

Załącznik nr 9  
do zarządzenia Nr 2/2009  
Zarządu PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.  
z dnia 2 marca 2009 r.



**PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.**

**DOKUMENT NORMATYWNY**  
**01-4/ET/2008**  
**Liny (przewody wielodrutowe gołe)**  
**let-114**

**Warszawa, 2008 rok**

Właściciel: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Wydawca: PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Centrala  
Biuro Energetyki  
ul. Targowa 74, 03-734 Warszawa  
tel. 22 47 336 50  
[www.plk-sa.pl](http://www.plk-sa.pl), e-mail: [ien@plk-sa.pl](mailto:ien@plk-sa.pl)

Wszelkie prawa zastrzeżone.  
Modyfikacja, wprowadzanie do obrotu, publikacja, kopiowanie i dystrybucja  
w celach komercyjnych, całości lub części instrukcji,  
bez uprzedniej zgody PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. – są zabronione

## Spis treści

1. Dane ogólne .....	5
1.1. Nazwa wyrobu .....	5
1.2. Typy wyrobu.....	5
1.2.1. Przewody miedziane wielodrutowe gołe .....	5
1.2.2. Przewody miedziane wielodrutowe gołe w stanie miękkim .....	5
1.2.3. Przewody aluminiowe .....	5
1.2.4. Przewody stalowo-aluminiowe.....	6
1.2.5. Przewody stalowe ocynkowane .....	6
1.3. Zakres zastosowania .....	6
2. Wymagania .....	7
2.1. Wymagania techniczne .....	7
2.2. Wymagania szczegółowe.....	8
2.2.1. Przewody miedziane.....	8
2.2.2. Przewody aluminiowe .....	9
2.2.3. Przewody stalowo-aluminiowe.....	9
2.2.4. Przewody stalowe .....	10
2.3. Wymagania dotyczące zapewnienia jakości .....	10
3. Badania .....	11
4. Opis badań i kryteria oceny .....	12
4.1. Sprawdzenie wykonania przewodów .....	12
4.2. Oględziny .....	12
4.3. Sprawdzenie wymiarów .....	13
4.4. Sprawdzenie materiałów .....	13
4.5. Sprawdzenie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu drutów	13
4.6. Sprawdzenie ciągłości powłoki cynkowej .....	14
4.7. Sprawdzenie masy powłoki cynkowej .....	14
4.8. Sprawdzenie przyczepności i plastyczności powłoki cynkowej .....	14
4.9. Sprawdzenie rezystywności drutów .....	15
4.10. Sprawdzenie pakowania .....	15
5. Ocena zgodności.....	16
6. Dokumenty związane .....	16

PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A.

## 1. Dane ogólne

Niniejsza część opracowania określa wymagania techniczne stawiane linom (przewodom wielodrutowym gołym) jako elementom konstrukcyjnym przeznaczonym do budowy i eksploatacji kolejowej sieci trakcyjnej.

### 1.1. Nazwa wyrobu

Przewody gołe do budowy sieci trakcyjnych i elektroenergetycznych linii napowietrznych

### 1.2. Typy wyrobu

#### 1.2.1. Przewody miedziane wielodrutowe gołe

Na podstawie normy [1] powinno się stosować następujące gołe wielodrutowe przewody wykonane z miedzi:

- a) L10 o przekroju 10 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-1;
- b) L25 o przekroju 25 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-2;
- c) L35 o przekroju 35 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-3;
- d) L50 o przekroju 50 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-4;
- e) L70 o przekroju 70 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-5;
- f) L95 o przekroju 95 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-6;
- g) L120 o przekroju 120 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-7;
- h) L150 o przekroju 150 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-8.

Wielodrutowy miedziany przewód L10 o przekroju 10 mm<sup>2</sup>, nr kat. 9811-1, produkowany wg Specyfikacji Tele-Fonika Kable S.A. dla którego wymagania przedstawiono w tablicach 1 i 2.

#### 1.2.2. Przewody miedziane wielodrutowe gołe w stanie miękkim

Na podstawie normy [3] powinno się stosować następujące gołe przewody miedziane wielodrutowe w stanie miękkim:

- a) L<sub>2</sub>95 o przekroju 95 mm<sup>2</sup>, 18+12+6+1 drutów o średnicy 1,80 mm, nr kat. 9812-6;
- b) L<sub>2</sub>185 o przekroju 185 mm<sup>2</sup>, 18+12+6+1 drutów o średnicy 2,52 mm, nr kat. 9812-9;
- c) L<sub>2</sub>185 o przekroju 185 mm<sup>2</sup>, 9x(18+12+6+1) drutów o średnicy 0,86 mm, nr kat. 9815-9.

#### 1.2.3. Przewody aluminiowe

Powinno się stosować następujące przewody aluminiowe:

- a) AL70 o przekroju 70 mm<sup>2</sup> wg Dok. Norm. tabl. 3, nr kat. 9821-5;

- b) AL95 o przekroju  $95 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 3, nr kat. 9821-6.  
Wymagania dla tych przewodów przedstawiono w tablicy 3 i 4.

#### 1.2.4. Przewody stalowo-aluminiowe

Powinno się stosować następujące przewody stalowo-aluminiowe:

- a) AFL6-35 o przekroju  $34,35 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822;
- b) AFL6-50 o przekroju  $48,25 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822;
- c) AFL6-70 o przekroju  $66,58 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822-5;
- d) AFL6-95 o przekroju  $90,05 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822-6;
- e) AFL6-120 o przekroju  $122,6 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822-7;
- f) AFL6-185 o przekroju  $183,8 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822;
- g) AFL-6-240 o przekroju  $236,1 \text{ mm}^2$  wg Dok. Norm. tabl. 5, nr kat. 9822.

Wymagania dla tych przewodów przedstawiono w tablicach 5 i 6.

#### 1.2.5. Przewody stalowe ocynkowane

Jako przewody stalowe ocynkowane powinno się stosować przewody O/FL 70/19 o przekroju  $72,2 \text{ mm}^2$  wg tabl. 7 i normy [4], nr kat. 9831-5.

Wymagania dla tych przewodów przedstawiono w tablicy 7.

W powyższych punktach oznaczono rodzaje przewodów zgodnie z „*Katalogiem sieci trakcyjnej*”, Warszawa 2004 wraz z uaktualnieniami.

### 1.3. Zakres zastosowania

Przewody miedziane są stosowane w budowie sieci trakcyjnych i elektroenergetycznych linii napowietrznych:

- a) L10 - jako linki wieszakowe;
- b) L25 - jako linki podwieszeń elastycznych;
- c) L35 - jako linki podwieszeniowe i odciągów sieci;
- d) L95, L120, L150 - jako liny nośne (i wzmacniające);
- e) L<sub>2</sub>95 (nr kat. 9812-6), L<sub>2</sub>185 (nr kat. 9812-9), L<sub>2</sub>185 (nr kat. 9815-9) - jako przewody połączeń elektrycznych (międzysekcyjnych, rozjazdowych, odłącznikowych, odgromnikowych, lin wzmacniających).
- f) Przewody aluminiowe (AL70, AL95) są stosowane jako przewody uszyniające konstrukcje mocujące na słupach żelbetowych.
- g) Przewody stalowo-aluminiowe (AFL6-35, AFL6-50, AFL6-70, AFL6-95, AFL6-120, AFL6-185, AFL6-240) są stosowane jako przewody robocze zasilaczy napowietrznych 3 kV sieci trakcyjnych, linii napowietrznych 15, 20, 30, 110 kV zasilających podstacje trakcyjne, linii potrzeb nietrakcyjnych 15 kV, przewody wzmacniające, uszynień grupowych konstrukcji wsporczych.
- h) Przewody stalowe ocynkowane (O/FL 70) są stosowane jako liny kotwienia środkowego.

## 2. Wymagania

Wyrób powinien być produkowany zgodnie z obowiązującą dokumentacją konstrukcyjną i technologiczną, z materiałów określonych w zestawieniu materiałowym i spełniać wymagania określone w niniejszym Dokumencie Normatywnym. Producent zobowiązany jest do ciągłego nadzorowania jakości zgodnie z przyjętym systemem zapewnienia jakości wyrobu.

Przewody wielodrutowe gołe powinny być eksploatowane przez okres co najmniej 30 lat – do remontu kapitalnego sieci.

### 2.1. Wymagania techniczne

Wymagania techniczne dla przewodów gołych wielodrutowych dotyczą:

- a) sposobu wykonania:  
przewody bez izolacji elektrycznej skręcone z 19, 37 (lub większej ilości) drutów. Kierunek skrętu zewnętrznej warstwy drutów – prawy, warstw wewnętrznych – przemienne: lewy i prawy. Przewody powinny być skręcone współśrodkowymi warstwami ze skokiem nie przekraczającym 18-krotnej średnicy danej warstwy w przypadku warstw wewnętrznych oraz 14-krotnej średnicy warstwy zewnętrznej przewodu.
- b) zastosowanych materiałów:  
druty przewodów wykonane:
  - z miedzi M1E (99,9% Cu),
  - z aluminium (99,5 % Al.),
  - ze stali według [11].
- c) wymiarów:  
zakres wymiarów znamionowych średnic drutów, z których wykonane są przewody:  $\varnothing = 0,51 \div 2,80$  mm.
- d) wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu:
  - miedź twarda – min. 363 MPa, wydłużenie – min. 0,9 %,
  - miedź miękka – min. 200 MPa, wydłużenie – min. 20 %,
  - aluminium – min. 168 MPa, wydłużenie – min. 1,5 %,
  - stal – min. 1275 MPa, wydłużenie – min 5 %.
- e) ochrony antykorozyjnej:  
dotyczy tylko drutów stalowych. Druty powinny być pokryte powłoką ochronną z cynku Raf lub elektrolitycznym wg [10].
- f) rezystywności drutów:
  - druty z miedzi elektrolitycznej – max. 0,0180  $\mu\Omega$ m,
  - druty z aluminium – max. 0,0287  $\mu\Omega$ m.
- g) konfekcjonowania:  
przewody powinny być dostarczane na oznakowanych bębnach.

## 2.2. Wymagania szczegółowe

### 2.2.1. Przewody miedziane

Budowę przewodów rodzaju L przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy [mm <sup>2</sup> ]	Liczba drutów	Średnica znamionowa drutu [mm]
L	10	7x7	0,51
	25	7	2,13
	35	7	2,52
	70	19	2,17
	95	19	2,52
	120	19	2,80
	150	37	2,26

Dane obliczeniowe niektórych własności przewodów rodzaju L przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2

Przekrój przewodu		Średnica obliczeniowa	Obliczeniowa siła zrywająca <sup>1)</sup>	Obliczeniowa rezystancja 1 km przy 20°C	Masa obliczeniowa
znamionowy	obliczeniowy				
mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	mm	kN	Ω	kg
10	-	4,59	3,20÷3,80	1,80	91
25	24,94	6,39	8,60	0,7361	226
35	34,91	7,56	12,03	0,5259	316
70	70,27	10,85	24,22	0,2613	637
95	94,76	12,60	32,67	0,1938	859
120	117,00	14,00	40,32	0,1570	1060
150	148,4	15,82	51,15	0,1237	1345

<sup>1)</sup> w przypadku wykonywania badań wytrzymałości na zerwanie całego przewodu używane wartości wytrzymałości mogą wynosić 95% wartości podanych w tablicy



### 2.2.2. Przewody aluminiowe

Budowę przewodów aluminiowych oraz dane obliczeniowe niektórych ich własności przedstawiono w tablicach 3 i 4.

Tablica 3

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy	Liczba drutów	Średnica znamionowa drutu
	[mm <sup>2</sup> ]	n	[mm]
AL	70	19	2,17 ± 0,05
	95	19	2,52 ± 0,06

Tablica 4

Własności przewodów AL.	Przekrój znamionowy przewodów [mm <sup>2</sup> ]	
	70	95
Przekrój obliczeniowy przewodu, [mm <sup>2</sup> ]	70,27	94,76
Średnica obliczeniowa, [mm]	10,85	12,60
Obliczeniowa siła zrywająca przewód, [N]	11450	14740
Rezystancja obliczeniowa 1 km przewodu przy temperaturze 20°C, [Ω]	0,4166	0,3090
Masa obliczeniowa 1 km przewodu, [kg]	194	261

### 2.2.3. Przewody stalowo-aluminiowe

Budowę przewodów stalowo-aluminiowych oraz dane obliczeniowe niektórych ich własności przedstawiono w tablicach 5 i 6.

Tablica 5

Rodzaj przewodu	Nazwa przewodu	Przekrój znamionowy części aluminiowej, [mm <sup>2</sup> ]	Budowa rdzenia z drutów stalowych		Budowa warstw z drutów aluminiowych	
			liczba drutów	średnica znamionowa drutu, [mm]	liczba drutów w warstwach	średnica znamionowa drutu, [mm]
AFL6	Przewód stalowo-aluminiowy (AF), goły wielodrutowy (L) o znamionowym stosunku przekrojów stali do aluminium 1:6	35	1	2,70±0,10	6	2,70±0,06
		50	1	3,20±0,10	6	3,20±0,07
		70	7	1,45±0,06	7	3,48±0,07
		95	7	1,65±0,08	10+16	2,10±0,05
		120	7	1,95±0,08	10+16	2,45±0,05
		185	7	2,40±0,10	10+16	3,00±0,06
		240	7	2,70±0,10	10+16	3,40±0,07

Tablica 6

Własności przewodów AFL6		Przekrój znamionowy części aluminiowej [mm <sup>2</sup> ]						
		35	50	70	95	120	185	240
Przekrój obliczeniowy, [mm <sup>2</sup> ]	rdzenia	5,73	8,04	11,56	14,97	20,91	31,67	40,08
	części alumin.	34,35	48,25	66,58	90,05	122,6	183,8	236,1
	całego przewodu	40,08	56,29	78,14	105,00	143,5	215,5	276,2
Stosunek przekroju obliczeniowego aluminium do przekroju obliczeniowego rdzenia		5,99	6,00	5,76	6,02	5,86	5,80	5,89
Średnica obliczeniowa, [mm]	rdzenia	2,7	3,2	4,35	11,31	5,85	7,20	8,10
	przewodu	8,1	9,6	4,95	13,35	15,65	19,20	21,70
Obliczeniowa siła zrywająca przewód, [N]		12199	16799	23654	32627	44542	65714	82798
Rezystancja obliczeniowa 1 km przewodu przy temperaturze 20°C, [Ω]		0,8522	0,6063	0,4425	0,3251	0,2388	0,1593	0,1240
Masa obliczeniowa 1 km, [kg]	rdzenia	45,0	63,1	93	120	167	253	321
	drutów alumin.	94,7	133	183	248	338	506	650
	całego przewodu	140	196	276	368	505	759	971

### 2.2.4. Przewody stalowe

Budowę przewodów stalowych przedstawiono w tablicy 7.

Tablica 7

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy [mm <sup>2</sup> ]	Średnica drutu ocynkowanego [mm]		Liczba drutów	Przekrój obliczeniowy [mm <sup>2</sup> ]	Średnica obliczeniowa [mm]	Przybliżona masa 1km [kg]
		Znamionowa	Dopuszczalne odchyłki				
O/FL	70	2,2	$\frac{+0,10}{-0,04}$	19	72,2	11,00	580

### 2.3. Wymagania dotyczące zapewnienia jakości

System zarządzania jakością produkcji u Producenta powinien umożliwiać identyfikację dostaw podstawowych materiałów i podzespołów wykorzystywanych do produkcji, oraz identyfikację wyrobu.

Prowadzona dokumentacja powinna być czytelna i datowana, oraz umożliwić jednoznaczne odniesienie do wyrobu, którego dotyczy. Dane mogą być przechowywane w formie dokumentu lub w postaci zapisu cyfrowego.

Nadzorowaniem należy objąć następujące dokumenty i dane (zapisy):

- rysunki, schematy, specyfikacje elementów składowych;
- instrukcje kontroli, procedury badań, warunki techniczne odbioru wyrobów;
- dane dotyczące wyposażenia kontrolno - pomiarowego, wzorcowania, itp.;

- protokoły kontroli dostaw, badań pośrednich i końcowych;
- ewidencję zgłoszonych reklamacji.

### 3. Badania

Badania wykonuje się w celu sprawdzenia i oceny przewodów pod względem danych znamionowych, budowy i zastosowanych materiałów w ramach postępowania kwalifikacyjnego. Badania powinny być wykonane w akredytowanych laboratoriach lub jednostkach upoważnionych dysponujących odpowiednim wyposażeniem.

Do badań pobiera się próbki przewodów o liczności i wymiarach zgodnie z tabelą 8 (dla przewodu O/FL 70 według [4] tabl. 5), w obecności przedstawiciela placówki badawczej realizującej badania.

Tabela 8

Lp.	Rodzaj sprawdzenia		Rodzaje przewodów, które należy poddać danemu sprawdzeniu	Liczność i wymiary próbek	Sposób wykonania sprawdzenia według
1	sprawdzenie budowy, oględziny	Sprawdzenie kompletności wykonania przewodu	wszystkie rodzaje przewodów (oprócz O/FL)	1 odcinek przewodu o długości ok. 2,0 m	[5] pkt 3.1
		Sprawdzenie wykonania i wymiarów przewodu		1 odcinek przewodu o długości ok. 2,0 m	[5] pkt 3.2
2	sprawdzenie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu drutów		przewody stalowo-aluminiowe	3 próbki drutu każda o długości około 25 cm	[7] pkt 2.1
3	sprawdzenie ciągłości powłoki cynkowej			3 próbki drutu każda o długości około 25 cm	[6] pkt 2.2
4	sprawdzenie masy powłoki cynkowej			1 próbka drutu o długości co najmniej 30 cm	[6] pkt 2.3.1
5	sprawdzenie przyczepności i plastyczności powłoki cynkowej			3 próbki drutu każda o długości około 25 cm	[6] pkt 2.4
6	sprawdzenie rezystywności drutów			1 próbka drutu o długości około 110 cm	[8] pkt 2.2

## 4. Opis badań i kryteria oceny

### 4.1. Sprawdzenie wykonania przewodów

Wykonanie przewodów z miedzi i jej stopu powinno być zgodne z wymaganiami norm PN [1], [2], [4] lub według tablicy 1 i 2 na poszczególne rodzaje. Budowa przewodów AL70 i AL95 wg tabl. 3 i 4, przewodów AFL6-70 i AFL6-95 wg tabl. 5 i 6, zaś przewodu O/FL 70 wg tabl. 7 i normy [4] pkt 2.1.

Sprawdzenie należy przeprowadzić wg wytycznych zawartych w tablicy 8. Należy sprawdzić sposób łączenia drutów i rozmieszczenie łączonych miejsc w przewodzie oraz ilość i ułożenie drutów. Łączenie powinno być wykonane przez:

- zgrzewanie elektryczne lub spajanie spoiwem srebrnym (druty miedziane) bez użycia kwasów,
- zgrzewanie elektryczne (druty aluminiowe),
- spajanie na zakładkę spoiwem srebrnym lub mosiężnym (druty stalowe) bez użycia kwasów.

Odległość między poszczególnymi miejscami łączenia drutów w przewodach do linii napowietrznych nie może być mniejsza niż 15 m, a odległość między poszczególnymi miejscami łączenia w jednym drucie nie może być mniejsza niż 50 m.

Sprawdzenie wykonania przewodu O/FL 70 wg ustaleń normy [4].

Sprawdzenia należy dokonać na podstawie opisu technologii produkcji.

Wynik należy uznać za pozytywny w przypadku zgodności technologii produkcji z wymaganiem niniejszego punktu.

### 4.2. Oględziny

Oględziny polegają na sprawdzeniu nie uzbrojonym okiem, czy przewody są wykonane zgodne z następującymi wymaganiami:

- kierunki skrętu sąsiednich warstw drutów w przewodzie powinny być przeciwstawne a kierunek skrętu warstwy zewnętrznej powinien być prawy,
- druty w warstwach powinny wzajemnie przylegać (na całej długości przylegania) bez wzajemnego się krzyżowania,
- zewnętrzna warstwa rdzenia stalowego lub jednodrutowy rdzeń przewodów stalowo-aluminiowych powinny być natłuszczone wazeliną techniczną,
- druty stalowe powinny być ocynkowane,
- druty nie powinny mieć łuskowin, pęknięć i innych wad. Powierzchnia drutów ocynkowanych powinna być gładka oraz całkowicie pokryta warstwą cynku. Niejednorodność barwy powierzchni drutu oraz występowanie na niej białych nalotów, miejsc błyszczących i nacieków cynku jest dopuszczalne, jeżeli próby jakości ocynkowania dały wyniki dodatnie.

Wynik oględzin należy uznać za pozytywny w przypadku spełnienia wszystkich w/w warunków.

#### 4.3. Sprawdzenie wymiarów

Sprawdzeniu podlegają wymiary znamionowe średnic drutów miedzianych, aluminiowych i stalowych rozplecionych z przewodów na zgodność z normami PN [1], [2], [4] oraz tablicami 2 i 4. Pomiary powinny być wykonane z dokładnością 0,01 mm przy użyciu mikrometru. Wymiary należy uznać za prawidłowe, jeżeli pomierzone średnice drutów nie przekraczają znamionowych z odchyłkami określonymi w normie (lub tabl. 2, 4) dotyczącej sprawdzanego przewodu.

#### 4.4. Sprawdzenie materiałów

W zależności od rodzaju przewodu należy stosować druty:

- miedziane twarde (miedź M1E),
- miedziane miękkie wg [3],
- aluminiowe twarde (aluminium Al 99,5 E),
- stalowe ocynkowane na gorąco o wytrzymałości na rozciąganie, co najmniej 1275 MPa.

Sprawdzenie może być dokonane na podstawie zaświadczeń materiałowych wydanych przez wytwórcę. Wynik sprawdzenia należy uznać za pozytywny w przypadku stwierdzenia użycia materiałów zgodnie z właściwą normą.

#### 4.5. Sprawdzenie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu drutów

Sprawdzenie należy wykonać na co najmniej trzech próbkach każdego rodzaju drutu (z wyjątkiem drutów stalowych z przewodu O/FL 70). Dla drutów z miedzi miękkiej wartości należy przyjąć wg [3] tabl. 3. Dla pozostałych przewodów wymagane wartości wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie przy zerwaniu dla poszczególnych drutów należy przyjąć wg tabl. 9. Sposób sprawdzenia wg tabl. 8. lp.2. Sprawdzenie drutów z przewodu O/FL 70 należy wykonać według normy [4].

Wynik sprawdzenia należy uznać za pozytywny jeżeli wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie jest zgodna z podaną w tabl. 9 (lub w [3] pkt 2.3, [4] pkt 2.6.).

Tablica 9

Średnice znamionowe drutu, [mm]		Wytrzymałość na rozciąganie drutów, co najmniej, [MPa]			Wydłużenie przy zerwaniu, co najmniej, [%]		
powyżej	do	miedziane	aluminiowe	stalowe ocynk.	miedziane	aluminiowe	stalowe ocynk.
	1,75	363	178	1275	0,9	1,3	5
1,75	2,00		176				
2,00	2,25		172				
2,25	2,50		168				
2,50	2,75		164				

#### 4.6. Sprawdzenie ciągłości powłoki cynkowej

Badaniu podlegają druty stalowe ocynkowane. Sposób przeprowadzenia badań wg zaleceń tabl. 8 lp.3. Badanie polega na okresowym zanurzaniu próbki badanego drutu w wodnym roztworze siarczanu miedziowego, przy czym w miejscach nieciągłości następuje osadzanie się miedzi. Badanie należy stosować do każdej średnicy drutu.

Do badań należy użyć następującą aparaturę:

- pehametr
- sekundomierz
- termometr laboratoryjny z dokładnością 1°C i zakresie od 0 do 50°C
- naczynie szklane pozwalające na swobodne zanurzenie próbki na głębokość minimum 150 mm.

Powłokę cynkową uznaje się za ciągłą, jeżeli po wykonaniu 2÷3 zanurzeń nie występują na próbkach plamy miedzi nie dające się zetrzeć wata lub miękką tkaniną. Spełnienie tego wymagania należy uznać za pozytywny wynik sprawdzenia.

#### 4.7. Sprawdzenie masy powłoki cynkowej

Badaniu podlegają druty stalowe ocynkowane. Sposób przeprowadzenia badań wg zaleceń w tabl. 8. lp. 4. Metoda badania polega na oznaczeniu masy powłoki cynku przypadającej na 1 m<sup>2</sup> powierzchni drutu przez ustalenie różnicy masy drutu przed i po usunięciu powłoki przez jej rozpuszczenie w odpowiednim roztworze kwasu solnego z trójtlenkiem antymonu lub z trójchlorkiem antymonu. Do przeprowadzenia badania należy użyć wagi analitycznej o dokładności co najmniej 0,1g.

Za wynik pozytywny badania należy przyjąć warunek, że średnia arytmetyczna masa z co najmniej trzech badań wynosi dla drutu z przewodu AFL6 o średnicy do 1,5 mm co najmniej 183 g/m<sup>2</sup>, zaś drutu o średnicy 1,5 ÷ 1,75 mm co najmniej 198 g/m<sup>2</sup>. Dla drutu z przewodu O/FL o średnicy 2,2 mm wartość powyższa nie powinna być mniejsza od 205 g/m<sup>2</sup>.

#### 4.8. Sprawdzenie przyczepności i plastyczności powłoki cynkowej

Badaniu podlegają druty stalowe ocynkowane. Sposób przeprowadzenia badań dla drutu z AFL6 wg zaleceń tabl. 8 lp.5. Próbkę drutu o długości wystarczającej do wykonania badania należy nawinąć dziesięcioma przylegającymi do siebie zwojami na gładki trzpień o średnicy równej 4-krotnej średnicy drutu. Nawijanie należy wykonać przy naciągu drutu nie większym niż 20 MPa, z szybkością nie przekraczającą 15 obrotów na minutę.

Po nawinięciu próbki drutu nie powinny wykazywać pęknięć i łuszczenia się powłoki cynkowej widocznym nie uzbrojonym okiem.

Dla drutu z O/FL sprawdzenie należy przeprowadzić wg normy [4] pkt. 2.9.3.  
Spełnienie powyższych warunków należy uznać za wynik pozytywny.

#### 4.9. Sprawdzenie rezystywności drutów

Sposób przeprowadzenia badań wg zaleceń tabl. 8. lp. 6. Do pomiaru należy stosować mostek Thomsona, kompensator prądu stałego lub inne urządzenie pomiarowe gwarantujące wykonanie pomiaru z odchyłką nie przekraczającą 0,1%. Gęstość prądu pomiarowego powinna wynosić około  $1 \text{ A/mm}^2$ , lecz natężenie prądu nie większe niż 20A.

Rezystywność przy temperaturze 20°C nie powinna przekraczać:

- 0,0180  $\mu\Omega\text{m}$  dla drutów miedzianych,
- 0,0287  $\mu\Omega\text{m}$  dla drutów aluminiowych,

Długość pomiarowa próbki (odległość między stykami napięciowymi urządzenia pomiarowego) powinna wynosić  $1000 \pm 1.0 \text{ mm}$ .

Rezystywności drutów stalowych nie określa się.

Wynik sprawdzenia należy uznać za pozytywny jeżeli rezystywność drutów nie przekracza w/w wartości.

#### 4.10. Sprawdzenie pakowania

Sposób sprawdzenia wg zaleceń [9] pkt 2.4. Przewody powinny być dostarczone na bębnach. Przewody należy nawijać na bębnach równymi zwojami, przy czym zwoje tej samej warstwy nie powinny się krzyżować. Na jednym bębnie powinien znajdować się jeden odcinek przewodu tego samego rodzaju. Końce przewodu powinny być tak przymocowane do wewnętrznej powierzchni tarczy bębna aby nie odłączyły się od niej podczas transportu. Zewnętrzna warstwa przewodu na bębnie powinna być osłonięta. Do tarczy bębna powinna być przymocowana tabliczka zawierająca co najmniej:

- znak wytwórni,
- oznaczenie przewodu (wg normy na dany rodzaj przewodu),
- długość przewodu (z dokładnością +2% podanej długości) - w metrach,
- masę netto i brutto - w kilogramach,
- datę produkcji,
- numer fabryczny bębna z przewodem,

Sprawdzenie może być dokonane na podstawie oględzin lub opisu w dokumentacji. Wynik sprawdzenia należy uznać za pozytywny jeżeli spełnione zostaną powyższe wymagania.

## 5. Ocena zgodności

Przewody elektroenergetyczne należy uznać za zgodne z wymaganiami niniejszego Dokumentu Normatywnego wtedy gdy wszystkie badania wykonane wg pkt 3.1 dadzą wynik pozytywny.

## 6. Dokumenty związane

- [1] - PN-E-90081:1974 „Elektroenergetyczne przewody gołe. Przewody miedziane”;
- [2] - PN-E-90160:1988 „Przewody elektroenergetyczne. Budowa żył miedzianych i aluminiowych”;
- [3] - PN-E-90150:1983 „Kable i przewody elektryczne. Własności drutów miedzianych”;
- [4] - PN-E-90022:1967 „Elektroenergetyczne przewody. Przewody stalowe odgromowe wielodrutowe ocynkowane”;
- [5] - PN-E-04160-03:1988 „Przewody elektryczne. Metody badań. Sprawdzanie budowy”;
- [6] - PN-E-04160-06:1973 „Przewody elektryczne. Metody badań. Sprawdzanie ocynkowania drutów stalowych”;
- [7] - PN-E-04160-11:1973 „Przewody elektryczne. Metody badań. Sprawdzanie własności mechanicznych drutów”;
- [8] - PN-E-04160-70:1983 „Przewody elektryczne. Metody badań. Pomiar oporności i oporności właściwej”;
- [9] - PN-E-79100:2001 „Przewody elektryczne. Pakowanie, przechowywanie i transport”;
- [10] - PN-EN 1179:2005 „Cynk i stopy cynku – Cynk pierwotny”;
- [11] - PN-EN 10016-2:1999/Ap1:2003 „Walcówka ze stali niestopowej do ciągnięcia i/lub walcowania na zimno – Wymagania dla walcówki ogólnego przeznaczenia;



**Tabela zmian**

L.p. zmiany	przepis wewnętrzny, którym zmiana została wprowadzona (rodzaj, nazwa i tytuł)	jednostki redakcyjne w obrębie których wprowadzono zmiany	data wejścia zmiany w życie
1.	2.	3.	4.