

# Eksploatacja kabli ADSS podwieszanych na podbudowie energetycznej – system FibAir

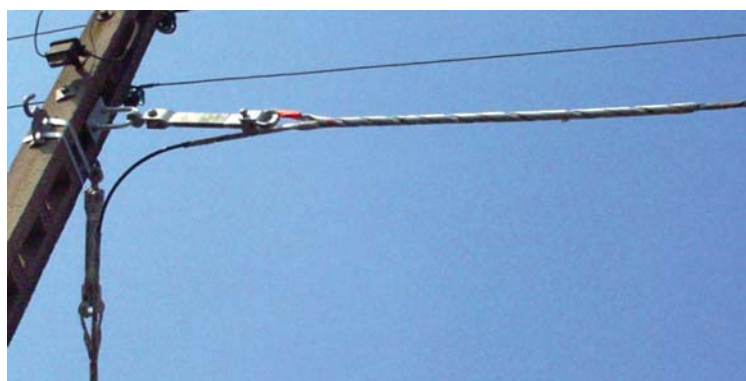
Krzysztof Woźniak

Oferowany przez firmę Belos-PLP system FibAir to kompletne rozwiązanie do budowy światłowodowej sieci przesyłu danych, podwieszanej na istniejących napowietrznych liniach elektroenergetycznych. Podstawowymi elementami systemu są światłowodowe kable ADSS, mufy kablowe (osłony złączowe) oraz uchwyty odciągowe i przelotowe, wykorzystujące technologię oplotową. Konstrukcja komponentów uwzględnia szereg problemów eksploatacyjnych mogących wystąpić w tego typu sieciach, takich jak drgania eolskie, galoping przewodów, wyładowania koronowe czy odpowiednia współpraca osłon złączowych z kablami ADSS.

**B**udowie nowoczesnych sieci elektroenergetycznych i tworzeniu inteligentnych systemów dostaw energii, tzw. „smart grids” (rozumianych jako dostarczanie odbiorcom usług energetycznych z wykorzystaniem środków IT, umożliwiających obniżenie kosztów i zwiększenie efektywności) towarzyszy rosnąca potrzeba zapewnienia przesyłu danych informatycznych za pośrednictwem sieci światłowodowej. W przypadku istnienia podbudowy energetycznej najbardziej naturalną metodą budowy sieci światłowodowej jest wykorzystanie technologii podwieszanej. Charakteryzuje się ona szeregiem zalet, wśród których wymienić należy:

- uzgodnienia z małą ilością właścicieli (często z jednym),
- stosunkowo proste projekty,
- szybka realizacja,
- niskie nakłady inwestycyjne,
- relatywnie niskie koszty utrzymania,
- możliwość dotarcia do praktycznie każdego budynku (większość przyłączy do budynków energetycznych jest wykonana w technologii napowietrznej).

W przypadku wyboru technologii podwieszanej najlepiej sprawdzają się rozwiązania systemowe, obejmujące wszystkie elementy sieci – kompatybilne i efektywnie ze sobą współpracujące. Jednym z takich rozwiązań jest system FibAir, oferowany przez firmę Belos-PLP. Podstawowymi jego elementami są światłowodowe



Rys. 1.  
Technologia oplotowa w uchwycie odciągowym

kable ADSS (*All Dielectric Self-Supporting Cable*), mufy kablowe (osłony złączowe) oraz uchwyty odciągowe i przelotowe, wykorzystujące technologię oplotową (rys. 1).

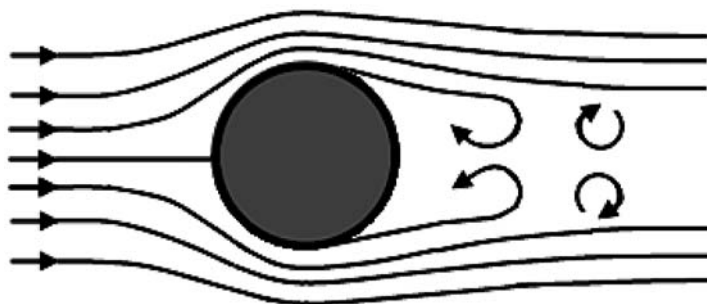
- drgania eolskie,
- galoping przewodów,
- wyładowania koronowe,
- właściwa współpraca osłon złączowych z kablami ADSS.

## Zagadnienia eksploatacyjne

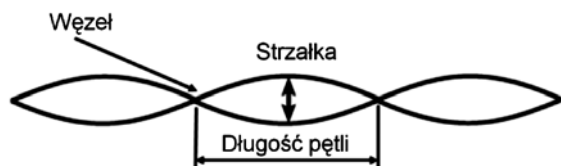
W trakcie eksploatacji sieci podwieszanej pojawiają się bardzo istotne, a często pomijane na etapie inwestycyjnym zagadnienia. Zaliczyć do nich należy:

### Drgania eolskie

Są to okresowe ruchy przewodu, głównie w płaszczyźnie pionowej, wywoływane przez wiatr. W związku z turbulentnym na ogół opływem kabla o przekroju koła-



Rys. 2. Tworzenie się wirów Karmana



Rys. 3. Fala stojąca drgań eolskich

wym, od strony zawietrznej pojawiają się wiry Karmana, generujące wspomniane drgania (rys. 2). Na podstawie równania Strouhala wyprowadzona została empiryczna relacja

$$F = \frac{185V}{D}$$

gdzie:

$F$  – częstotliwość drgań [Hz],

$V$  – prędkość wiatru [m/s],

$D$  – średnica przewodu [mm].

Wzór ten pozwala na określenie częstotliwości drgań przewodu. Zważywszy na fakt, iż drgania eolskie generuje wiatr o prędkości w granicach 1-7 m/s, dla kabla ADSS o średnicy np. 10,5 mm przedmiotowa częstotliwość będzie zawierać się w zakresie 18-123 Hz. Analogicznie dla kabla o średnicy 18 mm wielkość ta przyjmie wartości pomiędzy 10, a 72 Hz.

Drgania eolskie są falą stojącą, której częstotliwość dla kabli ADSS waha się od około 10 do 140 Hz i jest odwrotnie proporcjonalna do średnicy przewodu. Ich amplituda przyjmuje wartości rzędu średnicy przewodu. Prócz częstotliwości i amplitudy wielkościami charakterystycznymi są jeszcze węzeł (miejsce występowania zerowych drgań), strzałka (miejsce występowania największych drgań) oraz długość pętli (odległość pomiędzy kolejnymi węzłami) (rys. 3). Odształcenia wywołane

tym zjawiskiem są funkcją długości pętli oraz amplitudy. Ponieważ kąt wygięcia kabla jest identyczny dla większych i mniejszych okresów drgań, odształcenia wywołane drga-

niami o mniejszej długości pętli (większej częstotliwości) mogą wywołać poważniejsze skutki. Zaliczyć do nich należy mikro-pęknięcia, w konsekwencji prowadzące do uszkodzenia włókien, wzrostu tłumienności toru światłowodowego, a nawet do zerwania kabla.

Elementem skutecznie przeciwdziałającym i redukującym praktycznie do zera negatywne skutki drgań eolskich jest spiralny tłumik drgań (*Spiral Vibration Damper* – SVD) (rys. 4 oraz 5). W momencie pojawienia się drgań wstrząsa on przewodem, rozpraszając niepożądaną energię i wyprowadzając cały układ z rezonansu. Pełna efektywność spiralnego tłumika drgań (umieszczonego w strzałce fali) przejawia się w zakresie częstotliwości od 30 do 120 Hz, co pokrywa przedział najbardziej charakterystycznych wartości dla tego zjawiska. Ilość i rozmieszczenie spiralnych tłumików drgań zależy m.in. od długości przęsła i warunków terenowych.

### Galoping przewodów

Galoping jest zjawiskiem niestabilności aerodynamicznej kabla, zwykle wywołanym oblodzeniem przewodu (rys. 6). Zjawisko powstaje przy prędkości wiatru większej niż 10 m/s. Powietrze opływając powierzchnię kabla pobudza go do drgań, charakteryzujących się niską częstotliwością (około 1 Hz), długością pętli większą niż 40 m i dużą amplitudą (rzędu kilku me-



Rys. 4. Spiralny tłumik drgań na linii napowietrznej przy uchwycie odciągowym



Rys. 5. Spiralne tłumiki drgań po obu stronach zawiesia przelotowego

Sekcja ochronna

Sekcja oplatająca



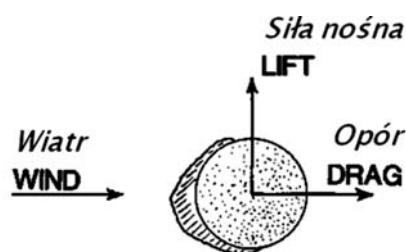
Rys. 8. Podział sekcji spirali ADSS Corona Coil

Rozwiązaniem łączącym zalety ADSS Corona Coil oraz Air Flow Spoiler jest ADSS Corona Grading Tube. Urządzenie to, mocowane na końcach oplotu ochronnego uchwyty odciągowe lub przelotowe (rys. 10), zabezpiecza powierzchnię kabla ADSS przed wyładowaniem koronowym, a zarazem chroni przed skutkami oblodzenia i galopingu przewodów.

### Współpraca osłon złączowych z kablami ADSS

Dla zapewnienia długoletniej niezawodności oraz niskich kosztów utrzymania sieci światłowodowej rzeczą podstawowego znaczenia jest właściwa współpraca osłon złączowych (muf kablowych) z kablami ADSS. W przypadku muf PLP realizowane jest to przez:

- uniwersalność, pozwalającą na stosowanie ich we wszystkich rodzajach sieci światłowodowych (podziemnych, napowietrznych oraz prowadzonych w mikrokanalizacji),
- możliwość zastosowania tzw. pętli ekspresowej, czyli nieprzeciętego kabla (mufy Coyote Dome, FibreGuard), co pozwala na wykonanie odgałęzień bez obniżania tłumienności wtrącanej w tor z tytułu spawu,
- możliwość zastosowania osłon w wersji cross-connect, pozwalającą na szybką konfigurację i rekonfigurację sieci (rys. 11),
- możliwość zastosowania osłon w wersji prekonektorowej (Coyote Dome, Coyote Terminal), pozwalającą na konfigurację i rekonfigurację sieci bez otwierania mufy (rys. 12),
- system mechanicznego uszczelniania portów kablowych (uniwersalny dla całej rodziny muf z rodziny Coyote), charakteryzujący się prostotą wykonania i umożliwiającą wyeliminowanie kosztownych urządzeń grzewczych. Zasadniczymi elementami systemu są: segmentowa budowa podstawy muf oraz rodzina silikonowych dławików (jedno- i wielootworowych), dostosowanych do każdej średnicy wprowadzanego kabla ADSS. Dławiki (rys. 13) są wielokrotnego użytku; możliwość ich rozcinania pozwala na re-



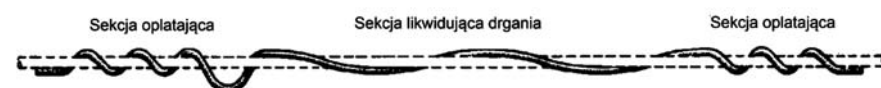
Rys. 6. Mechanizm powstawania galopingu przewodów

trów). Podobnie jak w poprzednio omówionym przypadku, galopning może powodować w węzłach mikropeknienia i uszkodzenia włókien kabla. W celu przeciwdziałania niepożądanym skutkom zjawiska należy zastosować tłumik galopingu (*Air Flow Spoiler* – AFS). Zmienia on aerodynamiczny profil kabla w taki sposób, że jego kształt przestaje być niestabilny w przypadku oblodzenia (rys. 7).

### Wyładowanie koronowe

Wyładowanie koronowe (ulotowe) jest to wyładowanie elektryczne spowodowa-

ne przez jonizację gazu otaczającego przewodnik, które pojawia się, kiedy gradient potencjału przekracza pewną wartość, ale warunki są niewystarczające do przebicia elektrycznego lub powstania łuku. Występuje na liniach elektroenergetycznych wysokiego napięcia i powoduje przepływ prądu od elektrody ulotowej (stanowiącej przewód fazowy WN) do elektrody zbiorczej, którą może stanowić niezabezpieczona końcówka oplotu uchwyty (odciągowe bądź przelotowe) kabla ADSS (rys. 8). W pewnych uwarunkowaniach może nastąpić przeskoczenie iskry lub pojawić się łuk elektryczny, powodujący uszkodzenie powłoki kabla. Aby temu zapobiec, stosuje się spiralę ADSS Corona Coil – półprzewodzący formowany plastycznie pręt, redukujący natężenie pola elektrycznego i przeciwdziałający powstaniu łuku elektrycznego. Elementy ADSS Corona Coil umieszczone są na końcach oplotu uchwyty i zawiesi przelotowych kabla ADSS (rys. 9).



Rys. 7. Podział sekcji w tłumiku galopingu, poniżej tłumik galopingu przewodów na kablu ADSS



Rys. 9. Spirala Corona Coil we współpracy z uchwytem odciągowym i z zawieszem przelotowym (poniżej)

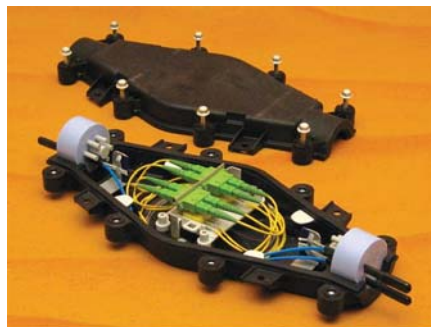


Rys. 10. ADSS Corona Grading Tube na kablu ADSS

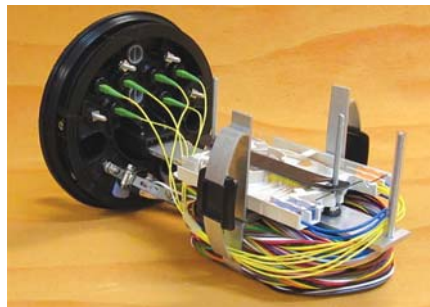
konfigurację sieci bez ingerencji w istniejące kable.

## Podsumowanie

Wobec konieczności modernizacji systemów dystrybucji energii i wyzwań stojących przed inteligentną siecią energetyczną wybór technologii podwieszanej w budowie sieci światłowodowej wydaje się być korzystną i funkcjonalną alternatywą. Będący kompleksowym rozwiązaniem system FibAir oprócz pełnej kompatybilności współpracujących elementów uwzględnia również problemy, które pojawiają się w trakcie eksploatacji napowietrznych traktów ADSS na podbudowie elektroenergetycznej. Przedstawione urządzenia są rezultatem 40-letnich badań i doświadczenia grupy Preformed Line Products.



Rys. 11. Mufa Coyote LCC w wersji cross connect



Rys. 12. Mufa Coyote Dome w wersji prekonkretowej



Rys. 13. Rodzina dławików uszczelniających dla muf Coyote

**Krzysztof Woźniak**

Autor jest głównym specjalistą ds. telekomunikacji w firmie Belos-PLP



## KONTAKT

### BELOS-PLP S.A.

ul. Gen. J.Kustronia 74

43-301 Bielsko-Biała

tel. (33) 814 50 21

fax (33) 814 13 52

e-mail: [marketing@belos-plp.com.pl](mailto:marketing@belos-plp.com.pl)

[www.belos-plp.com.pl](http://www.belos-plp.com.pl)