



STANDARDOWA SPECYFIKACJA TECHNICZNA	Numer kodowy
	PSE- TS.PRACSS150.NN PL/2020v1

TYTUŁ:	PRZEWODY STALOWO - ALUMINIOWE ACSS (do 150⁰C)
---------------	---

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.....	7
5.1	OPLÓT PRZEWODÓW	7
5.2	RDZEŃ PRZEWODÓW	7
5.3	POŁĄCZENIA DRUTÓW.....	9
5.4	WYKONANIE PRZEWODU	9
5.5	SMAROWANIE PRZEWODU	10
5.6	ZNAMIONOWA WYTRZYMAŁOŚĆ PRZEWODÓW NA ROZCIĄGANIE RTS.....	10
5.7	OBLICZENIOWA REZYSTANCJA PRZEWODU DC	10
5.8	ZNAMIONOWA MASA PRZEWODU	11
6	BADANIA PRZEWODÓW.....	11
6.1	OKREŚLENIE PARAMETRÓW TECHNICZNYCH PRZEWODU	11
6.2	OKREŚLENIE PARAMETRÓW MECHANICZNYCH I EKSPLOATACYJNYCH PRZEWODU.....	13
7	ZAPEWNIENIE JAKOŚCI.....	14
7.1	DOKUMENTACJA PRZY DOSTAWIE PRZEWODÓW.....	15
7.2	DŁUGOŚCI PRZEWODÓW NA BĘBNACH.....	16
7.3	PAKOWANIE PRZEWODÓW	16
8	GWARANTOWANE DANE ZNAMIONOWE I WŁAŚCIWOŚCI PRZEWODÓW	16
9	RYSUNKI PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH PRZEWODÓW.....	19

1 Przedmiot i zakres Specyfikacji

Przedmiotem Standardowej Specyfikacji Technicznej są skręcane wspólnie z drutów o przekroju okrągłym stalowo-aluminiowe przewody wielodrutowe typu ACSS (Aluminium Conductors Steel Supported) o oznaczeniach: **349-AL0/79-ST6A**, **357-AL0/46-ST6A**, **408-AL0/53-ST6A**, **520-AL0/67-ST6A** wykonane według normy PN-EN 50540. W oznaczeniach przewodów liczba przed myślnikiem reprezentuje znamionowy przekrój poprzeczny części przewodu wykonanej z aluminium (wyrażony w milimetrach kwadratowych i zaokrąglony do liczby całkowitej), a symbol po myślniku reprezentuje typ drutu z aluminium (kwantyfikujący m.in. jego własności mechaniczne i rezystywność elektryczną), liczba po ukośniku reprezentuje znamionowy przekrój poprzeczny rdzenia stalowego przewodu (wyrażony w milimetrach kwadratowych i zaokrąglony do liczby całkowitej), a symbol po myślniku reprezentuje typ drutu stalowego (kwantyfikujący m.in. jego własności mechaniczne i parametry powłoki cynkowej: liczba oznacza typ drutu stalowego z punktu widzenia wytrzymałościowego, a litera na końcu oznaczenia oznacza klasę powłoki cynkowej). Przewody te stanowią odpowiedniki fazowych 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 w zakresie normalizacji, konstrukcji, właściwości mechanicznych, właściwości elektrycznych, wymagań w zakresie badań oraz warunków dostawy.

Objęte Specyfikacją przewody posiadają oplot wykonany z drutów typu AL0 tj. drutów z aluminium w stanie miękkim oraz rdzeń stalowy wykonany z drutów typu ST6 z powłoką cynkową klasy A i wykorzystywane są jako wysokotemperaturowe przewody fazowe w liniach napowietrznych i stacjach będących własnością PSE S.A., o maksymalnej temperaturze projektowej przewodów fazowych nie wyższej niż +150°C.

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 stalowo-aluminiowe ACSS 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 współosiowo
2.	PN-EN 50189	Przewody do linii napowietrznych -- Przewody stalowe ocynkowane
3.	PN-EN 50540	Przewody do linii napowietrznych -- Przewody stalowo-aluminiowe (ACSS)
4.	PN-E-79100	Kable i przewody elektryczne. Pakowanie, przechowywanie i transport
5.	PN-EN ISO 9001	Systemy zarządzania jakością -- Wymagania
6.	PN-EN ISO/IEC 17025	Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących
7.	TR IEC 61597	Overhead electrical conductors – Calculation methods for stranded bare conductors
8.	IEEE Std 1283 (uwaga 1)	IEEE Guide for Determining the Effects of High-Temperature Operation on Conductors, Connectors, and Accessories

Uwagi:

1. dokument przywołany jedynie w celach informacyjnych

3 Warunki środowiskowe

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

- maksymalna temperatura otoczenia + 40 °C,
- minimalna temperatura otoczenia – 35 °C,
- maksymalna dopuszczalna długotrwałe temperatura pracy przewodów +150 °C
- maksymalna krótkotrwała temperatura przewodów w przypadku zwarcia + 300 °C

4 Wymagane parametry i właściwości przewodów

Budowę i parametry techniczne oraz konstrukcyjne przewodów stalowo - aluminiowych typu ACSS objętych niniejszą Specyfikacją zamieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Wymagane parametry techniczne i konstrukcyjne przewodów stalowo - aluminiowych typu ACSS

I.p.	Parametr	Jednostka	Wymagana wartość			
			4	5	6	7
1.	Oznaczenie przewodu wg PN EN 50540	-	349-AL0/79-ST6A	357-AL0/46-ST6A	408-AL0/53-ST6A	520-AL0/67-ST6A
2.	Typ zastosowanego drutu stalowego na rdzeń	-	ST6A	ST6A	ST6A	ST6A
3.	Znamionowa średnica centralnego drutu stalowego	mm	2,30	2,90	3,10	3,50
4.	Znamionowa średnica drutu stalowego warstwy 1 rdzenia	mm	2,30	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	110	139	149	168
8.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 1	mm	179	226	242	273
9.	Znamionowa średnica drutu stalowego warstwy 2	mm	2,30	-	-	-
10.	Liczba drutów warstwy 2	szt.	12	-	-	-
11.	Kierunek skrętu warstwy 2	-	prawy	-	-	-
12.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	161	-	-	-
13.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	253	-	-	-
14.	Typ zastosowanego drutu aluminiowego na oplot	-	AL0	AL0	AL0	AL0
15.	Znamionowa średnica drutu aluminiowego warstwy 2	mm	-	2,90	3,10	3,50
16.	Liczba drutów warstwy 2	szt.	-	12	12	12
17.	Kierunek skrętu warstwy 2	-	-	prawy	prawy	prawy
18.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	-	145	155	175
19.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 2	mm	-	232	248	280
20.	Znamionowa średnica drutu aluminiowego warstwy 3	mm	3,85	2,90	3,10	3,50
21.	Liczba drutów warstwy 3	szt.	12	18	18	18
22.	Kierunek skrętu warstwy 3	-	lewy	lewy	lewy	lewy
23.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 3	mm	192	203	217	245
24.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 3	mm	307	325	347	392
25.	Znamionowa średnica drutu aluminiowego warstwy 4	mm	3,85	2,90	3,10	3,50

1	2	3	4	5	6	7
26.	Liczba drutów warstwy 4	szt.	18	24	24	24
27.	Kierunek skrętu warstwy 4	-	prawy	prawy	prawy	prawy
28.	Minimalny skok skrętu drutów w warstwie 4	mm	269	261	279	315
29.	Maksymalny skok skrętu drutów w warstwie 4	mm	377	365	391	441
30.	Znamionowa średnica rdzenia przewodu	mm	11,50	8,70	9,30	10,50
31.	Znamionowa średnica zewnętrzna całego przewodu	mm	26,90	26,10	27,90	31,50
32.	Tolerancja wykonania średnicy zewnętrznej przewodu	%	+/-1%	+/-1%	+/-1%	+/-1%
33.	Przekrój obliczeniowy części stalowej przewodu	mm ²	78,9	46,2	52,8	67,3
34.	Przekrój obliczeniowy części aluminiowej przewodu	mm ²	349,2	356,7	407,6	519,5
35.	Tolerancja wykonania przekroju poprzecznego części aluminiowej przewodu	mm ²	+/-7,0	+/-7,1	+/-8,2	+/-10,4
36.	Przekrój obliczeniowy całego przewodu	mm ²	428,1	402,9	460,4	586,8
37.	Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS (siła zrywająca)	kN	158,3	101,5	113,3	144,4
38.	Max. obliczeniowa rezystancja 1 km przewodu w temperaturze 20°C	Ω/km	0,0818	0,0800	0,0700	0,0549
39.	Znamionowa masa części stalowej przewodu	kg/km	619,4	361,6	413,2	526,7
40.	Znamionowa masa części aluminiowej przewodu	kg/km	966,3	986,4	1127,1	1436,8
41.	Znamionowa masa całego przewodu	kg/km	1585,7	1348,0	1540,3	1963,5
42.	Tolerancja wykonania masy przewodu	kg/km	+/-31,7	+/-27,0	+/-30,8	+/-39,3
43.	Obliczeniowy moduł sprężystości wzdłużnej przewodu wg TR IEC 61597	GPa	79,9	70,5	70,5	70,5
44.	Obliczeniowy moduł sprężystości wzdłużnej rdzenia wg TR IEC 61597	GPa	190	190	190	190
45.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu wg TR IEC 61597	× 10 ⁻⁶ K ⁻¹	18,0	19,4	19,4	19,4

1	2	3	4	5	6	7
46.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego rdzenia wg TR IEC 61597	$\times 10^{-6} K^{-1}$	11,5	11,5	11,5	11,5

5 Dodatkowe informacje i szczegóły wymagań

5.1 Oplot przewodów

Druty okrągłe na oplot przewodów objętych niniejszą Specyfikacją powinny być wykonane z aluminium. Druty aluminiowe przed skręcaniem powinny być w stanie miękkim (AL0, zgodnie z wymaganiami z tabeli 3 niniejszej specyfikacji).

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

Właściwości drutów z aluminium typu AL0 przed skręcaniem powinny być zgodne wymaganiami stawianymi drutom w normie PN-EN 50540. Nie dopuszcza się zmian własności drutów z aluminium powodowanych procesem skręcania przewodu do poziomu wykraczającego poza zakres wymagań normy PN-EN 50540. W szczególności właściwości drutów z aluminium (w stanie przed skręcaniem i po wypleceniu z przewodu) w zakresie minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, minimalnego wydłużenia przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania oraz maksymalnej rezystywności w temperaturze +20 °C powinny być zgodne wymaganiami zamieszczonymi w tabeli 3.

Tabela 3. Właściwości drutów z aluminium wykorzystywanych do budowy przewodów ACSS

1	2	3	Wymagana wartość			
			4	5	6	7
1.	Typ drutu wg PN-EN 50540	-	AL0	AL0	AL0	AL0
2.	Średnica znamionowa drutu	mm	3,85	2,90	3,10	3,50
3.	Znamionowa wytrzymałość na rozciągnięcie	MPa	60-95	60-95	60-95	60-95
4.	Minimalne wydłużenie przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania na bazie 250mm	%	20	20	20	20
5.	Maksymalna rezystywność w temperaturze +20 °C	nΩm	27,899	27,899	27,899	27,899

5.2 Rdzeń przewodów

Druty okrągłe przeznaczone na rdzenie przewodów objętych niniejszą Specyfikacją powinny zostać wykonane ze stali typu ST6 i zabezpieczone powłoką antykorozyjną cynku klasy A. Powierzchnia drutów przed skręcaniem powinna być gładka i całkowicie pokryta warstwą cynku. Druty nie powinny mieć łusek, pęknięć, pęcherzy lub innych wad

widocznych nieuzbrojonym okiem. Druty nie mogą nosić śladów żadnych form zużycia (utleniania czy odkształcenia).

Metody badań właściwości wyspecyfikowanych w tabeli 4 oraz wymagania w zakresie właściwości cynku stosowanego na powłokę antykorozyjną, powinny być zgodne z wymaganiami normy PN-EN 50189 i norm tam przywołanych (przy czym w zakresie własności mechanicznych drutów należy posługiwać się danymi z tab. 8 dla drutów ze stali ST6C, a w zakresie parametrów powłoki cynkowej danymi z tab. 2 dla klasy A), lub normy PN-EN 50540 i norm tam przywołanych (należy posługiwać się danymi z tab. 1 dla drutów typu ST6A). Wymagania stawiane drutom stalowych ST6A wg obu norm są tożsame.

Właściwości drutów stalowych i cynkowej powłoki ochronnej powinny być zgodne z wymaganiami zamieszczonymi w tabeli 4.

Tabela 4. Właściwości drutów stalowych wg PN-EN 50189 i PN-EN 50540 wykorzystywanych do budowy przewodów ACSS

l.p.	Parametr	Jednostka	Wymagana wartość			
			4	5	6	7
1.	Typ drutu wg PN-EN 50540	-	ST6A	ST6A	ST6A	ST6A
2.	Średnica znamionowa drutu	mm	2,30	2,90	3,10	3,50
3.	Tolerancja wykonania średnicy drutu	mm	+/- 0,04	+/-0,05	+/-0,05	+/-0,05
4.	Minimalna znamionowa wytrzymałość na rozciąganie (uwaga 1)	MPa	1750 (1650)	1750 (1650)	1700 (1600)	1700 (1600)
5.	Minimalne naprężenie przy 1 % wydłużenia w próbie rozciągania	MPa	1410	1410	1380	1380
6.	Minimalne wydłużenie przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania na bazie 250mm	%	2	2,5	2,5	2,5
7.	Test nawijania na trzpień o średnicy równej czterokrotności średnicy znamionowej drutu	liczba zwojów bez pęknięć	8	8	8	8
8.	Średnica trzpienia przy teście badania przylegania powłoki (uwaga 2)	xD	4	4	4	4
9.	Minimalna masa pokrycia antykorozyjnego	g/m ²	230	230	245	245
10.	Równomierność pokrycia powłoką antykorozyjną – ilość i czas trwania cykli zanurzeń	cykle x czas	3x 1min	3x 1min	3x 1min +1x 0,5min	3x 1min +1x 0,5min
11.	Gęstość materiału drutu	kg/dm ³	7,78	7,78	7,78	7,78

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,
2. D - średnica znamionowa drutu.

5.3 Połączenia drutów

Liczba połączeń drutów z aluminium, sposób wykonania połączeń oraz inne właściwości połączeń powinny być zgodne z normą PN-EN 50540 pkt. 5.6 z zastrzeżeniem, że połączenia na finalnym drucie z aluminium nie wynikają ze zbyt krótkich odcinków fabrykacyjnych drutu lub wad jakościowych drutu.

Połączenia drutów aluminiowych podczas skręcania są dopuszczalne wyłącznie w przypadku nieoczekiwanego, losowego pęknięcia drutu. 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 wypłytki, spęczenia lub nienaturalnych zagięć, przekręceń lub innych deformacji w okolicach połączenia i w samym połączeniu.

Odległość mierzona wzdłuż osi przewodu pomiędzy połączeniami drutu aluminiowego nie może być mniejsza niż 15 metrów.

Minimalna wytrzymałość na rozciąganie połączenia drutu aluminiowego powinna wynosić 60 MPa.

Nie dopuszcza się wykonywania połączeń drutów stalowych w procesie skręcania przewodu.

5.4 Wykonanie przewodu

Przewód powinien być wykonany (skręcony) współosiowo z drutów o przekroju okrągłym zgodnie z punktem 5.2 normy PN-EN 50540. 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 przewodu powinien być równy lub mniejszy niż stosunek skrętu warstwy będącej bezpośrednio pod tą warstwą. Druty w poszczególnych warstwach oraz między warstwami powinny do siebie wzajemnie przylegać w taki sposób, aby przewód nie posiadał luźnych warstw lub luźnych drutów. Druty aluminiowe przed skręcaniem powinny zostać w pełni wyżarzone.

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 drutów 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.

Wykonanie przewodu powinno zapewnić jego montaż metodą preferowaną przez Zamawiającego metodą pod naciągami - metoda wciągarka-hamownik z zachowaniem rekomendowanych przez dostawcę przewodu minimalnych dopuszczalnych promieni gięcia przewodu i minimalnych średnic krążków oraz z uwzględnieniem uwarunkowań związanych z instalacją przewodów ACSS.

Dopuszcza się skręcanie oplotu przewodu w wielu operacjach. Producent deklaruje w danych gwarantowanych przewodu liczbę operacji skręcania.

5.5 Smarowanie przewodu

Przewody standardowo nie są smarowane. Jeżeli będzie to wymagane warunki smarowania oraz parametry stosowanego smaru do przewodu ACSS zostaną ustalone pomiędzy PSE S.A. a Producentem.

5.6 Znamionowa wytrzymałość przewodów na rozciąganie RTS

Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS powinna być wyznaczona zgodnie z metodyką podaną w punkcie 5.5 normy PN-EN 50540 tj. powinna stanowić sumę 96% sumy wszystkich minimalnych sił niszczących poszczególne druty z aluminium podczas jednoosiowego rozciągania (stanowiących iloczyn znamionowego przekroju poprzecznego drutu i jego minimalnej wytrzymałości na rozciąganie zamieszczonej w normie PN-EN 50540 - por. pkt. 5.1.2) oraz sumy wszystkich sił niszczących poszczególne druty stalowe podczas jednoosiowego rozciągania (stanowiących iloczyn znamionowego przekroju poprzecznego drutu i jego minimalnej wytrzymałości na rozciąganie, której wartość zamieszczono w normie PN-EN 50540 - por. tabela 1; do obliczeń należy przyjąć wartość średnią minimalnej wytrzymałości na rozciąganie z kolumny nr 7).

5.7 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. 5.8 normy PN-EN 50540.

Nominalną rezystancję przewodu należy obliczyć Ω/km z dokładnością trzech cyfr znaczących wykorzystując iloraz maksymalnej rezystywności aluminium wg PN-EN 50540 pkt. 5.1.2 i znamionowego przekroju poprzecznego oplotu aluminiowego przewodu stanowiącego sumę przekrojów poprzecznych drutów z aluminium (przyjmując ich średnice znamionowe) z uwzględnieniem współczynnika przyrostu rezystancji wg tabl. 11 normy PN-EN 50540.

W obliczeniach nominalnej rezystancji przewodu nie uwzględnia się drutów stalowych.

5.8 Znamionowa masa przewodu

Znamionowa masa przewodu powinna być obliczona zgodnie z metodyką podaną w pkt. 5.7 normy PN-EN 50540 uwzględniając gęstość aluminium i stali, przekrój poprzeczny części aluminiowej i stalowej przewodu stanowiących sumę przekrojów poprzecznych drutów (przyjmując ich średnice znamionowe) oraz współczynników przyrostu masy wg tabl. 11 normy PN-EN 50540. Znamionowa masa przewodu powinna być wyznaczona w kg/km z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

6 Badania przewodów

Zgodnie z normą PN-EN 50540, dla przewodów elektroenergetycznych stalowo-aluminiowych typu ACSS 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 kontrolno-odbiorcze (próba wyrobu).

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 konstrukcje o zbliżonym stosunku przekroju części aluminiowej do stalowej i zbliżonej budowie konstrukcyjnej tj. przewody z taką samą liczbą warstw oplotu aluminiowego i wykonane z tych samych materiałów, 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 50540. Zakres wymaganych badań typu i badań wyrobu według wg PN EN 50540 oraz wymagania w zakresie badań dodatkowych przedstawiono w tabeli 5. Podczas badań typu i wyrobu (badań kontrolno-odbiorczych) należy stosować metodykę badań zawartą w normach PN-EN 50540, PN-EN 50182 oraz dokumentach normatywnych tam przywołanych.

Tabela 5. Zakres badań przewodów ACSS

Nazwa badania		Badania typu	Badania wyrobu (badania kontrolno-odbiorcze)	Metodyka prowadzenia badania
Przewód	- stan powierzchni przewodu	X	X	PN-EN 50540
	- średnica zewnętrzna przewodu	X	X	PN-EN 50540
	- stan odprężenia przewodu	X	X	PN-EN 50540
	- współczynnik skrętu i kierunek skrętu drutów w warstwach	X	X	PN-EN 50540
	- liczba i rodzaj drutów	X	X	PN-EN 50540
	- znamionowy przekrój części aluminiowej przewodu	X	X	PN-EN 50540
	- masa jednostkowa przewodu	X	X	PN-EN 50540
	- rezystancja przewodu przy prądzie stałym	X	—	PN-EN 50540
	- krzywa naprężenie-odkształcenie przewodu	X	—	PN-EN 50540
	- wytrzymałość na rozciąganie przewodu	X	—	PN-EN 50540
	- próba zawieszania przewodu (uwaga 1)	X	—	PN-EN 50540
druty aluminiowe	- wytrzymałość na rozciąganie (uwaga 2)	X	X	PN-EN 50540
	wydłużenie przy zerwaniu w próbie jednoosiowego rozciągania (uwaga 2)	X	X	PN-EN 50540
	- rezystywność elektryczna (uwaga 2)	X	X	PN-EN 50540
	- przekrój poprzeczny (uwaga 2)	X	X	PN-EN 50540
	- wytrzymałość połączeń	X	—	PN-EN 50540
Druty stalowe	- średnica	X	X	PN-EN 50540
	- wytrzymałość na rozciąganie	X	X	PN-EN 50540
	- naprężenie przy 1% wydłużeniu	X	X	PN-EN 50182
	- wydłużenie przy zerwaniu	X	X	PN-EN 50540

1	2	3	4	5
	- próba nawijania	X	X	PN-EN 50182
	- masa powłoki cynkowej	X	X	PN-EN 50540
	- próba zanurzeniowa (zinc dip test)	X	X	PN-EN 50540
	- przyczepność powłoki cynkowej	X	X	PN-EN 50540

Uwaga:

1. próba ta jest wymagana w uzasadnionych przypadkach po ustaleniu pomiędzy Zamawiającym i Dostawcą i będzie wykonana na koszt Zamawiającego,
2. badania typu wykonywane na drutach przed skręcaniem i po skręcaniu przewodu.

Liczbę bębnow, z których pobiera się próbki do badań kontrolno-odbiorczych przewodów, ustala się zgodnie z normą PN-EN 50540 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).

Badania wydłużenia (elongation) drutów stalowych wykonuje się na wszystkich drutach rdzenia stalowego.

Dopuszczalna degradacja własności drutów stalowych wplecionych z przewodu po skręcaniu nie powinna przekraczać wartości określonych w tab. 13 normy PN-EN 50540 (Zinc coated steel (ST6A)) oraz w tab. 6 normy PN-EN 50182 (Zinc coated steel (ST1A to ST6C)), przy czym pomiar naprężenia przy 1 % wydłużenia należy wykonywać tylko na drucie centralnym z uwagi na trudności z idealnym wyprostowaniem drutów 1 warstwy po skręcaniu.

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 A normy PN-EN 50540.

W celach informacyjnych podaje się obliczeniową wartość modułu sprężystości wzdłużnej przewodu. Należy posłużyć się wytycznymi zawartymi w TR IEC 61597 i podać wartość obliczeniową wg równania nr 25 przyjmując zalecane w tym dokumencie wartości modułów sprężystości rdzenia i oplotu oraz odpowiednie przekroje znamionowe. W celu możliwości oceny eksploatacji przewodu ACSS w temperaturach powyżej punktu

załamania charakterystyki zwis-temperatura (tzw. knee point) należy podać również wartości modułu sprężystości wzdłużnej rdzenia zgodnie z wartością rekomendowaną w TR IEC 61597.

Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu należy obliczyć zgodnie z wytycznymi TR IEC 61597 wg równania 18 przyjmując zalecane wartości modułów sprężystości rdzenia i oplotu, odpowiednie przekroje znamionowe oraz współczynniki liniowej rozszerzalności cieplnej aluminium i stali. W celu możliwości oceny eksploatacji przewodu ACSS w temperaturach powyżej punktu złamania charakterystyki zwis-temperatura (tzw. knee point) należy podać również współczynnik wydłużenia cieplnego rdzenia zgodnie z wartością rekomendowaną w 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. rezystancja przewodu przy prądzie stałym,
 - d. wytrzymałość na rozciąganie drutów,
 - e. próba nawijania,
 - f. rezystywność elektryczna drutów aluminiowych,
 - g. 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 wraz z wynikami badań typu.

Do każdej partii przewodów Producent dostarczy wyniki badań wyrobu dla przewodu 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 50540, 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 naciągami.

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. Jeśli nie uzgodniono inaczej poszczególne warstwy przewodu na bębnie powinny być zabezpieczone poprzez wykorzystanie odpowiednich przekładek separacyjnych.

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	2	3	4	5
1.	Producent	–		
2.	Oznaczenie przewodu wg PN-EN 50540/nazwa własna Producenta	–		
-	Budowa przewodu	–	–	–

I.p.	Dane znamionowe / Parametry techniczne	Jednostka	Wartość	Uwagi
3.	Średnica rdzenia stalowego	mm		
4.	Średnica zewnętrzna przewodu	mm		
5.	Przekrój poprzeczny części stalowej	mm ²		
6.	Przekrój poprzeczny części aluminiowej	mm ²		
7.	Stosunek przekroju części aluminiowej do stalowej	-		
8.	Przekrój poprzeczny całego przewodu	mm ²		
9.	Liczba drutów z aluminium	szt.		
10.	Średnica drutów z aluminium	mm		
11.	Typ drutu z aluminium wg PN-EN 50540	-		
12.	Liczba drutów stalowych	szt.		
13.	Średnica drutów stalowych	mm		
14.	Typ drutów stalowych wg PN-EN 50540	-		
15.	Konstrukcja (liczby drutów w warstwach)	x/x/x/x		
-	Właściwości drutów aluminiowych	-	-	-
16.	Wytrzymałość na rozciąganie przed skręceniem	MPa		
17.	Wytrzymałość na rozciąganie po skręcaniu	MPa		
18.	Wydłużenie przy zerwaniu na bazie 250mm przed skręcaniem	%		
19.	Wydłużenie po zerwaniu na bazie 250mm po skręcaniu	%		
20.	Rezystywność w temp. 20oC	nΩm		
-	Właściwości drutów stalowych	-	-	-
21.	Wytrzymałość na rozciąganie przed skręceniem	MPa		
22.	Wytrzymałość na rozciąganie po skręcaniu	MPa		
23.	Naprężenie przy 1% wydłużeniu przed skręceniem	MPa		
24.	Naprężenie przy 1% wydłużeniu po skręcaniu	MPa		
25.	Wydłużenie przy zerwaniu przed skręceniem	%		
26.	Wydłużenie przy zerwaniu po skręcaniu	%		
27.	Wynik testu nawijania drutu przed skręcaniem	pozytywny/ negatywny		

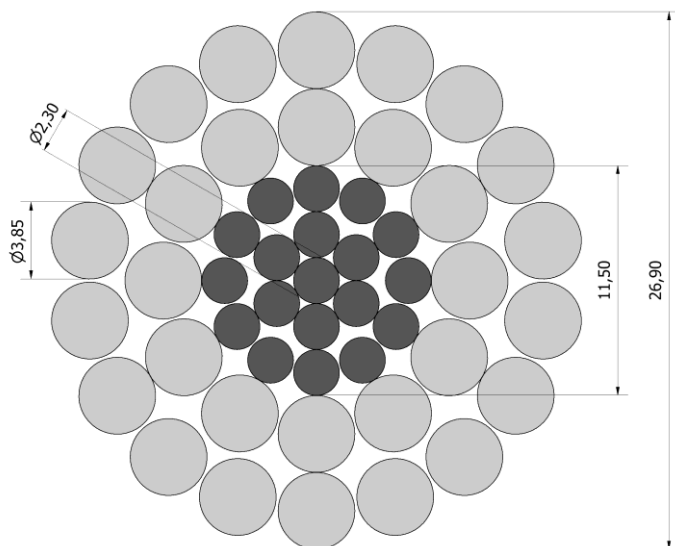
I.p.	Dane znamionowe / Parametry techniczne	Jednostka	Wartość	Uwagi
28.	Wynik testu nawijania drutu po skręcaniu	pozytywny/ negatywny		
29.	Minimalna masa cynku	g/m ²		
-	Właściwości przewodu	-	-	-
30.	Moduł sprężystości wzdłużnej przewodu	GPa		
31.	Moduł sprężystości wzdłużnej rdzenia	GPa		
32.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego przewodu	× 10 ⁻⁶ K ⁻¹		
33.	Obliczeniowy współczynnik wydłużenia cieplnego rdzenia	× 10 ⁻⁶ K ⁻¹		
34.	Max. obliczeniowa rezystancja DC 1 km przewodu w temp. 20oC	Ω/km		
35.	Znamionowa wytrzymałość przewodu na rozciąganie RTS (siła zrywająca)	kN		
36.	Graniczna temperatura pracy przewodu w warunkach ustalonych	oC		
37.	Graniczna temperatura pracy przewodu w warunkach zwarcia	oC		
38.	Znamionowa masa 1 km przewodu	kg/km		
39.	Możliwość rozwijania przewodu pod naciągiem	tak/nie		
40.	Minimalny dopuszczalny promień gięcia przewodu	mm		
41.	Liczba operacji skręcania podczas wytwarzania przewodu	liczba op.		
42.	Współczynniki wielomianów opisujących krzywe naprężenie-odkształcenie w postaci wymaganej przez program PLS CADD	-		
-	Dokumenty dodatkowe / załączniki	-	-	-
43.	Certyfikat ISO 9001 Producenta	załącznik		
44.	Plan zapewnienia jakości producenta	załącznik		
45.	Rysunki przekrojów poprzecznych przewodów	załącznik		
46.	Oznaczenie i data raportu z badań typu	załącznik		
47.	Inne:.....			

9 Rysunki przekrojów poprzecznych przewodów

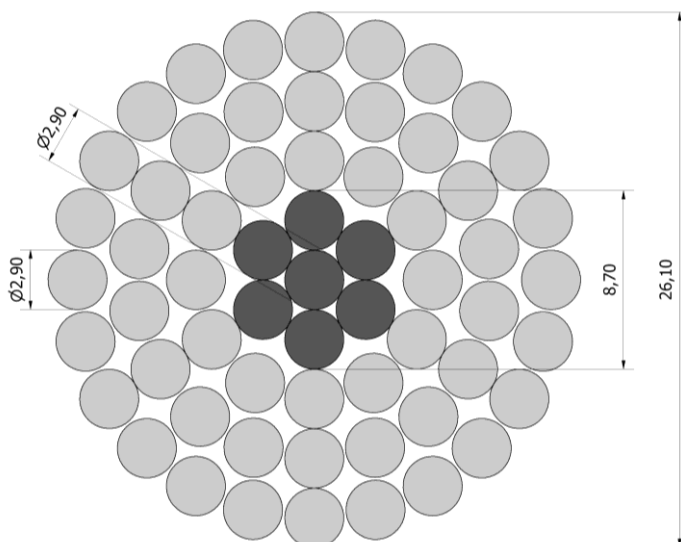
Symbol przewodu

Rysunek przekroju poprzecznego

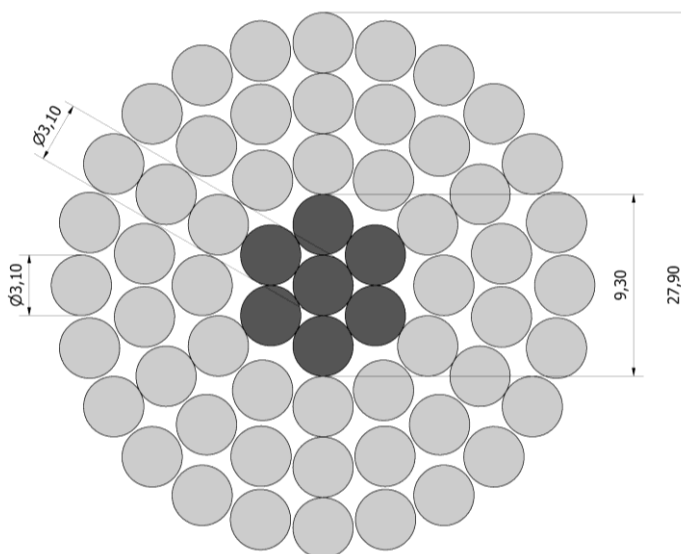
349-AL0/79-ST6A



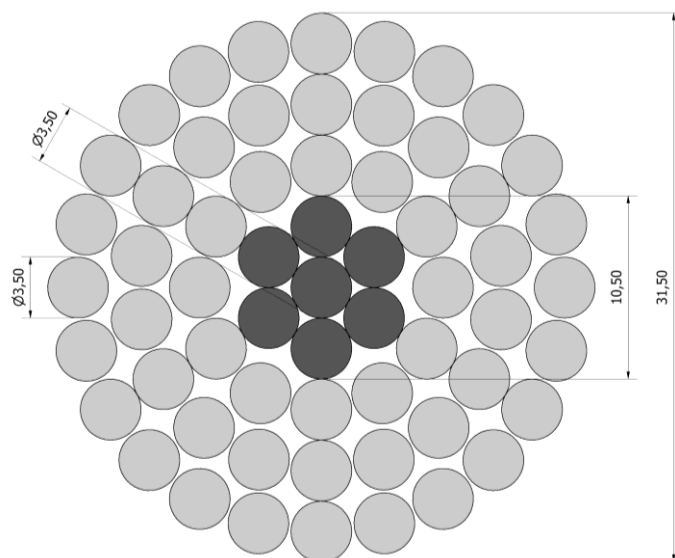
357-AL0/46-ST6A



408-AL0/53-ST6A



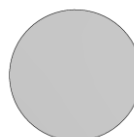
520-AL0/67-ST6A



drut stalowy



drut aluminiowy



Wymiary podane są w [mm]