



STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA	Numer kodowy
	PSE- TS.PRAAL.NN PL/2020v1

TYTUŁ:	PRZEWODY ZE STOPU ALUMINIUM GRUPA AAL
---------------	--

OPRACOWANO:
DEPARTAMENT STANDARDÓW TECHNICZNYCH

**ZATWIERDZONO
DO STOSOWANIA**

Data

Konstancin-Jeziorna, grudzień 2020 r.

SPIS TREŚCI

1	PRZEDMIOT I ZAKRES SPECYFIKACJI	3
2	NORMY I DOKUMENTY NORMATYWNE POWOŁANE	3
3	WARUNKI ŚRODOWISKOWE	4
4	WYMAGANE PARAMETRY I WŁAŚCIWOŚCI PRZEWODÓW	4
5	DODATKOWE INFORMACJE I SZCZEGÓŁY WYMAGAŃ.....	6
5.1	OPLÓT PRZEWODÓW	6
5.2	POŁĄCZENIA DRUTÓW	7
5.3	WYKONANIE PRZEWODU	8
5.4	SMAROWANIE PRZEWODU	8
5.5	ZNAMIONOWA WYTRZYMAŁOŚĆ PRZEWODÓW NA ROZCIĄGANIE RTS.....	9
5.6	OBLICZENIOWA REZYSTANCJA PRZEWODU DC	9
5.7	ZNAMIONOWA MASA PRZEWODU	9
6	BADANIA PRZEWODÓW.....	9
6.1	OKREŚLENIE PARAMETRÓW TECHNICZNYCH PRZEWODU	10
6.2	OKREŚLENIE PARAMETRÓW MECHANICZNYCH I EKSPLOATACYJNYCH PRZEWODU.....	12
6.3	OKREŚLENIE PARAMETRÓW REOLOGICZNYCH PRZEWODU	13
7	ZAPEWNIENIE JAKOŚCI.....	13
7.1	DOKUMENTACJA PRZY DOSTAWIE PRZEWODÓW	14
7.2	DŁUGOŚCI PRZEWODÓW NA BĘBNACH.....	15
7.3	PAKOWANIE PRZEWODÓW	15
8	GWARANTOWANE DANE ZNAMIONOWE I WŁAŚCIWOŚCI PRZEWODÓW	15
9	RYSUNKI PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH PRZEWODÓW.....	18

1 Przedmiot i zakres Specyfikacji

Przedmiotem Standardowej Specyfikacji Technicznej są skręcane wspólnosiowo z drutów o przekroju okrągłym przewody wielodrutowe ze stopu aluminium AAL (AAAC – All Aluminium Alloy Conductors) o oznaczeniach: **428-AL4**, **403-AL3**, **460-AL3**, **587-AL3** wykonane według normy PN-EN 50182. W oznaczeniach przewodów liczba przed myślnikiem reprezentuje znamionowy przekrój poprzeczny przewodu (wyrażony w milimetrach kwadratowych i zaokrąglony do liczby całkowitej), a symbol po myślniku reprezentuje typ drutu ze stopu aluminium (kwantyfikujący m.in. jego właściwości mechaniczne i rezystywność elektryczną). Przewody te stanowią zamienniki/odpowiedniki przewodów stalowo-aluminiowych o konstrukcji **AFL-4 350**, **AFL-8 350**, **AFL-8 400** oraz **AFL-8 525** wg wycofanej normy PN-74/E-90083.

Standardowa Specyfikacja Techniczna obejmuje wymagania dotyczące elektroenergetycznych przewodów do linii napowietrznych o oznaczeniach: **428-AL4**, **403-AL3**, **460-AL3**, **587-AL3** w zakresie normalizacji, konstrukcji, właściwości mechanicznych, właściwości elektrycznych, wymagań w zakresie badań oraz warunków dostawy.

Objęte Specyfikacją przewody fazowe wykonane są z drutów typu AL3 lub AL4 ze stopu AlMgSi i wykorzystywane są jako przewody fazowe w liniach napowietrznych i stacjach elektroenergetycznych będących własnością PSE S.A.

2 Normy i dokumenty normatywne powołane

W Standardowej Specyfikacji Technicznej zastosowano niedatowane powołanie się na normy. Oznacza to powołanie się na normy w taki sposób, że jest ona identyfikowana jej numerem, bez wskazania roku publikacji. W przypadku takiego powołania się na normę ma zastosowanie ostatnie wydanie powołanej normy, z uwzględnieniem wprowadzonych zmian. W związku z powyższym w przypadku odwołania się do norm lub innych obowiązujących dokumentów należy posługiwać się ich wydaniem aktualnym w porównaniu z datą zatwierdzenia niniejszej Specyfikacji.

Przewody ze stopu aluminium powinny spełniać wymagania Standardowej Specyfikacji Technicznej oraz wymagania określone w dokumentach normatywnych wymienionych w tabeli 1 oraz w normach w nich powołanych.

Tabela 1. Zakres normalizacji

I.p.	Numer normy	Tytuł normy
1	2	3
1.	PN-EN 50182	Przewody do linii napowietrznych -- Przewody z drutów okrągłych skręconych wspólnosiowo
2.	PN-EN 50183	Przewody do linii napowietrznych -- Przewody gołe ze stopu aluminium zawierającego magnez i krzem
3.	PN-EN 50326	Przewody do linii napowietrznych -- Właściwości smarów

1	2	3
4.	PN-EN 61395	Przewody energetyczne do linii napowietrznych. Metody badań pływnięcia przewodów wielodrutowych
5.	PN-E-79100	Kable i przewody elektryczne. Pakowanie, przechowywanie i transport
6.	PN-EN ISO 9001	Systemy zarządzania jakością -- Wymagania
7.	PN-EN ISO/IEC 17025	Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących
8.	TR IEC 61597	Overhead electrical conductors – Calculation methods for stranded bare conductors

3 Warunki środowiskowe

Przewody powinny być dostosowane do warunków eksploatacji oraz powinny być zgodne z wymaganiami niniejszej Specyfikacji. W szczególności wymagane są parametry nie gorsze niż wymienione poniżej:

- maksymalna temperatura otoczenia + 40 °C,
- minimalna temperatura otoczenia – 35 °C,
- maksymalna dopuszczalna długotrwale temperatura pracy przewodów + 80 °C,
- maksymalna krótkotrwała temperatura przewodów w przypadku zwarcia + 200 °C

4 Wymagane parametry i właściwości przewodów

Budowę i parametry techniczne oraz konstrukcyjne przewodów ze stopu aluminium objętych niniejszą Specyfikacją zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Wymagane parametry techniczne i konstrukcyjne przewodów ze stopu aluminium

1	2	3	Wymagana wartość			
			4	5	6	7
1.	Oznaczenie przewodu wg PN EN 50182	-	428-AL4	403-AL3	460-AL3	587-AL3
2.	Typ zastosowanego drutu ze stopu aluminium	-	AL4	AL3	AL3	AL3
3.	Znamionowa średnica drutu centralnego	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
4.	Znamionowa średnica drutu warstwy 1	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
5.	Liczba drutów warstwy 1	szt.	6	6	6	6
6.	Kierunek skrętu warstwy 1	-	lewy	lewy	lewy	lewy
7.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 1	mm	90	87	93	105

1	2	3	4	5	6	7
8.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 1	mm	144	139	149	168
9.	Znamionowa średnica drutu warstwy 2	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
10.	Liczba drutów warstwy 2	szt.	12	12	12	12
11.	Kierunek skrętu warstwy 2	-	prawy	prawy	prawy	prawy
12.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	150	145	155	175
13.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	239	232	248	280
14.	Znamionowa średnica drutu warstwy 3	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
15.	Liczba drutów warstwy 3	szt.	18	18	18	18
16.	Kierunek skrętu warstwy 3	-	lewy	lewy	lewy	lewy
17.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 3	mm	209	203	217	245
18.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 3	mm	335	325	347	392
19.	Znamionowa średnica drutu warstwy 4	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
20.	Liczba drutów warstwy 4	szt.	24	24	24	24
21.	Kierunek skrętu warstwy 4	-	prawy	prawy	prawy	prawy
22.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 4	mm	269	261	279	315
23.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 4	mm	377	365	391	441
24.	Znamionowa średnica zewnętrzna całego przewodu	mm	26,91	26,10	27,90	31,50
25.	Tolerancja wykonania średnicy zewnętrznej przewodu	mm	+/-0,27	+/-0,26	+/-0,28	+/-0,32
26.	Przekrój znamionowy całego przewodu	mm ²	428,3	402,9	460,4	586,9
27.	Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS (siła zrywająca)	kN	146,5	118,9	135,8	173,1
28.	Max. obliczeniowa rezystancja 1 km przewodu w temperaturze 20°C	Ω/km	0,0779	0,0826	0,0723	0,0567
29.	Znamionowa masa całego przewodu bez smaru	kg/km	1183,7	1113,6	1272,4	1622,0
30.	Tolerancja wykonania masy przewodu	kg/km	+/-23,7	+/-22,3	+/-25,4	+/-32,4
31.	Wariant/przypadek smarowania przewodu wg PN EN 50182	nr	2	2	2	2
32.	Znamionowa masa smaru (uwaga 1, uwaga 2)	kg/km	58,6	55,2	63,0	80,4

1	2	3	4	5	6	7
33.	Tolerancja masy smaru	kg/km	+/- 11,7	+/-11,0	+/-12,6	+/-16,1
34.	Znamionowa masa przewodu ze smarem	kg/km	1242,4	1168,7	1335,5	1702,4
35.	Minimalny moduł sprężystości wzdłużnej przewodu	GPa	55	55	55	55
36.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu wg TR IEC 61597	$\times 10^{-6} K^{-1}$	23	23	23	23

Uwaga:

- z zastrzeżeniem zapisów pkt 5.4 niniejszej specyfikacji,
- dopuszcza się inną wartość znamionowej masy smaru, jeśli Producent przewodu zapewni średni współczynnik wypełnienia przestrzeni międzydrutowych smarem na poziomie 0,8 i zachowa wynikający z tolerancji zakres zmienności masy smaru.

5 Dodatkowe informacje i szczegóły wymagań

5.1 Oplot przewodów

Druty okrągłe na przewody objęte niniejszą Specyfikacją powinny zostać wykonane ze stopu AlMgSi. Ostatnią operacją technologiczną procesu wytwarzania drutów powinna być obróbka cieplna.

Powierzchnia drutów przed skręcaniem powinna być czysta, gładka bez opilek, pyłu miedzi lub innych metali powodujących korozję aluminium. Druty nie powinny mieć łusek, pęknięć lub innych wad widocznych nieuzbrojonym okiem.

Właściwości drutów ze stopu aluminium typu AL3 i AL4 przed skręcaniem powinny być zgodne wymaganiami stawianymi drutom w normie PN-EN 50183. Nie dopuszcza się degradacji własności drutów ze stopu aluminium powodowanej procesem skręcania przewodu poniżej poziomu wymaganego przez normę PN-EN 50183. W szczególności właściwości drutów ze stopu aluminium (w stanie przed skręcaniem i po wypleceniu z przewodu) powinny być zgodne wymaganiami zamieszczonymi w tabeli 3.

Tabela 3. Właściwości drutów ze stopu AlMgSi typu AL3 i AL4 wg PN-EN 50183 wykorzystywanych do budowy przewodów

I.p.	Parametr	Jednostka	Wymagana wartość			
			4	5	6	7
1.	Typ drutu wg PN-EN 50183	-	AL4	AL3	AL3	AL3
2.	Średnica znamionowa drutu	mm	2,99	2,90	3,10	3,50
3.	Tolerancja średnicy drutu	mm	+/-0,030	+/-0,030	+/-0,031	+/-0,035
4.	Minimalna znamionowa wytrzymałość na rozciąganie (uwaga 1)	MPa	342 (325)	295	295	295

1	2	3	4	5	6	7
5.	Minimalne wydłużenie przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania na bazie 250mm	%	3,0	3,5	3,5	3,5
6.	Test nawijania na trzpień o średnicy równej średnicy znamionowej drutu	liczba zwojów bez pęknięć	8	8	8	8
7.	Maksymalna rezystywność w temperaturze +20 °C (uwaga 1)	nΩm	32,6 (32,9)	32,53	32,53	32,53
8.	Współczynnik temperaturowy rezystancji	K ⁻¹	0,0036	0,0036	0,0036	0,0036
9.	Gęstość materiału drutu	kg/dm ³	2,70	2,70	2,70	2,70

Uwaga:

1. wartości w nawiasach to wartości dopuszczalne dla pojedynczych drutów, wartość średnia wielkości dla badanej próbki drutów powinna spełniać wymagania jak dla wartości bez nawiasów.

5.2 Połączenia drutów

Liczba połączeń drutów ze stopu aluminium, sposób wykonania połączeń oraz inne właściwości połączeń powinny być zgodne z normą PN-EN 50182 pkt. 5.6, a w zakresie drutów stanowiących wsad do skręcania zgodne z normą PN-EN 50183 pkt. 9 z zastrzeżeniem, że połączenia na finalnym drucie ze stopu aluminium nie wynikają ze zbyt krótkich odcinków fabrykacyjnych drutu lub wad jakościowych drutu.

Połączenia drutów podczas skręcania są dopuszczalne wyłącznie w przypadku nieoczekiwanego, losowego pęknięcia drutu ze stopu aluminium. Należy przeprowadzić oględziny obszaru pęknięcia, aby zweryfikować, czy nie pochodzi ono od złej jakości drutu. W przypadku stwierdzenia złej jakości / wad drutu należy wymienić szpulę z drutem na materiał o właściwej jakości. Jeśli jest to technicznie możliwe zaleca się przed wykonaniem połączenia usunięcie odcinka o długości min. 0,1m z każdej strony pęknięcia.

Należy dołożyć należytej staranności przy obróbce mechanicznej połączenia - jego okolice powinny być gładko oszlifowane w sposób zapewniający kształt, jak najbardziej zbliżony do okrągłego i odpowiadać średnicy łączonego drutu. Nie wolno dopuszczać do pozostałości wypływk, spęczenia lub nienaturalnych zagięć, przekręceń, lub innych deformacji w okolicach połączenia i w samym połączeniu.

Odległość mierzona wzdłuż osi przewodu pomiędzy połączeniami drutów ze stopu aluminium nie może być mniejsza niż 15 metrów.

Nie dopuszcza się wykonywania połączeń w drutach ze stopu aluminium w warstwie zewnętrznej przewodu.

Minimalna wytrzymałość na rozciągnięcie połączenia drutu ze stopu aluminium powinna wynosić 130 MPa.

5.3 Wykonanie przewodu

Przewód powinien być wykonany (skręcony) współosiowo z drutów o przekroju okrągłym zgodnie z punktem 5.5 normy PN-EN 50182. Temperatura wszystkich drutów przed skręcaniem przewodu powinna być podobna. Kierunek skrętu sąsiednich warstw powinien być przeciwny, przy czym kierunek skrętu warstwy zewnętrznej powinien być prawy. Stosunek skrętu dowolnej warstwy powinien być równy lub mniejszy niż stosunek skrętu warstwy będącej bezpośrednio pod nią. Druty w poszczególnych warstwach oraz między warstwami powinny do siebie wzajemnie przylegać w taki sposób, aby przewód nie posiadał luźnych warstw lub luźnych drutów.

Przewód powinien być wykonany w sposób zapewniający jego właściwe odprężenie. Druty powinny znajdować się we właściwych wynikających ze skrętu, naturalnych dla siebie położeniach. Po przecięciu przewodu końce drutu powinny pozostać w niezmiennym położeniu lub dać ułożyć się ręcznie w położeniu pierwotnym.

Powierzchnia zewnętrzna przewodu powinna być czysta, wolna od wad widocznych gołym okiem takich jak nacięcia, wgniecenia, deformacje, odstające druty itp. Nie dopuszcza się wycieków lub pozostałości smaru na powierzchni zewnętrznej przewodu.

Wykonanie przewodu powinno zapewnić jego montaż metodą preferowaną przez Zamawiającego - metodą wciągarka-hamownik pod naciąganiem z zachowaniem rekomendowanych przez dostawcę przewodu minimalnych dopuszczalnych promieni gięcia przewodu i minimalnych średnic krążków.

Skręcanie przewodu wykonywane może być w kilku osobnych operacjach (dla jednej lub kilku warstw) lub w jednej operacji technologicznej dla całego przewodu. Producent deklaruje w danych gwarantowanych przewodu liczbę operacji skręcania.

5.4 Smarowanie przewodu

Do smarowania przewodów stosować można wyłącznie smary spełniające wymagania normy PN-EN 50326. Dopuszczone do stosowania są wyłącznie smary typu A, czyli smary aplikowane na zimno o temperaturach: θ_1 maksimum $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ oraz θ_2 minimum $125\text{ }^{\circ}\text{C}$, czyli smary typu 35A125. Punkt kroplenia smaru wyznaczony zgodnie z pkt 6.6.3 normy PN-EN 50326 powinien wynosić minimum $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$, co powinno mieć odzwierciedlenie w tabeli danych gwarantowanych.

Wariant smarowania przewodu powinien być zgodny z przypadkiem nr 2 (case 2), rys. fig. B.1.b wg aneksu B normy PN-EN 50182, przy czym, aby uniknąć możliwości zabrudzenia przewodu poprzez możliwe wycieki smaru na warstwę zewnętrzną smarowanie przewodu nie obejmuje przedostatniej warstwy.

Smar powinien być aplikowany podczas skręcania poszczególnych warstw przewodu równomiernie na poszczególne warstwy. Nie dopuszcza się stosowania w jednym przewodzie dwóch różnych smarów (o różnych nazwach lub o różnych symbolach kodowych lub od różnych producentów).

Dopuszczalna jest zmiana smaru stosowanego w przewodzie w odniesieniu do przewodu poddanego badaniom typu pod warunkiem, że nowy smar posiada identyczne lub lepsze parametry techniczne niż zawarte w danych gwarantowanych smaru oraz z zastrzeżeniem, że w ramach jednej partii przewodu oraz w ramach różnych partii

przewodu przeznaczonych do instalacji w jednej linii elektroenergetycznej stosowany musi być ten sam smar.

Masę smaru należy obliczyć zgodnie z metodyką opisaną w aneksie B normy PN-EN 50182. Producent przewodu powinien przedstawić wybraną przez siebie metodykę obliczania masy smaru (wzór uproszczony wykorzystujący współczynnik $k_2=6,56$ wg tabl. B.1. aneksu B normy PN-EN 50182 lub wzór szczegółowy do obliczenia objętości smaru (punkt B.3 case 2 z uwzględnieniem liczby π zawartej w poprawce do Polskiej Normy). Masę smaru należy obliczyć uwzględniając gęstość smaru i współczynnik wypełnienia przestrzeni między-drutowych wynoszący 0,8. Producent przewodu powinien zadeklarować znamionową gęstość smaru wykorzystywanego przy produkcji przewodu.

5.5 Znamionowa wytrzymałość przewodów na rozciąganie RTS

Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS powinna być wyznaczona zgodnie z metodyką podaną w punkcie 5.9, normy PN-EN 50182 tj. powinna stanowić sumę wszystkich minimalnych sił niszczących poszczególne druty przewodu ze stopu aluminium podczas jednoosiowego rozciągania, stanowiących iloczyn znamionowego przekroju poprzecznego drutu i jego minimalnej wytrzymałości na rozciąganie (zamieszczonej w normie PN-EN 50183 - por. tabela 1).

5.6 Obliczeniowa rezystancja przewodu DC

Obliczeniowa nominalna rezystancja przewodu w temperaturze +20 °C przy prądzie stałym (DC-Direct Current) powinna być obliczona zgodnie z metodyką podaną w pkt. 5.10 normy PN-EN 50182.

Nominalną rezystancję przewodu należy obliczyć w Ω/km z dokładnością trzech cyfr znaczących wykorzystując iloraz maksymalnej rezystywności materiału wg PN-EN 50183 i przekroju poprzecznego przewodu stanowiącego sumę przekrojów poprzecznych drutów (przyjmując ich średnice znamionowe) z uwzględnieniem współczynnika przyrostu rezystancji wg tabl. 4 normy PN-EN 50182. W przypadku przewodów wykonanych z drutów typu AL4 do obliczeń należy przyjąć wartość maksymalnej rezystywności średniej dla partii drutów (wartość z kolumny 9 tabl. 1 normy PN-EN 50183).

5.7 Znamionowa masa przewodu

Znamionowa masa przewodu powinna być obliczona zgodnie z metodyką podaną w pkt. 5.7 normy PN-EN 50182 uwzględniając gęstość stopu aluminium, przekrój poprzeczny przewodu stanowiący sumę przekrojów poprzecznych drutów (przyjmując ich średnice znamionowe) oraz współczynnik przyrostu masy wg tabl. 4 normy PN-EN 50182. Znamionowa masa przewodu powinna być wyznaczona w kg/km z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

6 Badania przewodów

Zgodnie z normą PN-EN 50182, dla przewodów elektroenergetycznych ze stopu aluminium należy wykonywać następujące rodzaje badań:

- badania typu,
- badania wyrobu (badania kontrolno-odbiorcze).

Program, zakres, kolejność wykonywania badań, liczbę próbek do badań oraz kryteria oceny wyników poszczególnych prób należy przyjmować według podanej wyżej normy oraz dodatkowo według wymagań opisanych w niniejszej Specyfikacji.

6.1 Określenie parametrów technicznych przewodu

Badania przewodów powinny obejmować badania typu oraz badania wyrobu (badania kontrolno-odbiorcze).

Celem badań typu jest zagwarantowanie jakości przewodów oraz weryfikacja podstawowych właściwości przewodów, które zależą od jego konstrukcji i zastosowanych w nim materiałów, a także potwierdzenie zgodności parametrów przewodów z wymaganiami norm. Badania typu należy powtórzyć w przypadku jakichkolwiek zmian w technologii produkcji przewodu lub zmian zastosowanych materiałów.

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się przedstawienie protokołów z badań typu obejmujących konstrukcje należące do tej samej rodziny przewodów. Za rodzinę przewodów uważa się rozwiązania o zbliżonej budowie tj. przewody z taką samą liczbą warstw i typem drutu ze stopu aluminium, co dostarczany przewód.

Celem badań wyrobu (badań kontrolno-odbiorczych) jest potwierdzenie jakości określonej partii przewodów i zgodności ich parametrów z wymaganiami norm w zakresie w jakim zależą one od procesu produkcji oraz od jakości zastosowanych materiałów. Wykonuje się je na próbkach pobranych losowo z partii przedstawionej do odbioru.

Zastrzega się, że Zamawiający lub jego Przedstawiciele mają prawo wyboru próbek i obecności podczas badań objętych próbą wyrobu.

Zastrzega się, że Zamawiający lub jego Przedstawiciele mają prawo weryfikacji wykorzystywanej w badaniach kontrolno-odbiorczych aparatury i urządzeń badawczych tj. ich klasy dokładności oraz aktualnej legalizacji tej aparatury i urządzeń.

Producent powinien przedstawić protokoły z badań wyrobu (badań kontrolno-odbiorczych) dla każdej partii dostaw przewodów.

Badania należy przeprowadzić zgodnie z punktem 6 normy PN-EN 50182. Zakres wymaganych badań objętych badaniami typu i badaniami wyrobu według wg PN EN 50182 oraz wymagania w zakresie badań dodatkowych przedstawiono w tabeli 4. Podczas badań typu i wyrobu (badań kontrolno-odbiorczych) należy stosować metodykę badań zawartą w normach PN-EN 50182, PN-EN 61395, oraz dokumentach normatywnych tam przywołanych.

Tabela 4. Zakres badań przewodów ze stopu aluminium

Nazwa badania		Badania typu	Badania wyrobu (badania kontrolno-odbiorcze)	Metodyka prowadzenia badania
1	2	3	4	5
Przewód	- stan powierzchni przewodu	X	X	PN-EN 50182
	- średnica zewnętrzna przewodu	X	X	PN-EN 50182
	- stan odprężenia przewodu	X	X	PN-EN 50182
	- współczynnik skrętu i kierunek skrętu drutów w warstwach	X	X	PN-EN 50182
	- liczba i rodzaj drutów	X	X	PN-EN 50182
	- masa jednostkowa przewodu	X	X	PN-EN 50182
	- krzywa naprężenie-odkształcenie przewodu	X	—	PN-EN 50182
	- wytrzymałość na rozciąganie przewodu	X	—	PN-EN 50182
	- próba pełzania przewodu	X	—	PN-EN 61395
	- próba zawieszania przewodu (uwaga 1)	X	—	PN-EN 50182
Druty ze stopu aluminium	- średnica	X	X	PN-EN 50182
	- wytrzymałość na rozciąganie	X	X	PN-EN 50182
	wydłużenie przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania	X	X	PN-EN 50182
	- rezystywność elektryczna	X	X	PN-EN 50182
	- próba nawijania	X	X	PN-EN 50182
	- wytrzymałość połączeń	X	—	PN-EN 50182
Smar	- masa na jednostkę długości przewodu	X	X	PN-EN 50182
	- punkt kroplenia (uwaga 2)	X	X	PN-EN 50182

Uwaga:

1. próba ta jest wymagana w uzasadnionych przypadkach po ustaleniu pomiędzy Zamawiającym i Dostawcą i będzie wykonana na koszt Zamawiającego,
2. w przypadku próby wyrobu badanie punktu kroplenia dla smaru należy prowadzić minimum do temperatury + 200°C (w przypadku nieosiągnięcia punktu kroplenia smaru podczas badania do temperatury +200 °C należy wpisać w wyniku badania wartość „> +200 °C”). Wymaga się, aby smar do próby wyrobu pobierany był bezpośrednio z badanej próbki przewodu, a punkt kroplenia smaru podczas tej próby wynosił minimum 200 °C.

Liczbę bębnow, z których pobiera się próbki do badań kontrolno-odbiorczych przewodów, ustala się zgodnie z normą PN-EN 50182 p. 6.2 „Sample size” (10% bębnow będących przedmiotem odbioru) oraz p. 6.3 „Rounding rules” tj.:

- jeśli odrzucona cyfra po przecinku jest mniejsza od 5, to należy zaokrąglić z niedmiarem,
- jeśli odrzucona cyfra po przecinku jest większa lub równa 5, to należy zaokrąglić z nadmiarem.

Producent może zaproponować większą liczbę bębnow, wynikającą ze stosowanej u siebie „ostrzejszej” zasady zaokrąglania (tzn. zaokrąglania z nadmiarem, niezależnie od wartości odrzuconej cyfry po przecinku).

Przedstawiciele PSE uczestniczący w badaniach kontrolno-odbiorczych mają prawo do zażądania od Producenta przedstawienia dokumentów (zgodnie z wdrożonym systemem zapewnienia jakości) umożliwiających jednoznaczną identyfikację z jakich partii dostawy pochodzi smar zastosowany do produkcji partii przewodów zgłoszonych do odbioru.

Producent przewodu powinien przedstawić protokoły z badań typu oraz badań wyrobu dla smaru zastosowanego w przewodzie, wykonanych wg normy PN-EN 50326 zgodnie z tabelą 5, z dodatkowym zastrzeżeniem wydłużenia czasu trwania testu separacji oleju do 4 godzin. Protokoły z próby wyrobu dla smaru należy przedstawić podczas badań wyrobu (badań kontrolno-odbiorczych) dla przewodu, wykonywanych zgodnie z Tabelą 5.

Tabela 5. Zakres wymaganych badań smaru typu A do przewodów ze stopu aluminium

Nazwa badania	Badania typu	Badania wyrobu	Metodyka prowadzenia badania
1	2	3	4
Stabilność smaru w wysokiej temperaturze - test separacji oleju (uwaga 1)	X	X	PN-EN 50326
Stabilność smaru w wysokiej temperaturze - punkt kroplenia smaru	X	X	PN-EN 50326
Oznaczanie stożkiem penetracji smaru	X	X	PN-EN 50326
Przyczepność smaru w niskiej temperaturze	X	—	PN-EN 50326
Starzenie smaru	X	—	PN-EN 50326
Odporność korozyjna smaru	X	—	PN-EN 50326

Uwaga:

1. czas trwania testu separacji oleju wg punktu 6.6.2. normy PN-EN 50326 w ramach badań objętych próbą typu oraz badań wyrobu powinien wynosić minimum 4 godziny. Maksymalna ilość odseparowanego oleju po tym czasie nie powinna być większa niż 0,2% masy.

6.2 Określenie parametrów mechanicznych i eksploatacyjnych przewodu

Badania właściwości mechanicznych przewodu mają na celu empiryczne potwierdzenie właściwego zachowania się przewodu pod naciągami, weryfikację jego wytrzymałości,

określenie modułu sprężystości wzdłużnej oraz krzywej naprężenie-odkształcenie przewodu. W celu określenia parametrów mechanicznych przewodu przeprowadza się badania objęte aneksem C normy PN-EN 50182.

Za obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu ze stopu aluminium należy przyjąć współczynnik liniowej rozszerzalności cieplnej materiału drutu. Rekomenduje się przyjęcie wartości wynikającej z normy PN-EN 50183.

6.3 Określenie parametrów reologicznych przewodu

Badania właściwości reologicznych przewodów obejmują wyznaczenie wartości odkształcenia pełzania przewodu. Odkształcenie pełzania przewodu należy wyznaczyć zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 61395. Wartość naprężenia pełzania podczas badania powinna wynosić 20% RTS. Temperatura badań +20 °C. W celach informacyjnych posługiwać można się typowymi wartościami odkształcenia pełzania 10-letniego wg TR IEC 61597.

7 Zapewnienie jakości

1. Wymaga się, aby Producent przewodów posiadał certyfikowany system zarządzania jakością produkcji zgodny z ISO 9001.
2. Producent powinien przedstawić raporty z badań typu przewodów wchodzących w skład dostawy. Zamawiający wymaga, aby co najmniej następujące próby wchodzące w skład badań typu były wykonane przez laboratorium posiadające ważną akredytację:
 - a. krzywa naprężenie-odkształcenie przewodu,
 - b. wytrzymałość na rozciąganie przewodu,
 - c. wytrzymałość na rozciąganie drutów,
 - d. próba nawijania,
 - e. rezystywność elektryczna drutów aluminiowych,
 - f. wytrzymałość połączeń drutów aluminiowych.
3. Akredytacja laboratoriów, o których mowa powyżej, powinna być nadana na zasadach określonych w :
 - a. Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r.
 - b. odpowiednich normach, w tym PN-EN ISO/IEC 17025 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”.

Dokumenty stanowiące podstawę akredytacji powinny być właściwe dla chwili jej nadawania lub przedłużania okresu jej ważności.

Zamawiający uzna również badania typu wykonane przez laboratorium nieposiadające takiej akredytacji, pod warunkiem, że badania te zostały wykonane pod nadzorem jednostki certyfikującej lub inspekcyjnej posiadającej ważną akredytację nadaną na ww. zasadach. Kompetencje tych jednostek (w tym prawo nadzorowania badań) powinny być określone w odpowiednich normach, właściwych dla chwili nadawania lub przedłużania okresu ważności ich certyfikatu akredytacji (wraz z zakresem akredytacji). Wykaz tych dokumentów

należy przedłożyć Zamawiającemu. Zamawiający zastrzega sobie prawo do weryfikacji tych dokumentów, głównie pod kątem ich uznawania w Polsce.

4. W protokole z badań typu powinna znajdować się karta katalogowa/rysunek badanego przewodu oraz informacja o jego producencie. Do raportów z badań wykonanych przez laboratorium akredytowane lub pod nadzorem jednostki certyfikującej lub inspekcyjnej należy dostarczyć odpowiednio certyfikat akredytacji laboratorium lub jednostki.
5. Posiadane akredytacje i ich zakresy powinny być aktualne co do terminu i zakresu przeprowadzonych badań. Fakt nadzoru badań należy potwierdzić odpowiednim dokumentem lub dokonaniem stosownego zapisu w sprawozdaniu z badań. Zamawiający zastrzega sobie prawo do weryfikacji tych dokumentów, głównie pod kątem ich uznawania w Polsce.
6. Plan zapewnienia jakości
Producent przewodu powinien przedstawić plan zapewnienia jakości zgodny z wdrożonym systemem jakości, obejmujący co najmniej następujące informacje:
 - a) sposób sprawdzania materiałów oraz elementów, z których wykonywany jest przewód tj.:
 - wymagane wraz z dostawą świadectwa, atesty lub protokoły badań materiałowych,
 - wykonywane swoim staraniem badania kontrolno-odbiorcze,
 - b) kontrole operacyjne.
7. Audyt produkcji
Zamawiający zastrzega sobie prawo do przeprowadzenia audytu produkcji przewodów. O zamiarze przeprowadzenia audytu zamawiający powiadomi pisemnie producenta wraz z podaniem planu audytu. Producent ma prawo do zgłoszenia ewentualnych korekt do przesłanego planu audytu, których wprowadzenie podlega uzgodnieniu z zamawiającym. Po uzgodnieniach, producent akceptuje plan audytu oraz dostarcza zamawiającemu z 30-dniowym wyprzedzeniem:
 - zakładany harmonogram procesu produkcyjnego,
 - plan badań jakości wyrobów, zawierający kryteria oceny wyników kontroli międzyoperacyjnej oraz kontroli końcowej (gotowego wyrobu).

Termin przeprowadzenia audytu podlega obustronnej akceptacji.

Producent jest zobowiązany zapewnić przedstawicielom zamawiającego oraz działającym w jego imieniu audytorom (ekspertom) możliwość przeprowadzenia audytu zgodnie z uzgodnionym planem, jak również możliwość udziału w kontroli międzyoperacyjnej i końcowej.

7.1 Dokumentacja przy dostawie przewodów

W zakresie oznaczenia przewodów, rodzajów niezbędnych dokumentów, długości przewodów, rodzaju bębnow, warunków oraz pakowania, składowania i transportu należy stosować wytyczne norm: PN-EN 50182 oraz PN-E-79100.

Dostarczane przewody powinny być fabrycznie nowe.

Dla przewodów objętych niniejszą Specyfikacją Producent dostarczy zestaw danych gwarantowanych przewodu i smaru wraz z wynikami badań typu dla przewodu i dla smaru.

Do każdej partii przewodów Producent dostarczy wyniki badań wyrobu dla przewodu i dla smaru zgodnie z pkt. 6.1. niniejszej Specyfikacji.

Do każdej partii przewodu Producent załączy deklaracje zgodności na przewód.

Do każdego bębna z przewodem powinny być dołączone w sposób trwały dwie tabliczki (po jednej na każdej tarczy/kołnierzu bębna po ich zewnętrznych stronach) z danymi umożliwiającymi pełną identyfikację producenta, rodzaju przewodu oraz jego przeznaczenie (nazwa producenta, oznaczenie przewodu wg PN-EN 50182, nr partii przewodu, nazwa linii, nr sekcji, oznaczenie fazy, oznaczenie toru oraz miejsce dostawy).

Sposób oznaczenia podlega każdorazowo uzgodnieniu pomiędzy Dostawcą a Zamawiającym.

7.2 Długości przewodów na bębnach

Określone w zamówieniu długości przewodów na bębnach powinny być wykonane z tolerancją -0, + 1%.

7.3 Pakowanie przewodów

Przewód powinien być dostarczony na bębnach przystosowanych do rozwijania przewodów metodą pod naciągiem.

Przed wykonaniem bębnow Dostawca powinien uzgodnić z Zamawiającym ich rozmiary.

Przewody powinny być odpowiednio chronione przed uszkodzeniami, podczas załadunku, transportu i składowania.

Kołnierze bębna powinny być wyłożone warstwą ochronną, w celu zabezpieczenia przewodu przed zarysowaniami i deformacją. Trzon bębna należy również pokryć podobną warstwą ochronną.

Przewód należy zabezpieczyć przed ocieraniem się przy przetaczaniu bębna.

Przewód na bębnie powinien być równomiernie i ciasno nawinięty w warstwach.

8 Gwarantowane dane znamionowe i właściwości przewodów

Wymagane dane gwarantowane przewodu deklarowane przez Producenta zamieszczono w tabeli 6.

Tabela 6. Dane gwarantowane przewodu

I.p.	Dane znamionowe / Parametry techniczne	Jednostka	Wartość	Uwagi
1.	Producent	–		
2.	Oznaczenie przewodu wg PN-EN 50182/nazwa własna Producenta	–		
-	Budowa przewodu	–	–	–
3.	Średnica zewnętrzna przewodu	mm		
4.	Przekrój poprzeczny całego przewodu	mm ²		
5.	Liczba drutów ze stopu aluminium	szt.		
6.	Średnica drutów ze stopu aluminium	mm		
7.	Typ drutu ze stopu aluminium wg PN-EN 50183	-		
8.	Konstrukcja (liczby drutów w warstwach)			
-	Właściwości drutów ze stopu aluminium	–	–	–
9.	Wytrzymałość na rozciąganie przed skręceniem	MPa		
10.	Wytrzymałość na rozciąganie po skręcaniu	MPa		
11.	Wydłużenie przy zerwaniu na bazie 250mm przed skręcaniem	%		
12.	Wydłużenie po zerwaniu na bazie 250mm po skręcaniu	%		
13.	Rezystywność w temp. 20°C	nΩm		
-	Właściwości przewodu	–	–	–
14.	Minimalny gwarantowany moduł sprężystości wzdłużnej przewodu	GPa		
15.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu	$\times 10^{-6} K^{-1}$		
16.	Max. obliczeniowa rezystancja DC 1 km przewodu w temp. 20°C	Ω/km		
17.	Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS (siła zrywająca)	kN		
18.	Wartość odkształcenia pełzania po 10 latach wyznaczona na bazie badań płynięcia przewodu	‰		
19.	Graniczna temperatura pracy przewodu w warunkach ustalonych	°C		
20.	Graniczna temperatura pracy przewodu w warunkach zwarcia	°C		
21.	Znamionowa masa 1 km przewodu bez smaru / ze smarem	kg/km		

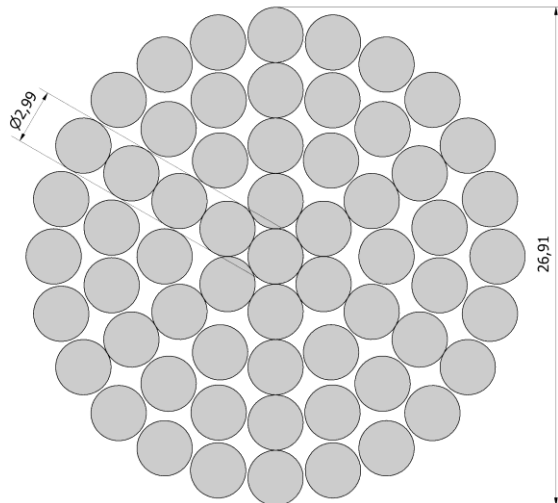
I.p.	Dane znamionowe / Parametry techniczne	Jednostka	Wartość	Uwagi
22.	Możliwość rozwijania przewodu pod naciągiem	tak/nie		
23.	Minimalny dopuszczalny promień gięcia przewodu	mm		
24.	Ilość operacji skręcania warstw aluminiowych przewodu	liczba op.		
-	Właściwości smaru	–	–	–
25.	Typ/Oznaczenie smaru	–		
26.	Gęstość smaru	kg/dm ³		
27.	Temperatura θ_1	°C		
28.	Temperatura θ_2	°C		
29.	Max. bezpieczna temperatura pracy smaru, dla czasu wystąpienia tej temperatury dłuższego niż 5 minut.	°C		
30.	Temperatura punktu kroplenia smaru	°C		
-	Dokumenty dodatkowe / załączniki	–	–	–
31.	Certyfikat ISO 9001 Producenta	załącznik		
32.	Plan zapewnienia jakości Producenta	załącznik		
33.	Metodyka obliczania masy smaru w przewodzie	załącznik		
34.	Oznaczenie i data raportu z badań typu	załącznik		
35.	Inne:.....			

9 Rysunki przekrojów poprzecznych przewodów

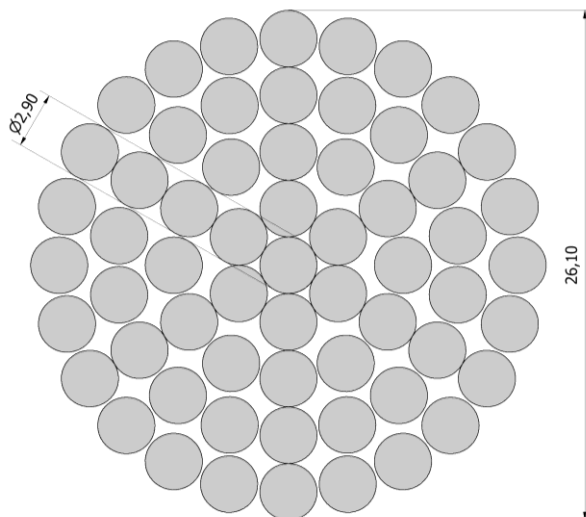
**Symbol
przewodu**

Rysunek przekroju poprzecznego

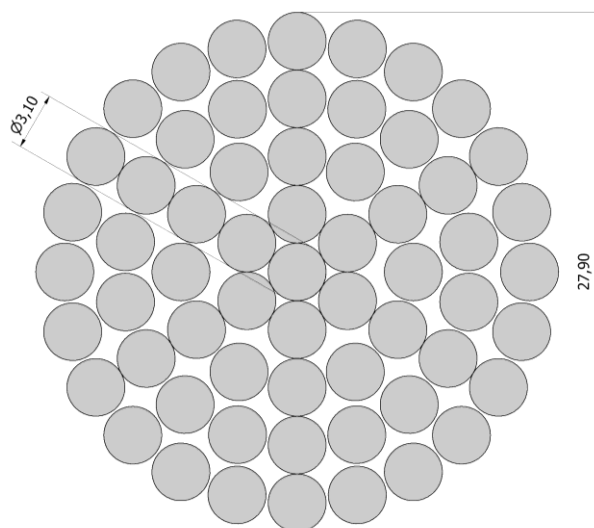
428-AL4



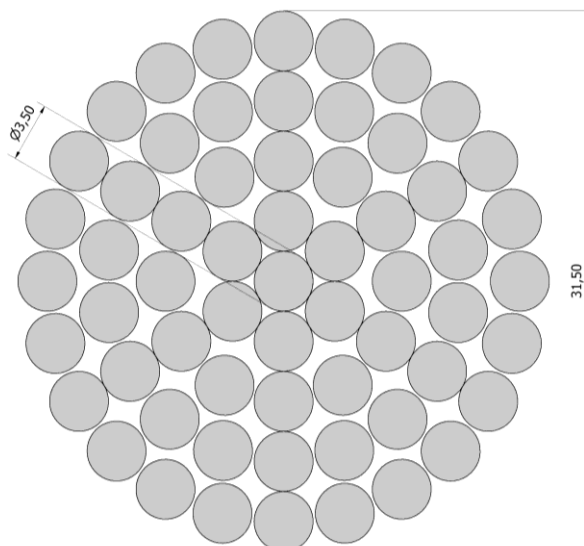
403-AL3



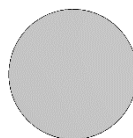
460-AL3



587-AL3



dрут ze stopu
aluminium typu AL3
lub AL4 - w
zależności od
przewodu



Wymiary podane są w [mm]