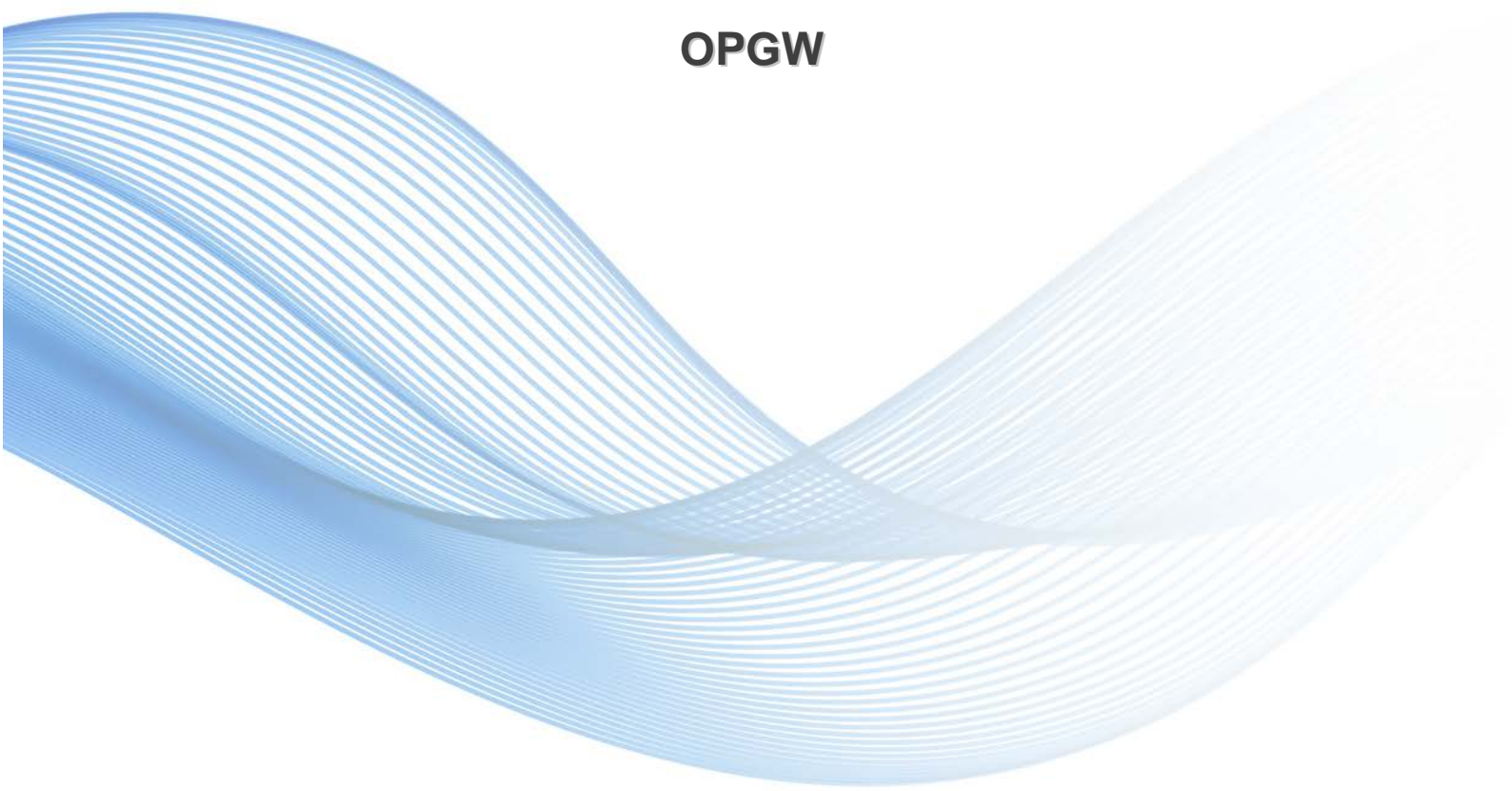


SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OPGW



| | | | | |
|---------------|-------------------|----------------|------------------|--------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| A | December 13, 2019 | Linda | Lemon | Felix |
| Wersja | Data | Wykonał | Sprawdził | Zatwierdził |

1. INFORMACJE OGÓLNE

1.1 ZAKRES

Niniejsza specyfikacja techniczna odnosi się do przewodu odgromowego skojarzonego ze światłowodem (OPGW) przeznaczonego do instalacji na liniach energetycznych najwyższych napięć. Przewód OPGW łączy w sobie funkcje klasycznego przewodu odgromowego oraz telekomunikacyjnego kabla światłowodowego.

Specyfikacja opisuje podstawowe zasady konstrukcyjne OPGW wraz z jego głównymi komponentami: jednostką optyczną zawierającą włókna światłowodowe oraz drutami zbrojenia. Dodatkowo specyfikacja zawiera informacje na temat system kontroli jakości produkcji, prób FAT, prób typu oraz pakowania. Wszystkie informacje techniczne zawarte w niniejszej specyfikacji technicznej stanowią ogólny opis produktu i nie mogą być traktowane jako gwarancja parametrów technicznych.

1.2 Opis przewodu

Przewód odgromowy skojarzony z włóknami światłowodowymi do instalacji na liniach najwyższych napięć.

1.3 Jakość

ZTT zapewnia stały wysoki poziom jakości podlegający kontroli zgodnie z systemem ISO 9001.

1.4 Niezawodność

ZTT zapewnia niezawodną pracę OPGW dzięki szeregowi prób jakościowych wykonywanych dla całej rodziny przewodów. Próby są przeprowadzane przed rozpoczęciem produkcji oraz okresowo w celu zapewnienia długotrwałej niezawodnej eksploatacji w różnych warunkach klimatycznych.

1.5 Normy związane

Przewody OPGW produkowane przez ZTT spełniają kryteria techniczne i jakościowe opisane w poniższych normach międzynarodowych :

| | |
|----------------|--|
| IEC 60793-1 | Optical fiber Part 1: Generic specifications |
| IEC 60793-2 | Optical fiber Part 2: Product specifications |
| ITU-T G.652 | Characteristics of a single-mode optical fiber cable |
| ITU-T G.655 | Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fiber and cable |
| EIA/TIA 598 B | Color code of fiber optic cables |
| IEC 60794-4-10 | Aerial optical cables along electrical power lines – Family specification for OPGW |
| IEC 60794-1-2 | Optical fiber cables-Part 1-2: Generic specification-Basic optical cable test procedures |
| IEEE1138-2009 | IEEE Standard for testing and performance for optical ground wire (OPGW) for use on electric utility power lines |
| IEC 61232 | Aluminum – clad steel wire for electrical purposes |
| IEC 60104 | Aluminum magnesium-silicon alloy wire for overhead line conductors |
| IEC 61089 | Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors |

2. WŁÓKNA ŚWIATŁOWODOWE

Stosowane włókna światłowodowe są wytwarzane w zakładach ZTT ze składników o najwyższej czystości. Na pierwszą warstwę ochronną włókien światłowodowych nakłada się warstwę akrylatu utwardzanego promieniowaniem UV będącego zasadniczą ochroną włókna przed uszkodzeniami. Szczegółowe parametry włókien światłowodowych opisano w tabeli poniżej.


W czasie całego procesu produkcji włókien kontroluje się wartość PMD w celu zapewnienia stałych parametrów technicznych włókien po umieszczeniu ich w jednostce optycznej przewodu OPGW.

Włókna jednomodowe typu G.652D w przewodzie OPGW

| Kategoria | Opis | Wymagane | Gwarantowane |
|---|--|--|--|
| Parametry transmisyjne (maximum) | Tłumienność dla fali 1310 nm (w przewodzie) | $\leq 0,35$ dB / km | ≤ 0.35 dB / km |
| | Tłumienność dla fali 1383 nm (w przewodzie) | $\leq 0,31$ dB / km | $\leq 0,31$ dB / km |
| | Tłumienność dla fali 1490nm (w przewodzie) | $\leq 0,24$ dB / km | $\leq 0,24$ dB / km |
| | Tłumienność dla fali 1550 nm (w przewodzie) | $\leq 0,21$ dB / km | ≤ 0.21 dB / km |
| | Tłumienność dla fali 1625 nm (w przewodzie) | $\leq 0,24$ dB / km | ≤ 0.24 dB / km |
| | Tłumienność dla zakresu 1285-1330 nm w porównaniu do wartości referencyjnej dla fali $\lambda = 1310$ nm | $\leq 0,10$ dB / km | ≤ 0.10 dB/km |
| | Tłumienność dla zakresu 1525-1575 nm i w porównaniu do wartości referencyjnej dla fali $\lambda = 1550$ nm | $\leq 0,05$ dB / km | ≤ 0.05 dB / km |
| | Nieciągłości punktowe (długość impulsu - 100ns) | $\geq 0,05$ dB / km | ≤ 0.05 dB / km |
| | Tłumienność dla maksimum wodnego (at 1383 ± 3 nm) | $\leq 0,4$ dB / km | $\leq 0,31$ dB / km |
| | Współczynnik dyspersji chromatycznej D: | | |
| | W zakresie 1288 - 1339 nm | $\leq 3,5$ ps/(nm·km) | ≤ 3.5 ps/(nm·km) |
| | Dla fali 1550 nm | $\leq 20,0$ ps/(nm·km) | ≤ 18.0 ps/(nm·km) |
| | Długość fali dla zera dyspersji λ_0 | $1324 \text{ nm} \geq \lambda_0$ $\geq 1300 \text{ nm}$ | $1322 \text{ nm} \geq \lambda_0$ $\geq 1302 \text{ nm}$ |
| | Nachylenie krzywej dyspersji zerowej at λ_0 | $\leq 0,093$ ps/(nm ² ·km) | ≤ 0.092 ps/(nm ² ·km) |
| | Współczynnik dyspersji polaryzacyjnej (PMD) dla fali $\lambda = 1550$ nm | $\leq 0,2$ ps/ km ^{1/2} | ≤ 0.2 ps/ km ^{1/2} |
| | Długość fali odcięcia: | | |
| | Włókna λ_c | $1330 \text{ nm} \geq \lambda_c$ $\geq 1160 \text{ nm}$ | $1330 \text{ nm} \geq \lambda_c \geq 1160 \text{ nm}$ |
| Włókna w przewodzie λ_{cc} | $\lambda_{cc} \leq 1260 \text{ nm}$ | $\lambda_{cc} \leq 1260 \text{ nm}$ | |

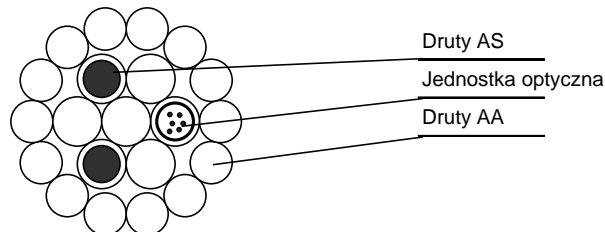
| | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------|--|
| Geometrical requirements | Znamionowe wielkość średnicy pola modów 2 n_0 dla fali $\lambda = 1310$ nm | $9,2 \pm 0,4$ nm | $9.2 \pm 0.4 \mu\text{m}$ |
| | Zakres znamionowych średnic pola modów 2 c_0 dla fali $\lambda = 1550$ nm | $10,4 \pm 0,5$ um | $10.4 \pm 0.5 \mu\text{m}$ |
| | Tolerancja znamionowej średnicy pola modów | $\pm 0,7$ nm | $\pm 0.7 \mu\text{m}$ |
| | Średnica włókna w pokryciu | $125 \pm 0,7$ um | $125 \pm 0.7 \mu\text{m}$ |
| | Niecentryczność pokrycia | $\leq 1,0\%$ | $\leq 1.0\%$ |
| | Średnica pokrycia pierwotnego: | | |
| | Włókna niebarwione | 245 ± 10 um | $245 \pm 10 \mu\text{m}$ |
| | Włókna barwione | 260 ± 10 um | $260 \pm 10 \mu\text{m}$ |
| | Niecentryczność pokrycia pierwotnego | ≤ 12 um | $\leq 6 \mu\text{m}$ (Coating / Cladding Concentricity) |
| | Nierównomierność (owalność) pokrycia pierwotnego | $\leq 12\%$ | $\leq 6\%$ (coating non-circularity) |
| | Niecentryczność pola modów | $\leq 0,5$ um | $\leq 0.5 \mu\text{m}$ (Core / Clad Concentricity error) |
| Wymagania mechaniczne | Próba przesiewowa (wydłużenie) | $\geq 0,7\%$ | $\geq 0.7\%$ |
| | Średnia wytrzymałość mechaniczna krótkich odcinków włókien fibers (0,5 m) | $\geq 3,8$ GPa (550 kpsi) | 3.8 GPa |
| | Odporność na mikrozgięcia (100 zwojów na bębnie o średnicy, $\varnothing = 50$ mm) dla fali $\lambda = 1550$ nm | $\leq 0,05$ dB | ≤ 0.05 dB |
| | Siła zdejmowania (korowania) pokrycia: | | |
| | max. | 8,9 N | 8.9 N |
| min. | 1,3 N | 1.3 N | |
| Wymagania środowiskowe | Stabilność temperaturowa tłumienności dla zakresu temperatur od -60°C do $+85^\circ\text{C}$ dla fal $\lambda=1310\text{nm}$, $\lambda=1550\text{nm}$, $\lambda=1625\text{nm}$ | $\leq 0,05$ dB/km | ≤ 0.05 dB/km |

3. KONSTRUKCJA PRZEWODU

| | | | |
|--|---|------------|----------------|
|  ZTT Group | 11817 48 12,2 | Serial No: | ZTT2019 |
| | OPGW Cable Specyfikacja techniczna | Bid No: | OPGW |

Typ przewodu **OPGW-48G652-2S-134 [55.8;150.1]**

Przekrój poprzeczny



| Konstrukcja | Materiał | | Ilość | | Wymiary/parametry | |
|-------------|----------------|-------|--------------------|----|-------------------|---------|
| | Włókna | G.652 | 48 | | | |
| Rdzeń | Druty AA | 1 | | | Średnica | 3.50 mm |
| Warstwa 1 | Druty AS 20.3% | 2 | Druty AS | 3 | Średnica | 3.25 mm |
| | Rurka SUS | 1 | Włókna (wszystkie) | 48 | Średnica | 3.20 mm |
| Warstwa 2 | | | Druty AA | 14 | Średnica | 2.75 mm |

| Parametry techniczne | Zgodnie z normami IEC, IEEE | |
|--|---|----------------|
| | Przewód: rdzeń i druty 1-j warstwy oplotu - smarowane | |
| Kierunek skrętu warstwy zewnętrznej - prawoskrętne Z | | |
| Średnica przewodu | 15.50 mm | |
| Waga przewodu | 454 kg/km | |
| Obliczeniowy przekrój poprzeczny | 134.3 mm ² | |
| Przekrój drutów AS | 16.59 mm ² | |
| Przekrój drutów AA | 117.66 mm ² | |
| Znamionowa wytrzymałość na rozciąganie (RTS) | 55.8 kN | |
| Moduł Younga | 77.0 kN/mm ² | |
| Współczynnik rozszerzalności liniowej (temperaturowy) | 20.4 ×10 ⁻⁶ /°C | |
| Maksymalne naprężenie robocze (42% RTS) | 174.5 N/mm ² | |
| Naprężenie codzienne (EDS) (16%~25% RTS) | 66.5 ~103.8 N/mm ² | |
| Maksymalne naprężenie przewodu dopuszczalne krótkotrwale (72% RTS) | 299.1 N/mm ² | |
| Oporność DC | 0.267 Ω/km | |
| Prąd zwarcioowy (1s, 35°C~180°C) | 12.3 kA | |
| I ² t (35°C~180°C) | 150.06 kA ² S | |
| Prąd zwarcioowy (1s, 35°C~200°C) | 12.9 kA | |
| I ² t (35°C~200°C) | 166.21 kA ² S | |
| Prąd zwarcioowy (1s, 20°C~200°C) | 13.6 kA | |
| I ² t (20°C~200°C) | 185.40 kA ² S | |
| Prąd zwarcioowy (1s, 20°C~180°C) | 13.0 kA | |
| I ² t (20°C~180°C) | 169.25 kA ² S | |
| Prąd zwarcioowy (1s, 40°C~200°C) | 12.7 kA | |
| I ² t (40°C~200°C) | 160.04 kA ² S | |
| Minimalny promień gięcia | W czasie instalacji 310 mm | |
| | W czasie eksploatacji 232 mm | |
| Współczynnik Siła/Waga (Pull and Weight) | 12.5 km | |
| Zakres temperatur | W czasie instalacji | -10°C ~ +50 °C |
| | W czasie transportu i eksploatacji | -40°C ~ +85 °C |

Uwagi: Wszystki wymiary i wagi są wartościami znamionowymi

Tolerancja średnic: ±1%; Tolerancja wagi: ±2%;

| | | | | | |
|-------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|------------|
| Rev. ZTT-TD | Konstruktor | <i>linda.cai</i> | Zatwierdził | <i>Lemon Lu</i> | 2019-11-30 |
|-------------|-------------|------------------|-------------|-----------------|------------|

4. KODOWANIE WŁÓKIEN W JEDNOSTCE OPTYCZNEJ

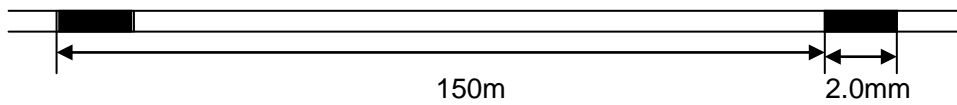
4.1 Sposób barwienia włókien światłowodowych opisano w tabeli poniżej:

Typowa liczba włókien: 72

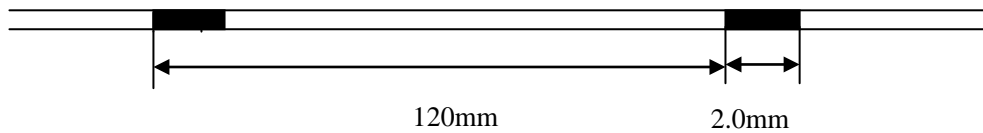
| Uwaga | Numer włókna i kolor | | | | | |
|-------------------------------|----------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Bez kolorowego pierścienia | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Z kolorowym pierścieniem S150 | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Z kolorowym pierścieniem S120 | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 |
| Z kolorowym pierścieniem S90 | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| Z kolorowym pierścieniem S60 | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |
| Z kolorowym pierścieniem D160 | Niebieski | Pomarańczowy | Zielony | Brązowy | Szary | Biały |
| | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| | Czerwony | Naturalny | Żółty | Fiolet | Różowy | Wodny |
| | | | | | | |

Kolorowe pierścienie:

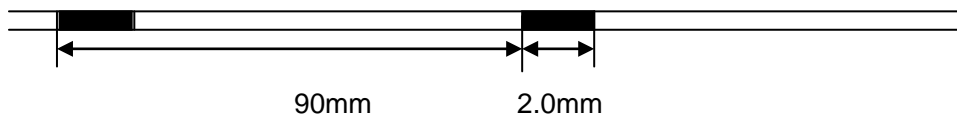
S150: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 150mm od siebie:



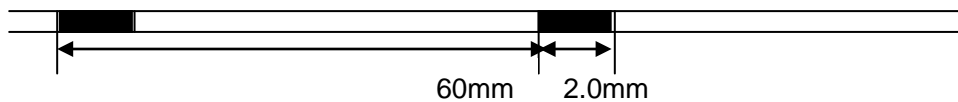
S120: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 120mm od siebie:



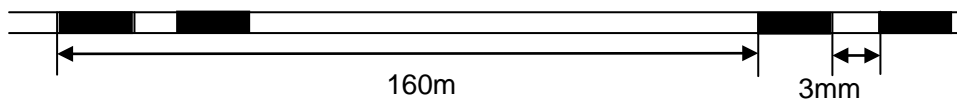
S90: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 90mm od siebie:



S60: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 60mm od siebie:



D160: Podwójne czarne znaczniki w odległości 3mm od siebie i 160mm między parami znaczników:



5. TESTY OPGW

5.1 Informacje ogólne

W przypadku OPGW przeprowadza się trzy rodzaje testów:

- Testy rutynowe (prowadzone według wewnętrznego planu zapewnienia jakości)
- Testy kontrolno-odbiorcze (FAT, w obecności klienta)
- Testy typu (tylko w przypadku nowych konstrukcji, powtarzane okazjonalnie)

Wszystkie testy OPGW powinny być przeprowadzane zgodnie z odpowiednimi normami lub uzgodnieniami między kupującym a producentem.

Zasadniczo testy są przeprowadzane według IEC 60794-4-10, jednakże jeżeli jest to konieczne, mogą być przeprowadzane według IEEE Std. 1138.

Testy typu (Type test)

Wynik testu typu może być uznany za ważny jeżeli producent przedstawi certyfikat z prób dla wyrobu należącego do tej samej rodziny przewodów, wystawiony przez niezależne i uznane laboratorium lub jednostkę akredytującą. Jeżeli wymagane jest przeprowadzenie testu typu, to powinien być wykonany według dodatkowej procedury, której zakres uzgadniają między sobą producent i kupujący.

Testy rutynowe (Routine test)

Tłumienność wszystkich wyprodukowanych odcinków OPGW jest mierzona zgodnie z normą IEC 60793-1-C1C (OTDR, metoda wstecznego pomiaru widma). Tłumienność standardowych włókien jednomodowych jest mierzona dla dwóch długości fal 1310nm oraz 1550nm. Włókna o niezerowej przesuniętej dyspersji (NZDS) są mierzone dla fali o długości 1550nm.

Testy kontrolno-odbiorcze (Factory Acceptance Test)

Testy kontrolno-odbiorcze są wykonywane na próbkach pobranych w obecności kupującego. Zakres tych testów jest określony przez odpowiednie normy oraz umowę między kupującym i producentem.

5.2 Tabela prób

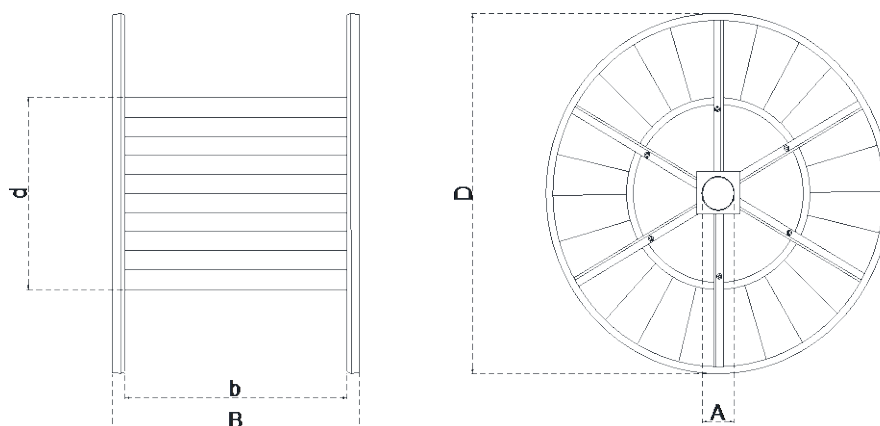
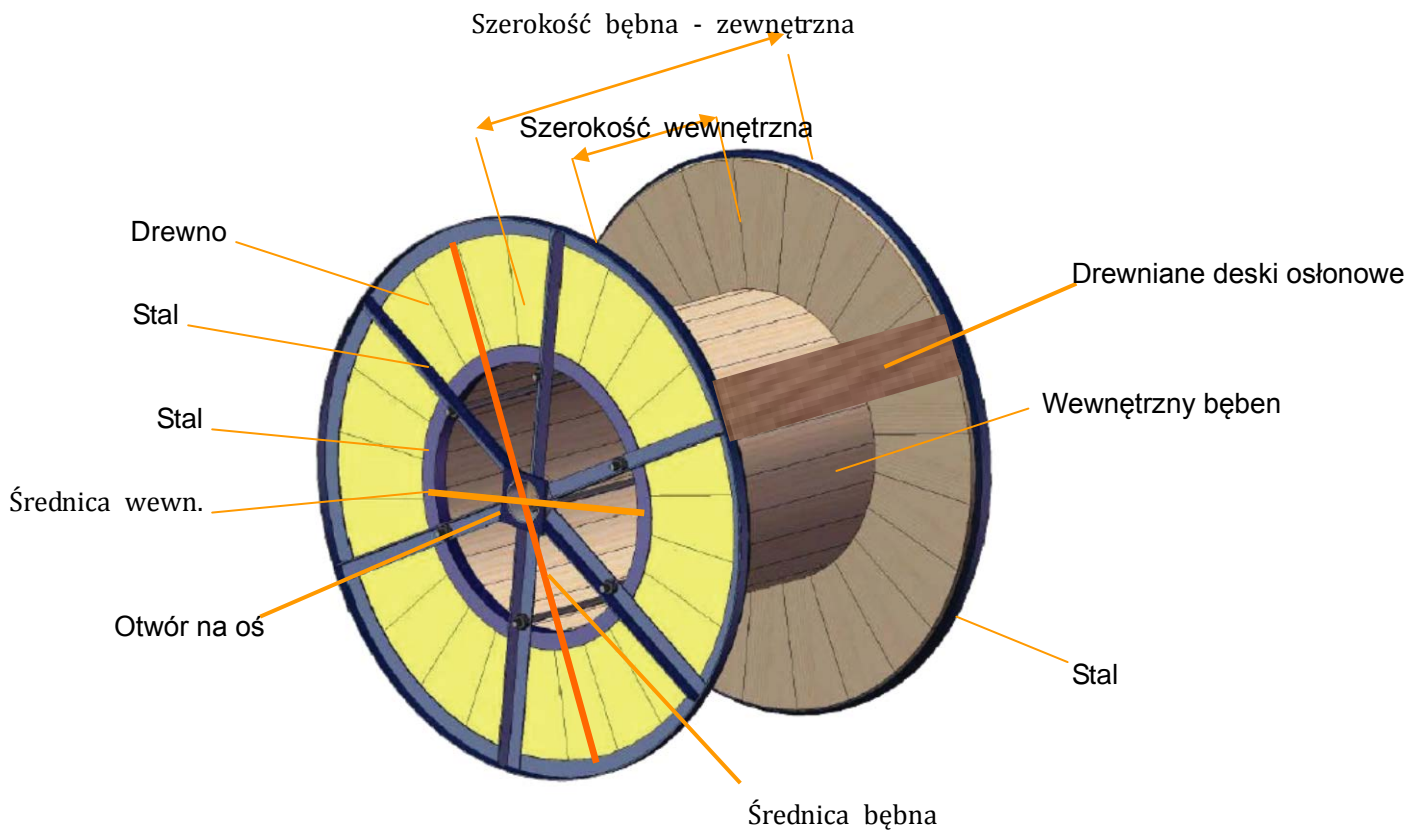
Tabela poniżej określa zakres testów prowadzonych według danej procedury (zakresu).

| | Rutynowe | FAT | Testy typu | Norma związana |
|---|----------|-----|------------|--------------------|
| Testy włókien | | | | |
| Średnica pola modów | | | | IEC 60793-1-45 |
| Wymiary geometryczne | | | | IEC 60793-1-20 |
| Tłumienność (OTDR) | • | • | | IEC 60793-1-40 |
| Dyspersja chromatyczna | | | | IEC 60793-1-42 |
| Długość fali odcięcia (w przewodzie) | | | | IEC 60793-1-44 |
| Testy drutów przed skręceniem | | | | |
| Średnica | • | • | | IEC61232/ IEC60104 |
| Wytrzymałość na rozciąganie | • | • | | IEC61232/ IEC60104 |
| Wydłużenie przy zerwaniu | • | • | | IEC61232/ IEC60104 |
| Nawijanie na rolki (Tylko druty AA) | • | • | | IEC60104 |
| Oporność | • | • | | IEC61232/ IEC60104 |
| Grubość pokrycia Al (Tylko druty ACS) | • | • | | IEC61232 |
| Przewijanie przez rolki (Tylko druty ACS) | • | • | | IEC61232 |
| Testy na OPGW | | | | |
| Jakość powierzchni | • | • | | IEC 60794-4-10 |
| Kierunek skrętu warstwy zewnętrznej | • | • | | IEC 60794-4-10 |
| Długość skrętki | • | • | | IEC 60794-4-10 |
| Średnica przewodu | • | • | | IEC 60794-4-10 |
| Waga przewodu | • | • | | IEC 60794-4-10 |
| Oporność DC | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Określenie rzeczywistego RTS | | • | • | IEC 60794-4-10 |
| Test Stress Strain | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Próba wytrzymałości na rozciąganie | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Przewijanie przez rolki | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Testy odporności na drgania aeolskie | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Test galopingu | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Próba pełzania | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Test odporności na cykliczne zmiany temperatury | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Test oenetracji wody | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Short circuit current test | | | • | IEC 60794-4-10 |
| Test odporności na wyładowania piorunowe | | | • | IEC 60794-4-10 |

Uwaga: Znak “•” oznacza konieczność wykonania testu według danej procedury.

6. PAKOWANIE I BĘBNY

OPGW jest nawijane na bezzwrotne bębny drewniane lub bezzwrotne bębny stalowo-drewniane. Oba końce OPGW powinny być bezpiecznie przymocowane do kołnierza bębna i zabezpieczone kapturkami termokurczliwymi. Na kołnierzu bębna nanosi się oznaczenia wymagane przez kupującego zgodnie z jego instrukcjami.



| Średnica przewodu (mm) | Długość odcina OPGW (m) | Wymiary bębnow i waga | | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|----|-----|----|----------|------|
| | | D | b | B | d | A | waga |
| | | cm | cm | cm | cm | cm | kg |
| 15.5-16.0 | 2000 | 130 | 90 | 110 | 80 | 10.5±0.5 | 190 |
| | 3000 | 150 | 90 | 110 | 80 | 10.5±0.5 | 230 |
| | 4000 | 160 | 90 | 110 | 80 | 10.5±0.5 | 260 |
| | 5000 | 180 | 90 | 110 | 90 | 10.5±0.5 | 370 |