2000 + Ap1:1999	Przewody gołe okrągłe o skręcie regularnym do linii napowietrznych
PN-EN 50183:2002	Przewody do linii napowietrznych – Przewody gołe ze stopu aluminium zawierającego magnez i krzem
PN-EN 60889:2002	Przewody aluminiowe ciągnięte na zimno do linii napowietrznych
PN-EN 61232:2002	Druty stalowe aluminiowane do zastosowań elektrycznych
PN-EN 61395:2002	Przewody energetyczne do linii napowietrznych. Metody badań płynięcia przewodów wielodrutowych
PN-EN 61284:2002	Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Wymagania i badania dotyczące osprzętu
PN-EN 61897:2002	Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Wymagania i badania dotyczące tłumików drgań eolskich typu Stockbridge'a
PN-EN 60794-1-2:2004	Kable światłowodowe. Część 1-2: Wymagania wspólne. Podstawowe metody badań
PN-EN 60794-4-10:2007	Kable światłowodowe. Część 4-10: Przewody odgromowe ze światłowodami do napowietrznych linii energetycznych – Wymagania grupowe dla OPGW
PN-EN 60794-4:2004	Kable światłowodowe. Część 4: Specyfikacja grupowa -- Napowietrzne kable światłowodowe układane wzdłuż linii energetycznych
PN-EN 60529:2003	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
PN-EN ISO 1461:2011	Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową – Wymagania i metody badań

W przypadku nowelizacji dowolnej z powyższych norm, obowiązują wymagania zawarte w aktualnym jej wydaniu.

## II. 1. Wymagania dla włókien światłowodowych i modułu optycznego

### II.1.1. Wymagania dla włókien światłowodowych

#### II. 1.1.1 Wymagania ogólne

Wymaga się stosowania w przewodach odgromowych OPGW jednomodowych włókien światłowodowych o nieprzesuniętej dyspersji, wykonanych ze szkła krzemionkowego (SiO<sub>2</sub>). Parametry włókien muszą być zgodne z zaleceniami ITU-T G.652.D, G.657.A1 lub G.657.A2, oraz normami PN-EN 60793-2-50, PN-EN 60793-1-40 i PN-EN 60794-4-10.

Definicje i metody pomiaru parametrów włókien światłowodowych określono w zaleceniach ITU-T G.650.1, G.650.2 i G.650.3. Tłumienność włókien światłowodowych powinna być mierzona zgodnie z normą PN-EN 60793-1-40.

#### II.1.1.2 Wymagania szczegółowe

Przewody OPGW powinny zawierać jednomodowe włókna światłowodowe należące do jednego z 3 rodzajów wymienionych w Tablicy 1. To samo włókno może spełniać równocześnie wymagania określone dla rodzajów 1 i 2 lub 1, 2 i 3.

Wymienione włókna światłowodowe różnią się stabilnością tłumienności w warunkach zewnętrznych oddziaływań, jak zginanie, ściskanie lub zmiany temperatury, która rośnie dla włókien zgodnych kolejno z zaleceniami ITU-T G.652.D, G.657.A1 i G.657.A2. Pozostałe ich

parametry są zgodne w stopniu gwarantującym możliwość zamiennego używania w tej samej sieci i łączenia ze sobą.

Tablica 1. Podział i oznaczenia włókien światłowodowych.

Lp.	1	2	3
Oznaczenie ITU-T	G.652.D	G.657.A1	G.657.A2
Oznaczenie IEC	B1.3	B6_a1	B6_a2
Skrót	SMF	BIF	BIF
Stabilność tłumienności	+	++	+++

Wymagane parametry włókien światłowodowych określono w Tablicach 2-4.

Wymagania dla tłumienności, długości fali odcięcia ( $\lambda_{cc}$ ) i dyspersji polaryzacyjnej ( $PMD_{\alpha}$ ) dotyczą włókien światłowodowych umieszczonych w OPGW. Wymagania dla strat wprowadzanych przez mikrozgięcia dotyczą włókien w pokryciu pierwotnym.

### **II.1.2. Pokrycia ochronne włókien światłowodowych**

#### **II.1.2.1. Pierwotne pokrycia ochronne**

Wymiary pierwotnego pokrycia włókna światłowodowego powinny mieścić się w granicach podanych w p. II. 1.1.2 – Tabele 2-4. Pokrycie pierwotne może być wykonane jako wielowarstwowe.

Pokrycie włókna światłowodowego powinno być pozbawione wtrąceń i pęcherzy powietrznych, rozwarstwień lub innych widocznych defektów oraz powinno być łatwo usuwalne mechanicznie dla wykonania złącza spawanego.

Materiały stosowane na pokrycia włókien światłowodowych muszą być dobrane pod względem zgodności (kompatybilności) z materiałami, z którymi będą w kontakcie w przewodzie np. żelami wypełniającymi tubę.

W przypadku pokryć o nietypowych własnościach lub nietypowej budowie, producent przewodu jest zobowiązany do przedstawienia metody ich usuwania.

Barwy pokrycia pierwotnego włókien światłowodowych powinny być zgodne z normą IEC 60304. Jeżeli liczba włókien światłowodowych umieszczonych w pojedynczej tubie przekracza 12, dopuszcza się dodatkowe znakowanie włókien umożliwiające ich identyfikację i podział na pęczki, na przykład za pomocą prążków powtarzanych nie rzadziej niż co 0,75 m, lub kolorowych nici. Pokrycie barwne powinno być odporne na typowe składniki czyszczące stosowane w procesie przygotowania włókna do spawania. Jeśli włókna światłowodowe umieszczone są w przewodzie OPGW w kilku tubach, należy zapewnić identyfikację tub – przez ich barwienie lub numerowanie zewnętrznej powierzchni, ewentualnie w inny widoczny i jednoznaczny sposób.

W przypadku włókien światłowodowych w pokryciach wysokotemperaturowych, przewidzianych do pracy w temperaturze powyżej 100°C, producent przewodu musi podać:

- zakresy temperatur pracy długotrwałej (20 lat) i krótkotrwałej;
- materiał pokrycia;
- metodę usuwania pokrycia, jeśli jest nietypowa.

Włókna światłowodowe w pokryciach wysokotemperaturowych powinny spełniać wszystkie wymagania odnośnie wymiarów i parametrów transmisyjnych określone w rozdziale II.1.1.2.

Jeśli OPGW o niewielkiej średnicy zewnętrznej ma zawierać wysoką liczbę włókien światłowodowych, a umieszczenie w przewodzie włókien o wymiarach określonych w p. II.1.1.2 jest niemożliwe lub problematyczne, dopuszcza się zastosowanie włókien BIF



Tablica 2. Parametry włókien jednomodowych zgodnych z ITU-T G.652.D / IEC B1.3 (SMF)

Parametr	Wartość
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	8,9-9,3 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	0,4 $\mu\text{m}$
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	10,0-10,5 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	0,5 $\mu\text{m}$
Niecentryczność pola modowego	$\leq 0,5$ $\mu\text{m}$
Średnica płaszczka	$125 \pm 0,7$ $\mu\text{m}$
Niekołowość płaszczka	$\leq 1,0\%$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna nie barwione)	$245 \pm 10$ $\mu\text{m}$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna barwione)	$260 \pm 15$ $\mu\text{m}$
Niecentryczność pokrycia pierwotnego	$\leq 12$ $\mu\text{m}$
Niekołowość pokrycia pierwotnego	$\leq 12\%$
Siła zdejmowania pokrycia pierwotnego	1,3-8,9 N
Poziom testu przesiewczego (wydłużenie względne)	$\geq 1,0\%$
Poziom testu przesiewczego (naprężenie)	$\geq 0,69$ GPa
Długość fali odcięcia włókna światłowodowego w przewodzie ( $\lambda_{\text{CC}}$ )	$\leq 1260$ nm
Tłumienność w zakresie 1310-1625 nm	$\leq 0,35$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1550 nm	$\leq 0,21$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1625 nm	$\leq 0,24$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1285-1330 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1310$ nm	$\leq 0,10$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1525-1575 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1550$ nm	$\leq 0,05$ dB/km
Nieciągłości punktowe (pomiar OTDR, szerokość impulsu 100 ns)	$\leq 0,05$ dB
Długość fali zerowej dyspersji chromatycznej ( $\lambda_0$ )	1300-1324 nm
Nachylenie krzywej dyspersji dla $\lambda_0$	$\leq 0,092$ ps/(nm <sup>2</sup> ·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej w zakresie 1288-1339 nm	$\leq 3,5$ ps/(nm·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej dla długości fali 1550 nm	$\leq 20,0$ ps/(nm·km)
Współczynnik PMD dla M = 20, Q = 0,01% (PMD <sub>Q</sub> ) w przewodzie	$\leq 0,20$ ps/ $\sqrt{\text{km}}$
Straty wprowadzane przez makrozgięcia włókna światłowodowego: R = 30 mm, 100 zwojów, $\lambda = 1625$ nm	$\leq 0,10$ dB
Zmiana tłumienności włókna w pokryciu pierwotnym w zakresie temperatur -60...+85°C dla długości fal 1310, 1550 i 1625 nm	$\leq 0,05$ dB/km



Tablica 3. Parametry włókien jednomodowych zgodnych z ITU-T G.657.A1 / IEC B6\_a1 (BIF).

Parametr	Wartość
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	8,6-9,3 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	0,4 $\mu\text{m}$
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	9,5-10,5 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	0,5 $\mu\text{m}$
Niecentryczność pola modowego	$\leq 0,5$ $\mu\text{m}$
Średnica płaszczka	125 $\pm$ 0,7 $\mu\text{m}$
Niekołowość płaszczka	$\leq 1,0\%$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna nie barwione)	245 $\pm$ 10 $\mu\text{m}$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna barwione)	260 $\pm$ 15 $\mu\text{m}$
Niecentryczność pokrycia pierwotnego	$\leq 12$ $\mu\text{m}$
Niekołowość pokrycia pierwotnego	$\leq 12\%$
Siła zdejmowania pokrycia pierwotnego	1,3-8,9 N
Poziom testu przesiewczego (wydłużenie względne)	$\geq 1,0\%$
Poziom testu przesiewczego (naprężenie)	$\geq 0,69$ GPa
Długość fali odcięcia włókna światłowodowego w przewodzie ( $\lambda_{cc}$ )	$\leq 1260$ nm
Tłumienność w zakresie 1310-1625 nm	$\leq 0,35$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1550 nm	$\leq 0,21$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1625 nm	$\leq 0,24$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1285-1330 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1310$ nm	$\leq 0,10$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1525-1575 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1550$ nm	$\leq 0,05$ dB/km
Nieciągłości punktowe (pomiar OTDR, szerokość impulsu 100 ns)	$\leq 0,05$ dB
Długość fali zerowej dyspersji chromatycznej ( $\lambda_0$ )	1300-1324 nm
Nachylenie krzywej dyspersji dla $\lambda_0$	$\leq 0,092$ ps/(nm <sup>2</sup> ·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej w zakresie 1288-1339 nm	$\leq 3,5$ ps/(nm·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej dla długości fali 1550 nm	$\leq 20,0$ ps/(nm·km)
Współczynnik PMD dla M = 20, Q = 0,01% (PMD <sub>Q</sub> )	$\leq 0,20$ ps/ $\sqrt{\text{km}}$
Straty wprowadzane przez makrozgięcia włókna światłowodowego: R = 15 mm, 10 zwojów, $\lambda = 1550$ nm R = 15 mm, 10 zwojów, $\lambda = 1625$ nm R = 10 mm, 1 zwój, $\lambda = 1550$ nm R = 10 mm, 1 zwój, $\lambda = 1625$ nm	$\leq 0,25$ dB $\leq 1,00$ dB $\leq 0,75$ dB $\leq 1,50$ dB
Zmiana tłumienności włókna w pokryciu pierwotnym w zakresie temperatur -60...+85°C dla długości fal 1310, 1550 i 1625 nm	$\leq 0,05$ dB/km

ch

Tablica 4. Parametry włókien jednomodowych zgodnych z ITU-T G.657.A2 / IEC B6\_a2 (BIF).

Parametr	Wartość
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	8,6-9,0 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	0,4 $\mu\text{m}$
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	9,5-10,2 $\mu\text{m}$
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	0,5 $\mu\text{m}$
Niecentryczność pola modowego	$\leq 0,5 \mu\text{m}$
Średnica płaszczka	$125 \pm 0,7 \mu\text{m}$
Niekołowość płaszczka	$\leq 1,0\%$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna nie barwione)	$245 \pm 10 \mu\text{m}$
Średnica pokrycia pierwotnego (włókna barwione)	$260 \pm 15 \mu\text{m}$
Niecentryczność pokrycia pierwotnego	$\leq 12 \mu\text{m}$
Niekołowość pokrycia pierwotnego	$\leq 12\%$
Siła zdejmowania pokrycia pierwotnego	1,3-8,9 N
Poziom testu przesiewczego (wydłużenie względne)	$\geq 1,0\%$
Poziom testu przesiewczego (naprężenie)	$\geq 0,69$ GPa
Długość fali odcięcia włókna światłowodowego w przewodzie ( $\lambda_{cc}$ )	$\leq 1260$ nm
Tłumienność w zakresie 1310-1625 nm	$\leq 0,35$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1550 nm	$\leq 0,21$ dB/km
Tłumienność dla długości fali 1625 nm	$\leq 0,24$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1285-1330 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1310$ nm	$\leq 0,10$ dB/km
Zmiany tłumienności w zakresie 1525-1575 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1550$ nm	$\leq 0,05$ dB/km
Nieciągłości punktowe (pomiar OTDR, szerokość impulsu 100 ns)	$\leq 0,05$ dB
Długość fali zerowej dyspersji chromatycznej ( $\lambda_0$ )	1300-1324 nm
Nachylenie krzywej dyspersji dla $\lambda_0$	$\leq 0,092$ ps/(nm <sup>2</sup> ·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej w zakresie 1288-1339 nm	$\leq 3,5$ ps/(nm·km)
Współczynnik dyspersji chromatycznej dla długości fali 1550 nm	$\leq 20,0$ ps/(nm·km)
Współczynnik PMD dla $M = 20$ , $Q = 0,01\%$ (PMD <sub>Q</sub> )	$\leq 0,20$ ps/ $\sqrt{\text{km}}$
Straty wprowadzane przez makrozgięcia włókna światłowodowego: R = 15 mm, 10 zwojów, $\lambda = 1550$ nm R = 15 mm, 10 zwojów, $\lambda = 1625$ nm R = 10 mm, 1 zwój, $\lambda = 1550$ nm R = 10 mm, 1 zwój, $\lambda = 1625$ nm R = 7,5 mm, 1 zwój, $\lambda = 1550$ nm R = 7,5 mm, 1 zwój, $\lambda = 1625$ nm	$\leq 0,03$ dB $\leq 0,10$ dB $\leq 0,10$ dB $\leq 0,20$ dB $\leq 0,50$ dB $\leq 1,00$ dB
Zmiana tłumienności włókna w pokryciu pierwotnym w zakresie temperatur -60...+85°C dla długości fal 1310, 1550 i 1625 nm	$\leq 0,05$ dB/km



(p. II.1.1.2, Tablice 3 i 4) o znamionowej średnicy zewnętrznej pokrycia pierwotnego zredukowanej do 200  $\mu\text{m}$ . Włókna te muszą spełniać wszystkie wymagania nie związane z pokryciem pierwotnym określone w p. II.1.1.2.

### **II. 1.2.2. Moduł optyczny – pokrycie wtórne**

Ośrodek optyczny z jednostkami (modułami) światłowodowymi OPGW powinien mieć konstrukcję luźnej tuby.

W jednostce tego rodzaju, włókna światłowodowe w pokryciu pierwotnym powinny być umieszczone luźno z nadmiarem długości w hermetycznie szczelnej tubie, umożliwiając prostowanie lub zginanie włókien światłowodowych przy zmianach długości OPGW bez wprowadzania naprężeń rozciągających włókna. Tuby luźne powinny być uszczelnione wzdłużnie dla zabezpieczenia przed rozprzestrzenianiem się wody od miejsca uszkodzenia. W tym celu przewód tuby powinien być wypełniony płynnym materiałem hydrofobowym o własnościach tiksotropowych, blokującym wnikanie wilgoci do jej wnętrza oraz przeciwdziałającym migracji włókien światłowodowych. Nadmiar długości włókien w tubie umieszczonej centralnie w osi przewodu nie powinien być mniejszy niż 0,4%.

Tuby światłowodowe luźne powinny być wykonane z metalu (stal nierdzewna, stopy aluminium), o ściankach jedno- lub dwuwarstwowych. Dopuszcza się wykonanie wewnętrznej warstwy tuby 2-warstwowej z polimeru o wysokiej odporności termicznej. Ścianki tub muszą być wolne od otworów i szczelin, tak by uniemożliwić przedostanie się wilgoci i wody z zewnątrz.

Moduł optyczny w konstrukcjach z włóknami umieszczonymi w tubach musi spełniać następujące warunki:

- wszystkie włókna światłowodowe w każdej elementarnej jednostce, stanowiącej podczas rozszywania modułu optycznego mechaniczną całość (np. tuba, pęczek) są tego samego rodzaju (p. II.1.1.2., Tablica 1),
- wszystkie włókna światłowodowe danego rodzaju pochodzą od tego samego Producenta i są tego samego typu,
- każde włókno jest rozpoznawalne na całej długości przewodu wyłącznie na podstawie obserwacji wykonanych gołym okiem po odsłonięciu odcinka o długości nie przekraczającej 75 cm.

Nie ogranicza się liczby modułów optycznych w przewodzie.

Konstrukcja modułu powinna zapewnić długotrwałą ochronę włókien światłowodowych przed wilgocią i promieniowaniem słonecznym. Metalowe części modułu optycznego mogą być uwzględnione przez producenta do obliczenia znamionowej wytrzymałości przewodu (RTS), jako elementy przewodzące prądy i przenoszące obciążenie rozciągające. Fakt ten musi być jednoznacznie zaznaczony w dokumentacji OPGW.

Jeśli moduły optyczne posiadają dodatkową osłonę zewnętrzną (rozeta metalowa), jej konstrukcja powinna pozwalać na wzdłużne przemieszczanie się elementów składowych umieszczonych wewnątrz. Osłona powinna dać się oddzielić od właściwych jednostek optycznych zawierających włókna światłowodowe na odcinku o długości co najmniej 2,5 m w jednej operacji, bez ryzyka ich uszkodzenia. Nie dopuszcza się łączenia tub metalowych ani elementów osłonowych modułu optycznego w odcinku fabrykacyjnym przewodu.

## **II. 2. Wymagania dla konstrukcji przewodów OPGW**

### **II.2.1. Wymagania ogólne**

Konstrukcja, zastosowane materiały i wykonanie przewodu OPGW powinny zapewniać pełną jego funkcjonalność w trakcie eksploatacji jako przewodu odgromowego.



Parametry transmisyjne włókien światłowodowych powinny pozostać niezmienione w czasie eksploatacji przewodu oraz podczas montażu, składowania i transportu. Producent powinien przedstawić dane techniczne przewodu wraz z opisem poszczególnych jego elementów i zastosowanych materiałów zgodnie z wykazem zamieszczonym w p. V.

Trakt światłowodowy powinien być wykonany z odcinków fabrykacyjnych zgodnie z projektem pozytywnie zaopiniowanym przez Zamawiającego.

## **II. 2.2. Konstrukcja przewodu OPGW**

Konstrukcja, parametry i wykonanie przewodu powinny być zgodnie z normą PN-EN 60794-4.

Niedopuszczalne jest umieszczenie modułu optycznego w zewnętrznej warstwie oplotu. Moduł optyczny może być umieszczony w wewnętrznej warstwie oplotu (jedna lub więcej tub metalowych) lub centralnie w osi przewodu.

Dopuszcza się stosowanie drutów oplotu o przekroju innym niż okrągły, np. profilowanych trapezoidalnie.

Średnica drutów w warstwie zewnętrznej oplotu nie może być mniejsza niż 2,5 mm dla przewodów OPGW wielowarstwowych oraz nie mniejsza niż 3,0 mm dla przewodów jednowarstwowych.

Wszystkie druty (elementy oplotu) przewodu OPGW muszą być uformowane w taki sposób, aby po rozpleceniu drutów możliwe było ręczne umieszczenie ich z powrotem na swoich miejscach.

Nie dopuszcza się łączenia drutów stalowych w odcinkach fabrykacyjnych przewodu. Łączenie drutów ze stopu aluminium jest dozwolone wyłącznie w celu naprawy drutów pękniętych podczas wytwarzania przewodu. Liczba takich złączy w odcinku fabrykacyjnym nie może być większa niż liczba warstw oplotu, a odległość pomiędzy złączami drutów nie może być mniejsza niż 15 m; nie dopuszcza się dwóch złączy w tym samym drucie. Wytrzymałość na rozciąganie złączy drutów nie może być mniejsza niż 130 MPa. Producent przewodu powinien wykazać, że stosowana przez niego metoda łączenia spełnia to wymaganie.

Dopuszczalne odstępy pomiędzy sąsiednimi drutami oplotu w jakimkolwiek miejscu w uformowanych przewodach OPGW, nie mogą przekraczać 0,3 mm.

## **II. 3. Wymagania mechaniczne i elektryczne dla przewodów OPGW**

Znamionową wytrzymałość na rozciąganie (RTS) przewodów OPGW należy obliczyć zgodnie z normą PN-EN 60794-4 Aneks A. Producent powinien przedstawić metodę jej obliczenia.

Parametry drutów przed ich skręceniem powinny spełniać wymagania norm:

- PN-EN 61232 – dla drutów stalowych aluminiowanych,
- PN-EN 50183 – dla drutów ze stopu aluminium,
- PN-EN 60889 – dla drutów aluminiowych.

Oferowany przewód OPGW powinien być dobrany do warunków termicznych wynikających z prądów zwarcia, które mogą wystąpić podczas eksploatacji linii.

Producent powinien przedstawić pełną charakterystykę oferowanych przewodów (patrz p. III. Dane Gwarantowane w niniejszej Specyfikacji).

## **II. 4. Warunki montażu (instalowania) i eksploatacji przewodów OPGW**

Producent przewodu OPGW powinien przedstawić swoje wymagania w zakresie montażu OPGW oraz osprzętu instalacyjnego, czyli Instrukcję Montażu.

Powinien również określić dopuszczalny w trakcie eksploatacji zakres uszkodzeń oplotu przewodu oraz dopuszczalne procentowe obniżenie wytrzymałości przewodu OPGW, przy którym przewód może być jeszcze naprawiony, a jego wytrzymałość mechaniczna w pełni odtworzona przy warunku nie pogorszenia się parametrów optycznych traktu. Producent powinien przedstawić technologię takiej naprawy oraz osprzęt i materiały rekomendowane do tego celu.

Przyjmuje się, że przewód OPGW należy eksploatować tak samo, jak tradycyjny przewód odgromowy. Wymagane zakresy temperatur są następujące:

- Temperatura składowania i transportu: -40°C do +50°C.
- Temperatura instalowania: -10°C do +30°C.
- Temperatura eksploatacji: -35 °C do +50°C.
- Temperatura w warunkach zwarcia:
  - wewnątrz lub na powierzchni tuby optycznej:  $\leq +180^{\circ}\text{C}$
  - w oplotcie:  $\geq +180^{\circ}\text{C}$  jeśli taką dopuszcza Producent.

## II. 5. Badania przewodu OPGW

### II. 5.1. Rodzaje badań

Badania przewodów OPGW obejmują:

- badania typu;
- badania kontrolno-odbiorcze;
- badania wyrobu.

Producent przewodu OPGW zobowiązany jest do przedstawienia protokołów z **badania typu** („type tests”) oferowanych przewodów OPGW, wykonanych zgodnie z wymaganiami określonymi w normach PN-EN-60794-4 i PN-EN-60794-4-10. Badania te powinny być powtarzane w przypadku wprowadzenia jakichkolwiek zmian konstrukcji przewodu, używanych materiałów lub procesu technologicznego.

Zamawiający zastrzega sobie prawo do powtórzenia wybranych prób (uzgodnionych z Dostawcą) z zakresu przewidzianego dla badań typu przewodu OPGW – w ramach badań kontrolno – odbiorczych oraz do uczestniczenia w tych badaniach.

Badania typu powinny być przeprowadzone przez akredytowane laboratoria lub laboratoria uznane przez Zamawiającego.

**Badania kontrolno-odbiorcze** („sample tests”, „factory acceptance tests”) powinny być wykonane na próbkach pobranych z gotowych przewodów, zgodnie z normą PN-EN 60794-4-10.

Zamawiający zastrzega sobie prawo wskazania bębnow (w celu losowego pobrania próbek) oraz uczestniczenia w wybranych przez siebie próbach.

**Badania wyrobu** („routine tests”) powinny być wykonane dla każdego odcinka fabrykacyjnego przewodu OPGW (bębna) zgodnie z normą PN-EN 60794-4-10.

### II. 5.2. Zakres badań typu

Badania typu należy wykonywać w temperaturze otoczenia możliwie bliskiej temperatury 20°C. Wyjątek stanowią badania termiczne przedstawione w p. II.5.2.7. W badaniach, w których temperatura powinna wynosić  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$  zostanie to wyraźnie zaznaczone.

Pomiary zmian tłumienności należy prowadzić dla długości fali  $\lambda = 1550 \text{ nm}$ . Powinny one obejmować jako minimalną liczbę włókien określoną w zależności od ich liczby w badanym przewodzie OPGW, jak podano w tabelicy 5 wg normy IEEE 1138. Podczas badań OPGW z wieloma jednostkami optycznymi należy monitorować identyczną liczbę włókien wybranych z każdej jednostki.

Handwritten signature and initials in the bottom left corner of the page.

Tablica 5. Minimalne liczby włókien światłowodowych monitorowanych w badaniach typu

Liczba włókien w badanym OPGW	Minimalna liczba włókien monitorowanych
1-24	wszystkie
25-48	24
49-96	36
97-192	48
193-384	60

Badania typu dla przewodów OPGW, zgodnie z normą PN-EN 60794-4-10 obejmują próby zestawione w tablicy 6 i opisane poniżej.

Tablica 6. Badania typu przewodów OPGW

Lp.	Badania typu	Wykonane wg standardu
1	Sprawdzenie zachowania się jednostki optycznej podczas rozciągania OPGW	PN-EN 60794-1-2 (E1)
2	Sprawdzenie zachowania się przewodu w warunkach obciążenia siłą rozciągającą	PN-IEC 61089 (Aneks B)
3	Pomiar rzeczywistej siły zrywającej przewód	IEC 61089
4	Próba przewijania przewodu	IEEE 1138 lub PN-EN 60794-1-2 (E18B)
5	Badanie odporności na drgania eolskie	PN-EN 60794-1-2 (E19)
6	Badanie pełzania przewodu OPGW	PN-EN 61395
7	Badanie odporności na cykliczne zmiany temperatury	PN-EN 60794-1-2 (F1)
8	Badanie wodoszczelności wzdłużnej	PN-EN 60794-1-2 (F5B)
9	Badanie odporności na prądy zwarciovowe	PN-EN 60794-1-2 (H1)
10	Badanie odporności na wyładowania atmosferyczne	PN-EN 60794-1-2 (H2)

### **II . 5.2.1 Sprawdzenie zachowania się jednostki optycznej podczas rozciągania OPGW (tensile performance test)**

Próby należy wykonać wg normy: PN-EN 60794-1-2 (E1).

Badanie to powinno określić zachowanie się modułu optycznego pod działaniem siły rozciągającej w przewodzie OPGW w zakresie:

- a. własności optycznych (zmiany tłumienia optycznego),
- b. rozciągania włókien,
- c. największej siły rozciągającej działającej na przewód OPGW, przy której jeszcze nie występuje rozciąganie włókien światłowodowych (strain margin).

Badanie należy przeprowadzić na próbce OPGW o minimalnej długości 10 m. Temperatura otoczenia podczas badań powinna wynosić  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Włókna światłowodowe powinny być unieruchomione na obu końcach badanego odcinka, na przykład przez zwiniecie przewodu w pętlę. W wyniku przeprowadzonej próby należy określić:

- zmianę tłumienności włókien w OPGW przy sile rozciągającej równej MWT;

- wartość siły odpowiadającej progowi wydłużenia włókien światłowodowych;
- użyteczny nadmiar długości włókien światłowodowych (w %).

Kryteria oceny wyników:

- wydłużenie względne włókien w przewodzie przy obciążeniu MWT:  $\leq 0,33\%$ ,
- zmiana tłumienności włókien w przewodzie przy obciążeniu MWT:  $< 0,20$  dB/km,
- po zdjęciu obciążenia powrót tłumienności włókien do wartości sprzed badania z tolerancją  $\pm 0,05$  dB/km.

Zgodnie z normą PN-EN 60794-4-10, dopuszcza się wykonanie jednocześnie z tą próbą próby opisanej w p. II.5.2.2.

#### **II.5.2.2. Sprawdzenie zachowania się przewodu w warunkach obciążenia siłą rozciągającą (stress-strain test)**

Próbkę należy wykonać wg normy: PN-IEC 61089 (Aneks B) lub PN-EN 50182+AC. Temperatura otoczenia podczas badań powinna wynosić  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Próbkę należy wykonać z osprzętem instalacyjnym właściwie dobranym do badanego przewodu.

W wyniku przeprowadzonej próby należy:

- przedstawić wykresy zależności naprężenie – odkształcenie;
- obliczenie modułu sprężystości przewodu.

Zgodnie z normą PN-EN 60794-4-10, dopuszcza się wykonanie jednocześnie z tą próbą próby opisanej w p. II.5.2.1.

#### **II.5.2.3. Pomiar rzeczywistej siły zrywającej przewód (breaking strength test)**

Próbkę należy wykonać zgodnie z normą IEC 61089, stosując osprzęt instalacyjny właściwie dobrany do badanego przewodu.

Kryteria oceny wyników:

- nie dopuszcza się jakichkolwiek uszkodzeń przewodu przy obciążeniu siłą mniejszą niż 95% RTS.

#### **II.5.2.4. Próba przewijania przewodu (sheave test)**

Próbkę należy wykonać wg IEEE 1138 lub PN-EN 60794-1-2 (metoda E18B). Przy wykonywaniu próby wg PN-EN 60794-1-2 należy zastosować procedurę 3 (rys. 26 w normie) przy następujących warunkach:

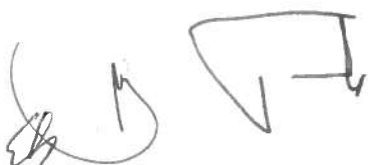
- średnica rolki: nie większa niż 38-42 razy średnica badanego przewodu OPGW;
- długość przewijanej próbki: co najmniej 2,5 m;
- naciąg próbki:  $15 \pm 1\%$  RTS;
- kąt opasania przewodu na rolce:  $30 \pm 2^\circ$  (do poziomu).

Kryteria oceny wyników:

- dopuszczalna zmiana tłumienności włókien światłowodowych:  $\leq 0,1$  dB/km,
- brak jakichkolwiek uszkodzeń, oplotu i elementów przewodu, możliwych do stwierdzenia gołym okiem,
- maksymalna dopuszczalna owalizacja jednostki optycznej (MAOC) nie może być większa niż 10 % średnicy modułu optycznego.

#### **II.5.2.5. Badanie odporności na drgania eolskie (aeolian vibration test)**

Próbkę należy wykonać wg normy PN-EN 60794-1-2 (E19).



Częstotliwość drgań powinna odpowiadać prędkości wiatru 4,5 m/s, a ich amplituda powinna być równa 1/3 średnicy (D) badanego przewodu. Liczba drgań  $10^8$ .

Kryteria oceny wyników:

- zmiana tłumienności włókien światłowodowych:  $\leq 0,20$  dB/km,
- brak jakichkolwiek uszkodzeń oplotu i elementów przewodu, możliwych do stwierdzenia gołym okiem,
- brak jakichkolwiek uszkodzeń osprzętu,
- owalizacja jednostki optycznej (MAOC):  $\leq 10\%$ .

#### **II.5.2.6. Badanie pełzania przewodu OPGW (creep test)**

Próbkę należy wykonać wg normy PN-EN 61395. Temperatura otoczenia podczas badań powinna wynosić  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Należy podać wartość pełzania przewodu (w ‰), dla okresów: pół roku, 1 roku, 10 lat i 30 lat.

#### **II.5.2.7. Badanie odporności na cykliczne zmiany temperatury (temperature cycling test)**

Badanie należy wykonać wg normy PN-EN 60794-1-2 (F1) dla zakresu temperatur:  $+20^\circ\text{C}/-40^\circ\text{C}/+80^\circ\text{C}$ , przy czym szybkość zmian temperatury w próbie powinna być równa  $20^\circ\text{C}/\text{h}$ .

Badania powinny obejmować 2 cykle zmian temperatury. Czas ekspozycji na każdą ze skrajnych temperatur nie powinien być krótszy niż 16 h. Należy monitorować temperaturę wewnętrznych warstw przewodu w czasie badania i w razie potrzeby wydłużyć czas ekspozycji, tak aby w każdej fazie cyklu termicznego cała próbka OPGW przez co najmniej 6 h osiągała temperaturę różniącą się od ustawionej o nie więcej niż  $\pm 3^\circ\text{C}$ .

Kryteria oceny wyników:

- zmiana tłumienności włókien światłowodowych w stosunku do wartości w temperaturze bliskiej  $+ 20^\circ\text{C}$ :  $\leq 0,20$  dB/km w czasie badania,
- zmiana tłumienności  $\leq 0,05$  dB/km w temperaturze  $20^\circ\text{C}$  po badaniu

#### **II.5.2.8. Badanie wodoszczelności wzdłużnej (water penetration test)**

Badanie dotyczy luźnych tub z włóknami światłowodowymi. Należy je wykonać według normy PN-EN 60794-1-2, stosując metodę F5B.

Kryteria oceny wyników:

- brak wycieku wody z wolnego końca tuby przez cały czas badania.

#### **II.5.2.9. Badanie odporności na prądy zwarciove (short-circuit test)**

Próbkę należy wykonać wg normy PN-EN 60794-1-2 (H1).

Warunki badania są następujące:

- temperatura początkowa przewodu:  $+35^\circ\text{C}$ ,
- naciąg przewodu:  $15 \pm 5\%$  RTS,
- prąd zwarcia: równy wartości deklarowanej dla danego przewodu, określony w karcie katalogowej lub w danych gwarantowanych przez Producenta,
- czas zwarcia: 1,0 s,
- liczba prób: 5.

Pomiar temperatury podczas zwarć:

- wewnątrz drutów oplotu w miejscach przewidywanych o najwyższej temperatury,
- wewnątrz tuby optycznej lub bezpośrednio na jej powierzchni.



Kryteria oceny wyników:

- dopuszczalna zmiana tłumienności włókien światłowodowych:  $\leq 0,05$  dB/włókno,
- brak uszkodzeń modułu optycznego,
- temperatura wewnątrz lub na powierzchni jednostki optycznej  $\leq +180^{\circ}\text{C}$ . Temperatura w oplocie może być wyższa, jeśli dopuszcza to Producent.
- nie dopuszcza się widocznych rozluźnień oplotu (*birdcaging*) lub zerwania drutów.

Po zakończeniu próby zwarciowej należy sprawdzić stan elementów modułu optycznego w 3 miejscach: przy uchwytych i w środku rozpiętości próbki.

Nie dopuszcza się jakichkolwiek uszkodzeń modułu optycznego w sprawdzonych miejscach, ani odbarwienia włókien światłowodowych po rozcięciu próbki.

### **II. 5.2.10. Badanie odporności na wyładowania atmosferyczne (lightning test)**

Próbie należy wykonać wg normy PN-EN 60794-1-2 (H2).

Producent, w karcie katalogowej lub w danych gwarantowanych, powinien określić klasę odporności na wyładowania piorunowe oferowanego przewodu OPGW. Kryterium stanowi warunek odtworzenia pełnej wytrzymałości mechanicznej przewodu OPGW przy zastosowaniu oferowanego osprzętu naprawczego, przy czym parametry transmisyjne wszystkich włókien światłowodowych nie mogą ulec zmianie.

Naciąg przewodu podczas próby powinien zawierać się w zakresie  $20 \pm 5\%$  RTS. Badany przewód należy poddać 5 cyklom prób o wartościach udaru prądowego wskazanego przez Producenta z danych wg tablicy 2 w normie PN-EN 60794-1-2.

Kryteria oceny wyników:

- zmiana tłumienności każdego z włókien światłowodowych w badanej próbce OPGW: 0,05 dB/włókno,
- w przypadku uszkodzenia drutów oplotu, wytrzymałość nieuszkodzonej części przewodu nie może być mniejsza niż 75% deklarowanej (przez Producenta) wartości RTS; w przypadku uszkodzenia powłoki aluminiowej drutu stalowego, drut stalowy uważa się za uszkodzony.

Przewidywany osprzęt naprawczy powinien zapewniać pełne odtworzenie wytrzymałości przewodu bez wzrostu tłumienności włókien światłowodowych wewnątrz OPGW.

### **II.5.2.11. Zakres aprobaty badań typu**

Uznanie badań typu dla określonego (dostarczonego) przewodu OPGW wymaga uzyskania dla tego przewodu pozytywnych (dodatnich) wyników wszystkich prób, tj. od II.5.2.1 do II.5.2.10. Dopuszcza się przy tym uznanie wyników badań typu dostarczonego przewodu jeśli Producent dostarczy pozytywne wyniki prób typu dla przewodu OPGW o identycznej konstrukcji w zakresie rodzaju i parametrów włókien światłowodowych, rozwiązań tuby optycznej i materiałów drutu oplotu, ale o średnicach przewodu i drutu oplotu różniących się w zakresie  $\pm 20\%$  od tych średnic dla przewodu dostarczanego.

Przy tym dla określenia odporności na wyładowania piorunowe, powyższe odstępstwo obowiązuje tylko w przypadku dostarczenia wyników prób dla przewodów o średnicach różniących się w zakresie  $-20...0\%$  w stosunku do rozpatrywanego przewodu. Dopuszcza się zatem w przypadku dostarczenia wyników pozostałych prób dla przewodów o większych średnicach różniących się w zakresie  $0...+20\%$  od rozpatrywanego przewodu przedstawienie cząstkowych wyników prób dla przewodów o średnicach i średnicach drutów oplotu mniejszych od rozpatrywanego przewodu tj. różniących się w zakresie  $-20...0\%$ . Wówczas taka wartość odporności na wyładowania piorunowe zostanie przyjęta dla rozpatrywanego przewodu.

Ponadto w przypadku przewodów OPGW z mieszanymi drutami oplotu tj. stalowymi aluminiowanymi (ACS) i stopowymi (AA), jeśli druty stopowe nie zapewniają więcej niż 25% RTS ich odporność na wyładowania piorunowe uznaje się taką samą jak dla przewodów OPGW tylko z drutami stalowymi aluminiowanymi (ACS). Natomiast dla przewodu OPGW z drutami stopowymi (AA) obejmuje to wyłącznie przewody z takim rodzajem drutów.

W sprawdzeniu odporności na wyładowania piorunowe uznaje się wynik badania dla danej klasy wg doprowadzonego ładunku elektrycznego. Dopuszcza się zatem przykładanie udarów prądowych o wyższej dla danej klasy wartości ich amplitudy i o czasie narażenia krótszym niż 0,5 s.

Natomiast w próbie przewijania przez rolki, aby potwierdzić spełnienie wymagań dla określonego (dostatecznego) przewodu jest konieczne dostarczenie pozytywnych wyników prób:

- w komplecie dla przewodów o średnicach przewodu i drutów oplotu różniących się w zakresie 0...+20%;
- cząstkowych o tych średnicach różniących się w zakresie 0...+20% w przypadku kompletu prób dla przewodów o średnicach różniących się w zakresie 0...-20% od rozpatrywanego przewodu.

Przewody OPGW dla modernizowanych linii 220 kV powinny posiadać minimum klasę 0 odporności na wyładowania piorunowe.

Przewody OPGW do nowobudowanych linii 220 kV, nowobudowanych i modernizowanych linii 400 kV powinny posiadać minimum klasę 1 odporności na wyładowania piorunowe.

### **II. 5.3. Zakres badań kontrolno-odbiorczych**

Badania kontrolno-odbiorcze przewodów OPGW należy wykonywać zgodnie z normą PN-EN 60794-4 oraz PN-EN-60794-4-10, punkt 10.

Ich zestaw minimalny powinien obejmować:

- sprawdzenie zgodności budowy przewodu z dokumentacją, w tym: liczby, rodzaju i średnicy drutów; rodzaju, liczby i lokalizacji jednostek optycznych oraz liczby włókien światłowodowych;
- oględziny przewodu i jego elementów składowych;
- pomiar skoku skrętu oplotu;
- pomiar średnicy zewnętrznej przewodu,
- pomiar masy jednostkowej przewodu;
- pomiar rezystancji przewodu dla prądu stałego (DC);
- badanie rzeczywistej siły zrywającej przewód (p. II.5.2.3.);
- pomiary tłumienności włókien światłowodowych na długościach fal 1310 nm i 1550 nm.

### **II.5.4. Zakres badań wyrobu**

Badania te należy wykonywać dla wszystkich kompletnych odcinków przewodów (bębnów) zgodnie z normą PN-EN-60794-4-10, punkt 11.

Ich zestaw minimalny powinien obejmować:

- sprawdzenie zgodności budowy przewodu z dokumentacją;
- oględziny powierzchni przewodu,
- pomiar skoku skrętu oplotu;
- pomiar średnicy zewnętrznej przewodu,
- pomiary tłumienności włókien światłowodowych na długościach fal 1310 nm i 1550 nm, z dokumentacją w postaci charakterystyk reflektometrycznych (OTDR),
- kontrolę własności podstawowych materiałów, w tym drutów, półfabrykatów metalowych i włókien światłowodowych używanych do produkcji przewodu, zgodnie z

Handwritten signature and initials, possibly 'Sh'.

procedurami systemu jakości Producenta. Można tu polegać na wynikach badań dostarczonych przez producentów tych materiałów.

## II. 6. Dokumentacja techniczna przewodu OPGW

Do każdej dostarczanej partii przewodu OPGW Producent powinien dołączyć protokoły z wykonywanych badań wyrobu.

Do każdego odcinka fabrykacyjnego przewodu (bębna) powinna być dołączona dokumentacja z pomiarów optycznych włókien zawierająca następujące dane:

- typ przewodu, numer odcinka fabrykacyjnego przewodu na bębnie oraz jego długość i długość optyczną włókien światłowodowych,
- typ i producent włókien światłowodowych wraz z danymi umożliwiającymi wykonanie kontrolnych pomiarów reflektometrycznych,
- tłumienność każdego włókna światłowodowego dla długości fal 1310 nm i 1550 nm (wartości oraz charakterystyki reflektometryczne w postaci plików cyfrowych),

Do każdego bębna powinna być w sposób trwały dołączona tabliczka z podstawowymi danymi umożliwiającymi pełną identyfikację przewodu.

## II. 7. Ogólne wymagania do osprzętu przewodów OPGW

### II. 7.1. Klasyfikacja osprzętu

Osprzęt do OPGW składa się z następujących grup elementów:

- uchwyty przelotowe i odciągowe,
- osprzęt do prowadzenia (mocowania) przewodów po konstrukcji słupa,
- osprzęt do uziemienia przewodów do konstrukcji słupa,
- oplotowy prefabrykowany osprzęt naprawczy do OPGW,
- tłumiki drgań do przewodu OPGW,
- osłony złączowe umożliwiające trwałe połączenie włókien światłowodowych, także dla połączeń OPGW z kablami światłowodowymi innych rodzajów, np. kanałowymi.

### II. 7.2. Zasady doboru osprzętu do przewodu OPGW

Producent przewodów OPGW powinien wskazać Wytwórcę i typ osprzętu dedykowanego do oferowanego przewodu.

Każdy element osprzętu powinien być tak zaprojektowany i wykonany, by:

- zapewnić poprawną pracę oraz zachowanie wszystkich parametrów mechanicznych, elektrycznych i optycznych przewodów OPGW przez cały wymagany okres eksploatacji,
- wytrzymywać obciążenia mechaniczne mogące wystąpić podczas montażu i eksploatacji,
- wytrzymywać obciążenia prądowe występujące podczas zwarc (prądy zwarcowe) bez pogorszenia własności mechanicznych,
- zachować pełne właściwości eksploatacyjne w ciągu wymaganego okresu eksploatacji linii.

## II. 8. Wymagania w zakresie konstrukcji osprzętu do przewodów OPGW

### II. 8.1. Wymagany typ osprzętu

Należy zastosować wyłącznie prefabrykowany osprzęt oplotowy – uchwyty odciągowe i przelotowe – do zawieszenia przewodów OPGW w linii.



**II. 8.2. Konstrukcja osprzętu**

Osprzęt powinien być tak skonstruowany, żeby:

- nie powodował uszkodzeń mechanicznych przewodu ani pogorszenia parametrów transmisyjnych włókien światłowodowych,
- wytrzymywał obciążenia mechaniczne związane z montażem, konserwacją i eksploatacją,
- posiadał odpowiednią wytrzymałość na drgania eolskie przewodu OPGW,
- wytrzymywał prąd zwarciovowy, temperaturę podczas zwarcia i warunki środowiskowe,
- w trakcie eksploatacji nie następowało pogorszenie własności i poluznienie jego elementów,
- elementy osprzętu stykające się bezpośrednio z przewodem wykonane były z aluminium lub stopu aluminium.

**II. 8.3. Materiały**

Materiały stosowane do wyrobu osprzętu powinny spełniać wymagania obowiązujących norm dla danego wyrobu.

Elementy osprzętu przewodzące prąd powinny być wykonane z materiału dostosowanego do materiału oplotu przewodów OPGW, tzn. nie powodującego korozji elektrochemicznej na styku przewod – osprzęt.

Osprzęt przenoszący obciążenia mechaniczne powinien być wykonany z materiałów dostosowanych do konstrukcji i materiałów przewodu OPGW.

Materiały niemetaliczne powinny być odporne na starzenie oraz na temperatury mogące wystąpić w trakcie eksploatacji. Ich własności nie mogą ulec zmianie w trakcie całego okresu eksploatacji. Materiały te powinny mieć odpowiednią odporność na działanie wilgoci, ozonu, promieniowania ultrafioletowego i zanieczyszczeń środowiskowych. Nie powinny również wpływać na korozję materiałów metalowych współpracujących z nimi.

Dopuszcza się następujące materiały:

- aluminium i jego stopy,
- stal ocynkowaną,
- ocynkowane żeliwo ciągliwe lub sferoidalne,
- stal nierdzewną,
- miedź i jej stopy,
- materiały niemetaliczne.

**II. 8.4. Ochrona przed korozją**

Wszystkie elementy osprzętu powinny być odporne na korozję atmosferyczną lub powinny być odpowiednio zabezpieczone przed korozją. Ochrona przed korozją może być zrealizowana przez ocynkowanie na gorąco zgodnie z normą PN-EN ISO 1461 lub inny sposób zapewniający równoważną ochronę (np. aluminiowanie).

**II. 8.5. Montaż osprzętu**

Oferowany osprzęt powinien charakteryzować się prostym, pewnym i jednoznacznym sposobem montażu. Jeżeli osprzęt wymaga stosowania specjalnych narzędzi do montażu, to powinny one być wyszczególnione i dostarczone wraz z osprzętem, łącznie z odpowiednią instrukcją.

Handwritten signature and initials, possibly 'CB' or similar, located at the bottom right of the page.

**II. 8.6. Znakowanie**

Każdy element osprzętu powinien być oznaczony w sposób umożliwiający jego pełną identyfikację zgodnie z normą PN-EN 61284.

**II. 9. Wymagania mechaniczne i elektryczne osprzętu przewodów OPGW****II. 9.1. Oplotowy uchwyt odciągowy**

Uchwyt powinien zapewniać właściwe utrzymanie przewodu OPGW w warunkach mogących wystąpić podczas eksploatacji linii.

Wytrzymałość zamocowania przewodu OPGW w uchwycie odciągowym nie może być mniejsza niż 95% znamionowej wytrzymałości przewodu na rozciąganie RTS (SMFL = 0,95\*RTS). Wytrzymałość uchwytu nie może być mniejsza niż znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS.

**II. 9.2. Oplotowy uchwyt przelotowy**

Uchwyt powinien zapewniać właściwe utrzymanie przewodu OPGW w warunkach mogących wystąpić podczas eksploatacji linii.

Wymagana minimalna siła wyślizgu przewodu OPGW z uchwytu przelotowego wynosi 10% wartości RTS dla przewodu.

**II. 9.3. Osprzęt do prowadzenia przewodu OPGW po konstrukcji słupa**

Osprzęt powinien zapewnić właściwe utrzymanie przewodu nie powodując miejscowych niebezpiecznych naprężeń w przewodzie.

**II. 9.4. Osprzęt do uziemienia przewodu OPGW do konstrukcji słupa**

Osprzęt powinien zapewnić bezpieczny przepływ prądu zwarcia z przewodu OPGW do konstrukcji słupa. Elementy mocowane na przewodzie nie mogą spowodować dodatkowych niebezpiecznych naprężeń mechanicznych w przewodzie ani też powodować lokalnego niebezpiecznego wzrostu temperatury w miejscu zamocowania zacisku. Przewód uziemiający powinien posiadać odpowiedni przekrój dla przepływu prądu zwarcia. Długość i sztywność przewodu uziemiającego powinna zapewnić możliwość jego optymalnego ukształtowania, w celu uniknięcia ocierania przewodu uziemiającego o konstrukcję słupa.

Zaciski do połączenia przewodu uziemiającego z konstrukcją słupa powinny być dwuśrubowe. Zaciski jednośrubowe dopuszcza się do mocowania do istniejących konstrukcji w przypadku, gdy te nie są przystosowane do zamocowań dwuśrubowych.

**II. 9.5. Oplotowy osprzęt naprawczy do przewodu OPGW**

Oferowany osprzęt naprawczy powinien umożliwić odtworzenie wytrzymałości przewodu w przypadku uszkodzenia określonej (przez Producenta OPGW) liczby drutów zewnętrznej warstwy oplotu. Stosowanie osprzętu naprawczego dotyczy przypadków obniżenia wytrzymałości przewodu o nie więcej niż 25% RTS.

Należy określić maksymalną dopuszczalną ilość uszkodzonych drutów stalowych i aluminiowych, czyli procentowe obniżenie wytrzymałości przewodu, dla którego można dokonać naprawy przewodu OPGW, przy zastosowaniu oferowanego osprzętu naprawczego, przy spełnieniu warunku pełnego odtworzenia wytrzymałości przewodu.

Osprzęt naprawczy nie może spowodować pogorszenia parametrów transmisyjnych przewodu OPGW.



## **II. 9.6. Tłumiki drgań do przewodu OPGW**

Tłumiki drgań typu Stockbridge'a powinny zapewniać skuteczną ochronę przed wibracjami przewodu OPGW w całym paśmie częstotliwości drgań eolnych. Doboru ochrony przeciwdrganiowej przewodów OPGW, tzn. określenia ilości tłumików i ich lokalizację na przewodzie powinien dokonać Producent tłumików i/lub przewodu, na podstawie faktycznych warunków zwieszenia przewodów w linii, konfiguracji terenu itp.

Zaleca się stosowania tłumików posiadających cztero-rezonansową (4R) charakterystykę tłumienia, mocowanych na przewodzie przy pomocy oplotów spiralnych. W przypadku uchwytów śrubowych wymagane jest zastosowanie śrub o kontrolowanym momencie dokręcenia śrub.

Dopuszcza się przy tym zastosowanie tłumików o innych charakterystykach tłumienia, jeśli Producent lub dostawca przewodu OPGW wykaże ich pełną właściwość dla danego rozwiązania zawieszenia tego przewodu.

Zastosowane tłumiki powinny spełniać wymagania określone w normie PN-EN 61897.

W Tabelicy 8 zestawiono wymagane badania dla tłumików drgań.

## **II. 9.7. Osłony złączowe (puszki połączeniowe)**

Oferowane osłony złączowe powinny zapewniać:

- ochronę złączy włókien światłowodowych przed narażeniami eksploatacyjnymi i środowiskowymi w ciągu całego okresu eksploatacji linii, w tym działaniem promieniowania słonecznego, pola elektrycznego i oblodzenia,
- pomieszczenie, zabezpieczenie oraz identyfikację złączy stałych (spawanych) oraz zapasów wszystkich włókien światłowodowych z łączonych przewodów OPGW,
- wprowadzenie, uziemienie, uszczelnienie i zamocowanie wymaganej liczby OPGW i/lub innych kabli światłowodowych zależnie od rodzaju złącza (przelotowe, rozgałęźne, tranzyt z OPGW na kabel innego typu).

Osłony złączowe powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję atmosferyczną. Konstrukcja skrzynki połączeniowej powinna zapewniać szczelność IP X8, zgodnie z normą PN-EN 60529. Zaleca się stosowanie osłon uszczelnianych mechanicznie, umożliwiającymi ich wielokrotne otwieranie.

## **II. 10. Warunki montażu i eksploatacji osprzętu do przewodów OPGW**

Producent osprzętu do przewodu OPGW powinien przedstawić swoje wymagania w zakresie technologii montażu osprzętu oraz wykaz narzędzi specjalistycznych koniecznych do montażu, czyli Instrukcję Montażu Osprzętu.

Osprzęt powinien być zainstalowany zgodnie z zatwierdzonym projektem oraz zgodnie z Instrukcją Montażu Producenta. Wymagane zakresy temperatur są następujące:

Temperatura składowania i transportu:	-40°C do +50°C.
Temperatura instalowania:	-10°C do +30°C.

## **II. 11. Badania osprzętu do przewodu OPGW**

### **II. 11.1. Rodzaje badań**

Producent osprzętu do przewodu OPGW powinien przedstawić protokoły z badań typu („type tests”) oferowanego osprzętu, wykonanych zgodnie z wymaganiami określonymi w normach PN-EN-61284 oraz PN-EN 61897.

Badania powinny być przeprowadzone przez akredytowane laboratoria lub inne laboratoria uznane przez Zamawiającego.

**Badania kontrolno-odbiorcze** („sample tests”) powinny być wykonywane na gotowych elementach osprzętu. Należy je wykonać dla określonej zgodnie z wymaganiami normy PN-EN-61284 liczby z dostarczonych elementów każdego rodzaju osprzętu. Protokoły z tych badań powinny być dostarczone wraz z osprzętem.

Zamawiający zastrzega sobie prawo wskazania osprzętu do badań oraz uczestniczenia w wybranych próbach.

**Badania wyrobu** („routine tests”) powinny być wykonywane dla każdego elementu osprzętu w próbie fabrycznej.

## **II. 11.2. Zakres badań**

Wymagany zakres badań osprzętu określono w Tablicy 7.

Wymagany zakres badań tłumików drgań określono w Tablicy 8.

## **II. 12. Dokumentacja techniczna osprzętu do przewodów OPGW**

Do każdej dostarczanej partii określonego rodzaju osprzętu Producent powinien dołączyć protokoły z badań „kontrolno-odbiorczych” i „badań wyrobu”.



Tablica 7. Badania osprzętu

Lp.	Badanie	Wyk. wg PN-EN 61284	Rodzaj osprzętu przewodów odgromowych OPGW									
			Uchwyty przelotowe			Połączenia przenoszące naciąg, złączniki naprawcze oplotowe			Uchwyty uziemiające i elementy mocujące			
			Badania typu	Badania kontrolno odbiorcze	Badania wyrobu	Badania typu	Badania kontrolno odbiorcze	Badania wyrobu	Badania typu	Badania kontrolno odbiorcze	Badania wyrobu	
1	Oględziny	7	X	X <sup>1)</sup>	X	X	X	X <sup>1)</sup>	X	X	X	X
2	Sprawdzenie wymiarów i materiałów	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Zabezpieczenie przed korozją Cynkowanie ogniowe	9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Badania mechaniczne -próba obciążeniem niszcącym	11 11.5.1 11.4.1 11.5.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	-próba wyślizgu	11.4.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	-próba dokręcania śrub uchwyty	11.4.5	X	X <sup>1)</sup>	X	X	X	X <sup>1)</sup>	X	X	X	X

1) kontrola metodą alternatywną

Tablica 8. Badania tłumików drgań eolskich

Lp.	Próba	Wykonanie wg PN-EN 61897	Badania typu	Badania kontrolno-odbiorcze	Badania wyrobu
1	Oględziny	7.1	X	X	X
2	Sprawdzenie wymiarów, materiałów i masy	7.2	X	X	
3	Sprawdzenie zabezpieczenia przed korozją	7.3	X	X	
4	Badania niszczące	7.4	X		
5	Próba poślizgu zacisku	7.5	X		
6	Próba śruby z ukręconym łbem	7.6	X	X	
7	Próba dokręcania śruby zacisku	7.7	X	X	
8	Sprawdzenie zamocowania ciężarków do linki nośnej	7.8	X	X	
9	Sprawdzenie zamocowania zacisku do linki nośnej	7.9	X	X	
10	Badanie właściwości tłumika -badanie charakterystyk tłumika -ocena skuteczności tłumika	7.11 7.11.2 7.11.3	X X X	X	
11	Badania zmęczeniowe tłumika	7.12	X		

GA



### III. Gwarantowane przez Oferenta dane znamionowe i parametry techniczne przewodu OPGW

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Producent/nazwa/typ i ilość włókien/ oznaczenie przewodu	
2	Szczegółowy opis konstrukcji i budowy OPGW (rysunki)	
3	Średnica przewodu [mm]	
4	Obliczeniowy przekrój poprzeczny dla obliczeń RTS [mm <sup>2</sup> ]	
5	Obliczeniowa masa przewodu [kg/km]	
6	Obliczeniowa siła zrywająca RTS [kN] (wraz z metodą obliczenia)	
7	Moduł sprężystości [N/mm <sup>2</sup> ], [MPa]	
8	Współczynnik rozszerzalności termicznej [10 <sup>-6</sup> /K]	
9	Rezystancja dla prądu stałego (DC) w temperaturze 20°C [Ω/km]	
10	Wytrzymałość zwarciova przy wzroście temperatury przewodu OPGW od +35°C do +180°C [kA <sup>2</sup> s] <sup>1)</sup>	
11	Max dopuszczalna temperatura przewodu podczas zwarcia [°C]	
12	MAT – Maksymalny dopuszczalny naciąg w przewodzie [kN]	
13	MWT – Maksymalny dopuszczalny naciąg roboczy w przewodzie [kN]	
14	Dopuszczalny zakres zmian temperatury przewodu OPGW [°C] bez zmian tłumienności włókien światłowodowych	
15	Siła rozciągająca nie powodująca naprężeń włókien światłowodowych (strain margin): [kN], [% RTS]	
16	Kierunek nawinięcia warstwy zewnętrznej	
17	Dopuszczalna siła przy montażu OPGW [kN]	
18	Minimalny promień gięcia podczas instalowania [mm]	
19	Minimalny promień gięcia zainstalowanego przewodu [mm]	
20	Wartość pełzania po 10 i 30 latach pracy OPGW [‰]	
21	Klasa odporności przewodu OPGW na wyładowania piorunowe wg normy PN-EN 60794-1-2	
22	Maksymalne dopuszczalne obniżenie wytrzymałości przewodu OPGW, jako skutek uszkodzenia drutów od uderzenia pioruna, które można naprawić przy pomocy oferowanego sprzętu naprawczego, przy warunku pełnego odtworzenia właściwości mechanicznych i zachowania charakterystyk transmisyjnych włókien światłowodowych [%]	

<sup>1)</sup> Dotyczy tuby optycznej



**IV. Gwarantowane przez Oferenta dane znamionowe i parametry techniczne prefabrykowanego osprzętu oplotowego dla przewodów OPGW oraz pozostałych elementów osprzętu**

L.p.	Wyszczególnienie	Wartość
1	Producent/nazwa/typ / oznaczenie przewodu	
2	Numer katalogowy i rysunek katalogowy z wymiarami i specyfikacją materiałów	
3	Średnica przewodu – zakres – do jakiej dedykowany jest dany osprzęt [mm]	
4	Określone minimalne obciążenie niszczące SMFL [kN] <sup>1)</sup>	
5	Określone minimalne obciążenie odkształcające trwale [kN] <sup>1)</sup>	
6	Określona minimalna siła wyslizgu [kN] <sup>2)</sup>	
7	Momenty odkręcenia śrub [Nm]	
8	Budowa uchwytu: <ul style="list-style-type: none"> <li>- elementy składowe,</li> <li>- materiały i sposób ochrony antykorozyjnej</li> <li>- średnia grubość powłoki ochronnej [μm]</li> <li>- minimalna grubość powłoki ochronnej [μm]</li> </ul>	
9	Wytrzymałość na prądy zwarcia [kA <sup>2</sup> s]	
10	Oświadczenie o niewystępowaniu połączeń mogących powodować korozję elektrochemiczną (T/N)	
11	Szczególne wymagania podczas eksploatacji, jeśli jest taka potrzeba	
12	Wymagania w zakresie montażu – wyszczególnienie narzędzi specjalnych	
13	Instrukcje montażowe	

Uwagi:

<sup>1)</sup> Dotyczy elementów osprzętu przenoszących naciąg przewodu

<sup>2)</sup> Dotyczy uchwytów przelotowych



**V. Gwarantowane przez Oferenta parametry mechaniczne i wymiary włókien oraz parametry transmisyjne dla przewodów OPGW**

Parametr	Wartość
Rodzaj włókna według zaleceń ITU-T i dokumentów IEC	
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1310$ nm	
Nominalna średnica pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	
Tolerancja średnicy pola modowego (MFD) dla $\lambda = 1550$ nm	
Niecentryczność pola modowego	
Średnica płaszczka	
Niekołowość płaszczka	
Efektywny współczynnik załamania ( $n_{\text{eff}}$ ) dla $\lambda = 1310$ nm	
Efektywny współczynnik załamania ( $n_{\text{eff}}$ ) dla $\lambda = 1550$ nm	
Nadmiar długości włókien w przewodzie	
Poziom testu przesiewczego (wydłużenie względne)	
Poziom testu przesiewczego (naprężenie)	
Długość fali odcięcia włókna światłowodowego w przewodzie ( $\lambda_{\text{CC}}$ )	
Tłumienność w zakresie 1310-1625 nm	
Tłumienność dla długości fali 1550 nm	
Tłumienność dla długości fali 1625 nm	
Zmiany tłumienności w zakresie 1285-1330 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1310$ nm	
Zmiany tłumienności w zakresie 1525-1575 nm względem tłumienności dla $\lambda = 1550$ nm	
Nieciągłości punktowe (pomiar OTDR, szerokość impulsu 100 ns)	
Długość fali zerowej dyspersji chromatycznej ( $\lambda_0$ )	
Nachylenie krzywej dyspersji dla $\lambda_0$	
Współczynnik dyspersji chromatycznej w zakresie 1288-1339 nm	
Współczynnik dyspersji chromatycznej dla długości fali 1550 nm	
Współczynnik PMD dla $M = 20$ , $Q = 0,01\%$ ( $\text{PMD}_Q$ ) w przewodzie	
Straty wprowadzane przez makrozgięcia włókna światłowodowego: (warunki: promień zginania, liczba zwojów, długość fali)	
Minimalny promień gięcia zapasu przewodu	

