

Helena Anuszewska*

OPTOTELEKOMUNIKACYJNE KABLE SAMONOŚNE (ADSS) DLA LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH

Streszczenie: W artykule omówiono zagadnienia dotyczące wykorzystania konstrukcji linii elektroenergetycznych do podwieszania dielektrycznych kabli światłowodowych w celu rozszerzenia pojemności traktów telekomunikacyjnych. Przedstawiono budowę i własności kabli ADSS produkowanych przez „Elektrim–Kable o/Ożarów”. Zamieszczono wyniki badań odporności tych kabli na narażenia eksploatacyjne.

Słowa kluczowe: ADSS, linie energetyczne

1. Wprowadzenie

Optotelekomunikacyjne kable dielektryczne samonośne określane powszechnie mianem ADSS (aerial dielectric self supporting) mające szerokie zastosowanie w sieciach telekomunikacyjnych instalowane są coraz częściej na napowietrznych liniach elektroenergetycznych. Możliwość wykorzystania konstrukcji linii do podwieszania kabli światłowodowych pozwala na jednoczesny, bezkolizyjny przesył energii elektrycznej i sygnałów telekomunikacyjnych, przy nakładach finansowych daleko niższych niż budowa dwóch niezależnych sieci. W przypadku kabli telekomunikacyjnych z żyłami miedzianymi rozwiązanie takie nie było możliwe ze względu na brak ochrony toru telekomunikacyjnego przed zakłóceniami pochodzącymi od przewodu energetycznego.

Tor telekomunikacyjny bazujący na światłowodach jest całkowicie odporny na wpływy pól elektromagnetycznych, dlatego kabel optyczny można podwieszać na tych samych słupach w dość bliskim sąsiedztwie przewodów energetycznych. Dynamiczny rozwój techniki światłowodowej w sieciach telekomunikacyjnych zakładów energetycznych i PSE S.A. został w znacznej mierze zainicjowany przez zastosowanie kabli

* „Energokabel”

światłowodowych w napowietrznych liniach wysokiego napięcia (przewody OPGW – Optical Ground Wires — moduł optyczny zintegrowany z linką odgromową). Rysuje się obecnie klarowny podział obszarów zastosowań dla kabli ADSS i OPGW. Kable OPGW znajdują zastosowanie na liniach wysokich napięć (powyżej 110 kV) natomiast na liniach średnich i niskich napięć powszechne staje się zastosowanie kabli ADSS.

Kable ADSS znajdują też zastosowanie w liniach trakcji kolejowej i trakcji tramwajowej. Obserwuje się również duże zainteresowanie kablami tego rodzaju wśród operatorów sieci telekomunikacyjnej. Budowy napowietrznych traktów optotelekomunikacyjnych w sieci TPSA są coraz częściej realizowane przy pomocy kabli o przekroju kołowym w miejsce kabli o przekroju ósemkowym.

2. Podstawowe cechy kabli ADSS

Wymaga się, żeby kabel ADSS w możliwie niewielkim stopniu zwiększał obciążenie konstrukcji wsporczych linii energetycznej. Stąd podstawowe wymagania konstrukcyjne dla kabla ADSS to mała średnica zewnętrzna i co się z tym bezpośrednio wiąże — mała masa.

Jest możliwe uzyskanie małych średnic zewnętrznych poprzez stosowanie małych średnic tub, jednak stosowanie w kablach optycznych małej średnicy tub ogranicza ich żywotność, szczególnie wtedy, gdy średnica tuby jest nieodpowiednio dobrana w stosunku do liczby ułożonych w niej światłowodów. Istnieje zatem konieczność optymalizacji konstrukcji kabli ADSS uwzględniającej gwarancję niezawodności kabla w planowanym czasie jego eksploatacji.

Kable ADSS powinny posiadać równomierną na całej długości średnicę zewnętrzną oraz charakteryzować się małą owalnością przekroju poprzecznego ze względu na stosowany w liniach napowietrznych osprzęt do zawieszania tych kabli. Jakość montażu kabli ADSS oraz żywotność linii napowietrznej zależy bezpośrednio od prawidłowego doboru osprzętu dla danego rodzaju kabli. Uprzywilejowaną będzie sześćo-tubowa konstrukcja ośrodka ze względu na regularność geometryczną takiej struktury.

3. Kable ADSS produkowane przez „Elektrim–Kable o/Ożarów”

Samonośne kable ADSS z przeznaczeniem dla telekomunikacyjnych linii napowietrznych w sieci TPSA oraz dla linii trakcji kolejowych są produkowane od 1994 roku. Z uwagi na potrzebę uwzględnienia specyficznych warunków wszystkich linii napowietrznych opracowano i wdrożono do produkcji w połowie roku 1997 typoszereg kabli ADSS z przeznaczeniem zarówno dla zastosowania w liniach energetycznych niskich i średnich napięć jak i w liniach telekomunikacyjnych.

Podstawowe założenia dla konstrukcji kabli ADSS, stosowanych na obszarze Polski zostały określone we wzajemnej współpracy firmy „Elektrim–Kable o/Ożarów” i biur projektów energetycznych. Konstrukcje kabli i ich własności odpowiadają w pełni Wymaganiom Techniczno-Eksploatacyjnym Ministra Łączności na kable optotelekomunikacyjne.

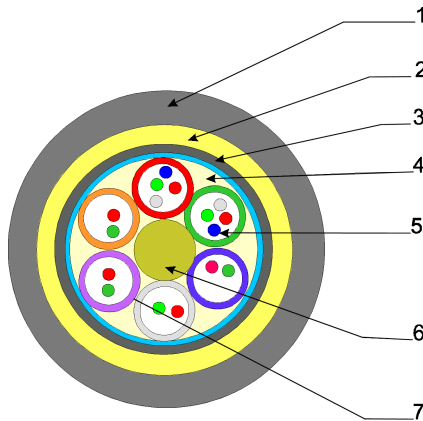
Opracowano trzy grupy kabli ADSS z przeznaczeniem dla napowietrznej sieci telekomunikacyjnej i dla trzech poziomów napowietrznych sieci elektroenergetycznych:

- a) Kable o sile zrywającej (RTS) 15 kN są przeznaczone dla linii energetycznych niskich napięć, dla linii trakcji tramwajowej, dla linii trakcji kolejowej, dla napowietrznych linii telekomunikacyjnych. Maksymalna odległość przęseł do 50 m.
- b) Kable o sile zrywającej (RTS) 25 kN są przeznaczone dla linii energetycznych do 20 kV. Maksymalna odległość przęseł do 150 m.
- c) Kable o sile zrywającej (RTS) 50 kN są przeznaczone dla linii energetycznych 110 kV. Maksymalna odległość przęseł do 350 m.

W każdej z tych grup występują dwa rodzaje kabli różniące się maksymalną liczbą światłowodów w kablu. Kable mogą zawierać maksymalnie 24 lub 36 światłowodów.

4. Budowa i parametry techniczne kabli ADSS

Konstrukcja kabli ADSS jest oparta na sześćo-elementowej strukturze ośrodka z luźnymi tubami (rys. 1).



Rys. 1. Przekrój poprzeczny kabla XOTKtdDx 16J ADSS 16,5 kN-6tB

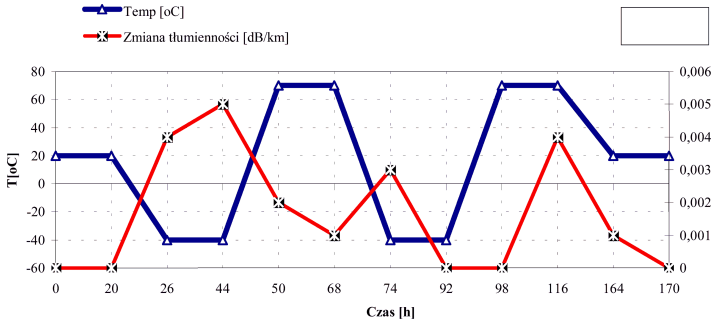
1 – powłoka kabla, czarna HDPE, 2 – element wytrzymałościowy — włókna aramidowe zespolone hot-meltem, 3 – powłoka wewnętrzna PE, 4 – ośrodek kabla uszczelniony żelazem hydrofobowym, 5 – światłowody w tubie, 6 – centralny element wytrzymałościowy — pręt FRP, 7 – luźna tuba ze światłowodami wypełniona żelazem optycznym.

Elementem centralnym jest pręt FRP (impregnowane włókno szklane) o dużej wytrzymałości mechanicznej. Luźne tuby ze światłowodami są wypełnione żelazem optycznym. Tuby B mogą zawierać maksymalnie 4 światłowody, tuby C zaś 8 światłowodów. Średnice tub są dobrane odpowiednio do liczby ułożonych w nich światłowodów. Ośrodek kabla jest skręcony rewersyjnie (S-Z) i uszczelniony. Na wewnętrznej powłoce kabla są rozmieszczone wysokomodułowe włókna aramidowe. Warstwa włókien stanowi obwodowy element nośny kabla. Włókna aramidowe są zespolone ze sobą

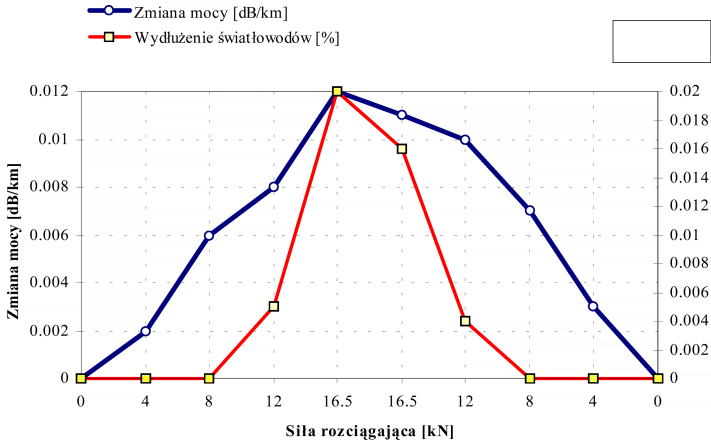
oraz z powłoką zewnętrzną kabla przy pomocy wysokotopliwego elastycznego kleju. Takie oryginalne rozwiązanie obwodowego elementu nośnego zapewnia stuprocentową wodoszczelność kabla oraz umożliwia dobrą współpracę z osprzętem przelotowym i odciągowym.

Powłoka kabla jest wytłoczona z polietylenu wysokiej gęstości odpornego na ścieranie i promieniowanie ultrafioletowe. Parametry techniczne kabli ADSS są podane w tabelach 1 i 2.

Długotrwała i niezawodna praca kabli ADSS może być zapewniona wówczas, gdy jest zachowana ich odporność na szkodliwy wpływ narażeń środowiskowych, tj. na zmiany temperatury otoczenia i naprężenia eksploatacyjne. Na rys. 2 są pokazane wyniki badań odporności kabla XOTKtdDx 24J ADSS 16,5 kN–6tB na cykliczne zmiany temperatury w zakresie -40°C – $+70^{\circ}\text{C}$, a na rys. 3 wyniki badania odporności tego kabla na działanie sił rozciągających w zakresie do 16,5 kN.



Rys. 2. Wynik badania odporności kabla XOTKtdDx 24J ADSS–6tB na cykliczne zmiany temperatury



Rys. 3. Wynik badania odporności kabla XOTKtdDx 24J ADSS–6tB na działanie siły rozciągającej

Tabela 1. Parametry eksploatacyjne kabli XOTKtdDx.– ADSS..kN– 6tB

L.p.	Parametr	Jedn.	XOTKtdDx.– ADSS 5.0 kN– 6tB	XOTKtdDx.– ADSS 8.5 kN– 6tB	XOTKtdDx.– ADSS 16.5 kN– 6tB
1.	Liczba światłowodów w kablu	—		8÷24	
2.	Średnica zewnętrzna	mm	13,0 ±0,5	13,5 ±0,5	14,0 ±0,5
3.	Masa kabla	kg/km	123,7	134,9	157,3
4.	Siła zrywająca kabel	kN	15	25	50
5.	Dopuszczalna siła rozciągająca	kN	5,0	8,5	16,5
6.	Dopuszczalna siła zginająca	N/10 cm		2000	
7.	Dopuszczalna siła przy instalacji	kN	5	5	5
8.	Moduł Young'a (w odniesieniu do przekroju kabla)	kN/mm ²	11,0	14,2	23,4
9.	Przekrój elementów wytrzymałościowych (aramidu)	mm ²	6,91	11,50	24,19
10.	Dopuszczalny promień zginania — jednokrotnego (15D) — wielokrotnego (20D)	mm	200 270	215 280	230 290
11.	Dopuszczalny zakres temperatur: — pracy — instalowania — przechowywania	°C		–40°C ÷ +50°C –10°C ÷ +50°C –40°C ÷ +70°C	
12.	Długość odcinka fabrykacyjnego	m		2100, 4200	
13.	Współczynnik rozszerzalności temperaturowej	1/K	7,41·10 ^{–6}	4,99·10 ^{–6}	2,07·10 ^{–6}
14.	Zastosowanie w liniach napowietrznych:		– telekomunikacyjnych trakcji: kolejowej i tramwajowej; – energetycznych nn (niskich napięć)	– energetycznych sn (średnich napięć)	– energetycznych sn (średnich napięć i 110 kV)
15.	Zalecana odległość przeseł	m	do 50	do 150	do 350

Tabela 2. Parametry eksploatacyjne kabli XOTKtdDx.– ADSS..kN–6tC

L.p.	Parametr	Jedn.	XOTKtdDx.– ADSS 5.0 kN–6tC	XOTKtdDx.– ADSS 8.5 kN–6tC	XOTKtdDx.– ADSS 16.5 kN–6tC
1.	Liczba światłowodów w kablu	—		24÷36	
2.	Średnica zewnętrzna	mm	13,5 ±0,5	14,0 ±0,5	14,5 ±0,5
3.	Masa kabla	kg/km	140	148	169
4.	Siła zrywająca kabel	kN	15	25	50
5.	Dopuszczalna siła rozciągająca	kN	5,0	8,5	16,5
6.	Dopuszczalna siła zginająca	N/10 cm		2000	
7.	Dopuszczalna siła przy instalacji	kN	5	5	5
8.	Moduł Young'a (w odniesieniu do przekroju kabla)	kN/mm ²	9,8	13,2	21,7
9.	Przekrój elementów wytrzymałościowych (aramidu)	mm ²	6,91	11,50	24,19
10.	Dopuszczalny promień zginania — jednokrotnego (15D) — wielokrotnego (20D)	mm	200 280	215 290	230 310
11.	Dopuszczalny zakres temperatur: — pracy — instalowania — przechowywania	°C		–40°C ÷ +50°C –10°C ÷ +50°C –40°C ÷ +70°C	
12.	Długość odcinka fabrykacyjnego	m		2100, 4200	
13.	Współczynnik rozszerzalności temperaturowej	1/K	8,13·10 ^{–6}	5,52·10 ^{–6}	2,37·10 ^{–6}
14.	Zastosowanie w liniach napowietrznych:		– telekomunikacyjnych trakcji: kolejowej i tramwajowej; – energetycznych nn (niskich napięć)	– energetycznych sn (średnich napięć)	– energetycznych sn (średnich napięć i 110 kV)
15.	Zalecana odległość przeseł	m	do 50	do 150	do 350

Taki zakres narażeń środowiskowych może mieć miejsce podczas eksploatacji ww. kabla. Wyniki badań pokazują brak wpływu narażeń na zmiany tłumienności światłowodów (obserwowane zmiany leżą w granicach błędu pomiaru — mniejsze niż 0,05 dB/km), a wydłużenie światłowodów podczas rozciągania kabla nie przekraczało 0,02%. Takie wyniki badań pozwalają prognozować czas życia kabla dłuższy niż 40 lat.

5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono w ogólnym zarysie szeroką problematykę samonośnych dielektrycznych kabli światłowodowych ADSS. Kable ADSS produkowane w firmie „Elektrim–Kable o/Ożarów” są opracowane z uwzględnieniem aktualnych potrzeb rynku krajowego. Fabryka jest przygotowana do rozszerzenia asortymentu swoich wyrobów i nowe oczekiwania rynku spowodują dalszy rozwój naszej produkcji.

Nowoczesne linie technologiczne, dobre wyposażenie laboratoriów badawczych, wieloletnie doświadczenia produkcyjne oraz wykwalifikowana kadra techniczna zapewniają, że poziom techniczny produkowanych kabli odpowiada najwyższym światowym standardom.

Literatura

- [1] ZN-FKO-K010–K020 *Zakładowe normy na kable optotelekomunikacyjne*
- [2] *Wymagania techniczne i eksploatacyjne dla kabli i linii światłowodowych* — Ministerstwo Łączności — Załącznik Nr 11 do RMŁ z dnia 4 września 1997
- [3] PN-75/E-05100 Polska Norma. *Elektroenergetyczne Linie Napowietrzne. Projektowanie i budowa*
- [4] EN 187 102 Family specification: *Optical aerial telecommunication cables*
- [5] prEN 187 200 Sectional Specification: *Optical cables to be used along electrical power lines (OCPL)*
- [6] 86A/793-1-3 OPTICAL FIBRE, *Generic specification. Measuring methods for mechanical characteristics Draft International Standard*
- [7] **Mitsunaga Y., Katsuyama Y., Ishida Y.:** *Failure prediction for long length optical fiber based on proof testing*, J. Appl. Phys. Vol. 53, No 7, July 1982
- [8] **Donaghy F.:** *A simple optical fibre reliability model for cable designers*. International Wire & Cable Proceedings 1996, pp. 922
- [9] **Glaesemann G. S., Gualti S. T.:** *Design methodology for the mechanical reliability of optical fiber*, Optical engineering, June 1991, Vol. 30, No 6, pp. 709

ALL DIELECTRIC SELF-SUPPORTING (ADSS) OPTICAL CABLES FOR OVERHEAD LINES

Aerial electrical power lines used for suspending of All Dielectric Self-Supporting (ADSS) optical cables are usefull for increase in capacity of telecommunication lines. The construction and characteristics of ADSS cables produced by Electrim–Kable division „Ożarów” are discussed. The results of environmental tests of cables are presented.