

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 nm $\geq \lambda_0$ ≥ 1300 nm	1322 nm $\geq \lambda_0$ ≥ 1302 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 nm $\geq \lambda_c$ ≥ 1160 nm	1330 nm $\geq \lambda_c \geq 1160$ nm
	Włókna w przewodzie λ_{cc}	$\lambda_{cc} \leq 1260$ nm	$\lambda_{cc} \leq 1260$ nm

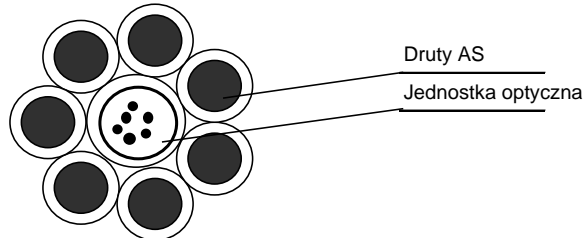
Geometrical requirements	Znamionowe wielkość średnicy pola modów $2 n_0$ dla fali $\lambda = 1310 \text{ nm}$	$9,2 \pm 0,4 \text{ nm}$	$9.2 \pm 0.4 \mu\text{m}$
	Zakres znamionowych średnic pola modów $2 c_0$ dla fali $\lambda = 1550 \text{ nm}$	$10,4 \pm 0,5 \text{ um}$	$10.4 \pm 0.5 \mu\text{m}$
	Tolerancja znamionowej średnicy pola modów	$\pm 0,7 \text{ nm}$	$\pm 0.7 \mu\text{m}$
	Średnica włókna w pokryciu	$125 \pm 0,7 \text{ um}$	$125 \pm 0.7 \mu\text{m}$
	Niecentryczność pokrycia	$\leq 1,0\%$	$\leq 1.0\%$
	Średnica pokrycia pierwotnego:		
	Włókna niebarwione	$245 \pm 10 \text{ um}$	$245 \pm 10 \mu\text{m}$
	Włókna barwione	$260 \pm 10 \text{ um}$	$260 \pm 10 \mu\text{m}$
	Niecentryczność pokrycia pierwotnego	$\leq 12 \text{ um}$	$\leq 6 \mu\text{m}$ (Coating / Cladding Concentricity)
	Nierównomierność (owalność) pokrycia pierwotnego	$\leq 12\%$	$\leq 6\%$ (coating non-circularity)
	Niecentryczność pola modów	$\leq 0,5 \text{ um}$	$\leq 0.5 \mu\text{m}$ (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)	$\geq 3,8 \text{ GPa}$ (550 kpsi)	3.8 GPa
	Odporność na mikrozgięcia (100 zwojów na bębnie o średnicy, $\varnothing = 50 \text{ mm}$) dla fali $\lambda = 1550 \text{ nm}$	$\leq 0,05 \text{ dB}$	$\leq 0.05 \text{ dB}$
	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 $\lambda = 1310 \text{ nm}$, $\lambda = 1550 \text{ nm}$, $\lambda = 1625 \text{ nm}$	$\leq 0,05 \text{ dB/km}$	$\leq 0.05 \text{ dB/km}$

3. KONSTRUKCJA PRZEWODU

 ZTT Group	30SA45 48 4,2	Serial No:	ZTT2019
	OPGW Specyfikacja techniczna	Bid No:	OPGW

Typ przewodu: **OPGW-48G652-1C-45 [37.3;17.9]**

Przekrój poprzeczny



Konstrukcja	Materiał		Ilość		Wymiary/parametry	
	Włókna	G.652	48			
	Środek	Rurka SUS	1	Włókna	48	Średnica 3.80 mm
	Warstwa 1	Druty AS 30%	7			Średnica 2.85 mm

Parametry techniczne	Zgodnie z normami IEC, IEEE	
	Przewód: centralna jednostka optyczna i druty 1-j warstwy oplotu - smarowane	
Kierunek skrętu warstwy zewnętrznej - prawoskrętne Z		
Średnica przewodu	9.50 mm	
Waga przewodu	279 kg/km	
Obliczeniowy przekrój poprzeczny	45 mm ²	
Przekrój drutów AS	44.66 mm ²	
Znamionowa wytrzymałość na rozciąganie (RTS)	37.3 kN	
Moduł Younga	132.0 kN/mm ²	
Współczynnik rozszerzalności liniowej (temperaturowy)	13.8 x10 ⁻⁶ /°C	
Maksymalne naprężenie robocze (42% RTS)	351.1 N/mm ²	
Naprężenie codzienne (EDS) (16%~25% RTS)	133.8 ~209 N/mm ²	
Maksymalne naprężenie przewodu dopuszczalne krótkotrwale (72% RTS)	601.9 N/mm ²	
Oporność DC	1.305 Ω/km	
Prąd zwarciaowy (1s, 20°C~200°C)	4.2 kA	
I ² t (1s, 20°C~200°C)	17.9 kA ² s	
Prąd zwarciaowy (1s, 20°C~180°C)	4.1 kA	
I ² t (1s, 20°C~180°C)	16.7 kA ² s	
Prąd zwarciaowy (1s, 35°C~180°C)	3.9 kA	
I ² t (1s, 35°C~180°C)	15.5 kA ² s	
Prąd zwarciaowy (1s, 35°C~200°C)	4.0 kA	
I ² t (1s, 35°C~200°C)	16.3 kA ² s	
Prąd zwarciaowy (1s, 40°C~200°C)	4.0 kA	
I ² t (1s, 40°C~200°C)	15.8 kA ² s	
Minimalny promień gięcia:		
W czasie instalacji:	190 mm	
W czasie eksploatacji:	142 mm	
Współczynnik Siła/Waga (Pull and Weight)	13.7 km	
Zakres temperatur	W czasie instalacji	-10°C ~ +50 °C
	W czasie transportu i eksploatacji	-40°C ~ +85 °C

Uwagi Wszystkie 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>	2019-11-29
-------------	-------------	------------------	-------------	-----------------	------------

4. KODOWANIE WŁÓKIEN W JEDNOSTCE OPTYCZNEJ

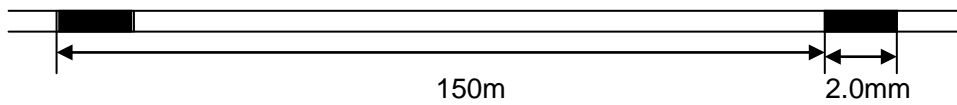
4.1 Sposób barwienia włókien światłowodowych opisano w tabeli poniżej:

Typowa liczba włókien: 72

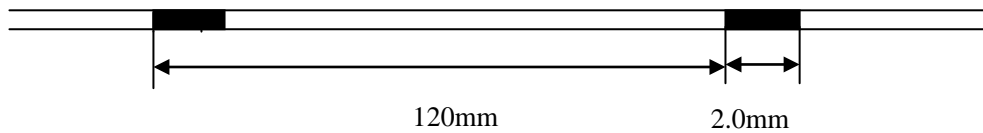
Uwaga	Numer włókna i kolor					
	1	2	3	4	5	6
Bez kolorowego pierścienia	Niebieski	Pomarańczowy	Zielony	Brązowy	Szary	Biały
	7	8	9	10	11	12
	Czerwony	Naturalny	Żółty	Fiolet	Różowy	Wodny
	13	14	15	16	17	18
Z kolorowym pierścieniem S150	Niebieski	Pomarańczowy	Zielony	Brązowy	Szary	Biały
	19	20	21	22	23	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:

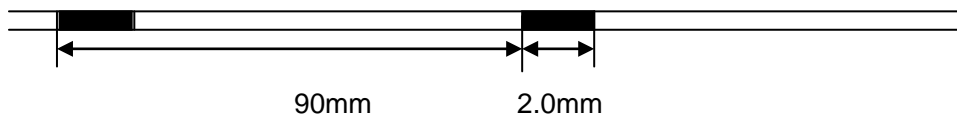
S150: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 150mm od siebie:



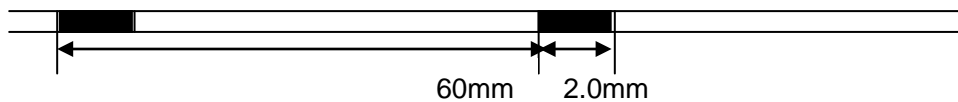
S120: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 120mm od siebie:



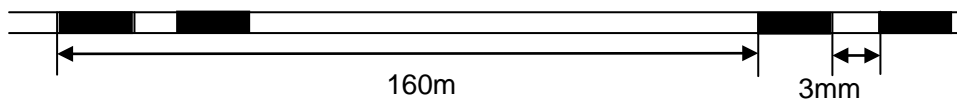
S90: Pojedyncze czarne znaczniki szerokości 2mm w odległości 90mm od siebie:



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

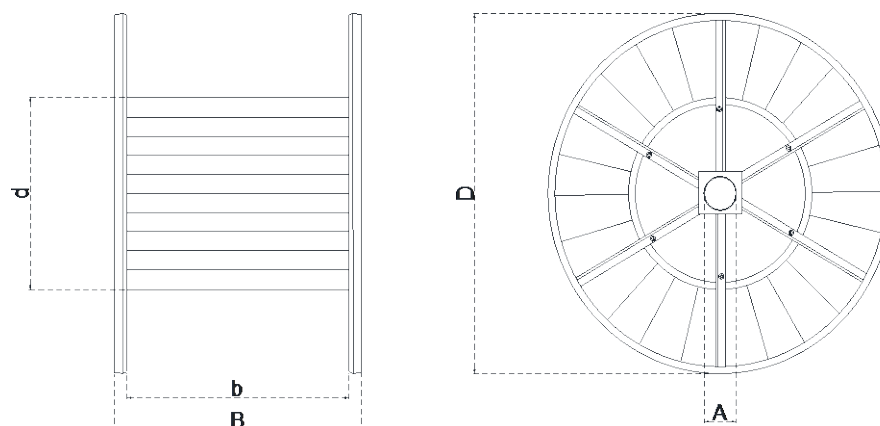
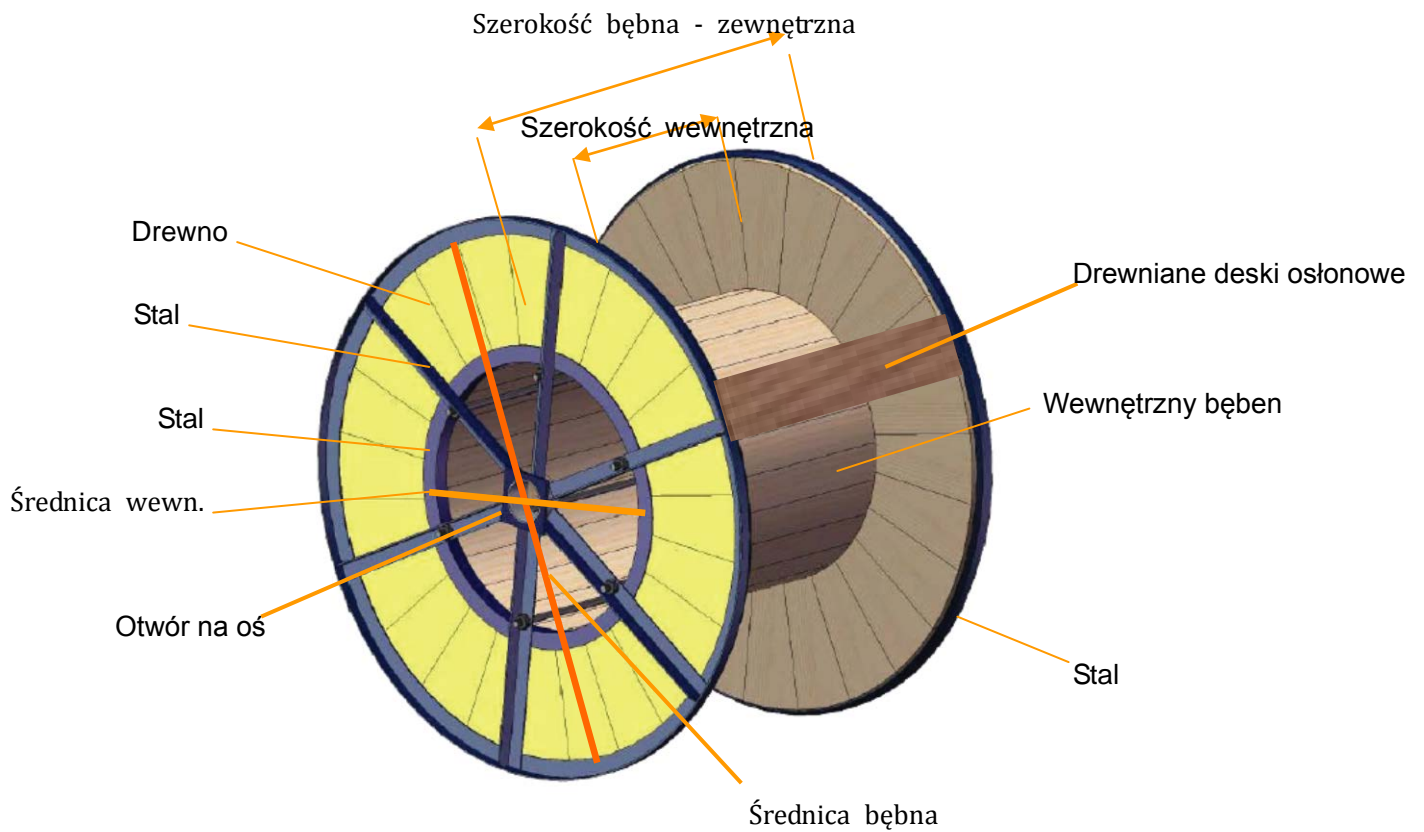
Tabela poniżej określa zakres testów prowadzonych według danej procedury (zakresu).

	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
9.5-10.0	2000	120	90	110	80	10.5±0.5	170
	3000	120	90	110	80	10.5±0.5	170
	4000	130	90	110	80	10.5±0.5	190
	5000	130	90	110	80	10.5±0.5	190