

Zawieszenie dodatkowego przewodu światłowodowego na istniejących liniach SN  
*Rafał Nowicki (Energolinia Sp. z o.o)*

- W krajowej sieci dystrybucyjnej występują linie napowietrzne średniego napięcia, które w przeważającej większości wybudowane są z przewodami gołymi stalowo-aluminiowymi o przekrojach przewodów 35 mm<sup>2</sup>, 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup>, i 120 mm<sup>2</sup>.
- Spotyka się linie zbudowane z przewodów o innych przekrojach a także z przewodami z innych materiałów (np. przewody miedziane bądź stopowe).
- W latach 90-tych zaczęto w Polsce budować linie z przewodami w osłonach izolacyjnych (początkowo w terenach zalesionych później w terenach otwartych), które aktualnie stanowią standard w krajowej sieci dystrybucyjnej. Typowe przekroje przewodów w osłonach izolacyjnych to 50, 70 i 120 mm<sup>2</sup>.
- Najczęściej spotykane układy rozmieszczenia przewodów linii SN to układ trójkątny i płaski. W liniach dwutorowych SN powszechnie stosuje się układ przewodów pionowy bądź beczkowy.

- Występują także linie napowietrzne, z przewodami o pełnej izolacji z tak zwanymi „kablami napowietrznymi”. Kable napowietrzne stosowane w liniach SN są splecione z żyłą nośną przenoszącą obciążenie mechaniczne, bądź występują jako samonośne.
- Napięcie znamionowe linii SN to najczęściej 15 kV lub 20 kV. Spotyka się także linie o napięciu 6 kV, 10 kV i 30 kV.
- Konstrukcje wsporcze czyli tzw. „podpory linii” stanowią słupy jedno lub wielożerdziowe (bliźniacze, podwójne, rozkraczone, A-owe, piramidowe i bramowe a także słupy z odciągami).

- Pierwsze linie SN w Polsce budowane były na słupach z żerdzi drewnianych, później żelbetowych, które stosowane są do tej pory w liniach napowietrznych SN.
- W latach 70-tych pojawiły się słupy żerdzi strunobetonowych BSW. W latach 90-tych zaczęto stosować słupy z żerdzi strunobetonowych wirowanych, które stały się w ostatnich czasach podstawowymi żerdziami do budowy słupów linii napowietrznych SN.
- Linie SN występujące w sieci dystrybucyjnej ze względu na przekrój przewodów można także podzielić na linie magistralne – z przewodami o przekrojach najczęściej 70 mm<sup>2</sup> i 120 mm<sup>2</sup> oraz linie odgałęźne z przewodami o przekrojach najczęściej 35 mm<sup>2</sup> i 50 mm<sup>2</sup>.

Linie napowietrzne średniego napięcia w Polsce, w większości projektowane są i budowane w oparciu o katalogi i albumy rozwiązań powtarzalnych, tzw. „katalogi i albumy typizacyjne”. Dzięki temu w późniejszej eksploatacji można stosunkowo łatwo określić typy poszczególnych słupów z uwagi na funkcję jaką pełnią w linii oraz z jakich elementów zostały zbudowane (przewody, żerdzie, poprzeczniki, izolacja itp.)

Z uwagi na funkcję pełniącą w linii rozróżniamy: słupy przelotowe, przelotowo-skrzyżowaniowe, narożne, odporowe, odporowo-narożne, krańcowe oraz rozgałęźne. Albumy i katalogi typizacyjne, zarówno te starsze, jak i te później nowelizowane, a także nowo powstające albumy zawierają szczegółowe rozwiązania poszczególnych słupów, sposób ich doboru, zakres wykorzystania w linii. Określają także w sposób bezpośredni lub pośredni zakres wytrzymałości poszczególnych słupów, w zależności od stref klimatycznych, w których przebiega linia, w zależności od typu przewodów i ich naciągów, rozpiętości pręseł czy kąta załomu linii, a także w zależności od występujących warunków terenowych, odgałęzień czy dodatkowego uzbrojenia słupa (aparatura łączeniowa, pomiarowa czy sterująca). Mówiąc bardziej obrazowo rozwiązania słupów dostosowane są do poszczególnych rodzajów linii, które charakteryzuje przekrój i typ przewodów (gołe, w osłonie izolacyjnej lub izolowane) oraz ich układ rozmieszczenia w przestrzeni (trójkątny, płaski, pionowy itp.)

Asortyment żerdzi, z których wykonuje się słupy jest bardzo szeroki. W związku z powyższym słupy stosowane w liniach SN posiadają różne wytrzymałości mechaniczne, tzw. siły użytkowe, od ok. 2 kN do 50 kN oraz różne wysokości od 10 m do 21 m.

Poszczególne elementy słupów, ich uzbrojenia (poprzeczniki, stężenia, podpory) oraz ustoje i fundamenty żerdzi dostosowane są pod względem wytrzymałości mechanicznej do siły użytkowej i wysokości słupa.

Z uwagi na bogatą gamę rozwiązań, dostępnych wytrzymałości słupów i ich wysokości, linie napowietrzne SN projektowane i budowane są optymalnie do występujących warunków:

- a) klimatycznych – obciążenie wiatrem, obciążenie oblodzeniem,
- b) technicznych – napięcie, ilość, przekrój i rodzaj przewodów, naciąg przewodów, układ rozmieszczenia przewodów, rozpiętości pręseł pozwalające na zachowanie wymaganych odległości przewodów do ziemi i krzyżowanych obiektów,
- c) terenowych – ukształtowanie terenu, przeszkody terenowe na trasie linii, roślinność i infrastruktura techniczna oraz zabudowa występująca na trasie linii.



Siły użytkowe słupów występujących w liniach napowietrznych SN dostosowane są do ww. warunków i nie posiadają dużych zapasów wytrzymałości.

Zatem jakiegokolwiek zmiany obciążenia mechanicznego istniejących słupów, poprzez zmianę przekroju przewodów, zmianę kąta załomu, wykonanie odgałęzienia, czy dowieszenie dodatkowych przewodów, wymagają szczegółowej analizy.

Dowieszenie na istniejącej linii napowietrznej SN przewodu światłowodowego spowoduje dodatkowe obciążenia od naciągu zawieszonoego przewodu, od wiatru działającego na przewód światłowodowy i od jego ciężaru.

Dla wyjaśnienia można dodać, że ciężar przewodu światłowodowego jest najmniej istotnym czynnikiem mającym wpływ na nośność istniejących słupów i jego wpływ można często w praktyce pominąć.

Nie można jednak pominąć naciągu dodatkowego przewodu światłowodowego i parcia wiatru na ten przewód, które to czynniki mają bardzo istotny wpływ na nośność istniejących konstrukcji wsporczych. Siła działająca na istniejące słupy, pochodząca tylko od wiatru na dodatkowy przewód światłowodowy wynosi od ok. **0,6 kN** do ponad **1 kN**, w zależności od średnicy dowieszonego światłowodu, wysokości jego zawieszenia, strefy klimatycznej, w której zlokalizowana jest linia oraz rozpiętości przęseł istniejącej linii. Taki wzrost obciążeń powoduje skrócenie rozpiętości przęseł wiatrowych o ok. **5%** do ok **30%**. Efektem tego jest przekroczenie nośności wielu słupów przelotowych w istniejącej linii SN. Słupy przelotowe w istniejących liniach SN mają przeważnie siłę użytkową o wartości od ok **2 kN** do **6 kN**, w zależności od opisanych wcześniej warunków klimatycznych, technicznych i terenowych, która odpowiada działaniu wiatru na słup i zawieszony na nim istniejący przewód.

Kolejnym parametrem technicznym, który należy uwzględnić przy analizie podwieszenia przewodu światłowodowego jest siła naciągu podstawowego przewodu, którą taki przewód wywoła. Wartość tej siły, w zależności od warunków klimatycznych, technicznych i terenowych wynosi od ok **4 kN** do ok **6 kN**. Przy większych rozpiętościach przęsła, naciąg podstawowy przewodu światłowodowego może przekraczać **6 kN**.

Siła ta zdecydowanie wpływa na wymaganą nośność słupów narożnych oraz mocnych tj.: odporowych, odporowo-narożnych, krańcowych i rozgałęźnych. W przypadku istniejących słupów narożnych i mocnych, których siła użytkowa dobrana jest do obciążeń wiatrowych i naciągów istniejących przewodów, tak znaczne dodatkowe obciążenie może powodować w większości słupów przekroczenie ich wytrzymałości.

Analizując podwieszenie przewodu światłowodowego na istniejącej linii napowietrznej SN należy także zwrócić szczególną uwagę na jego odległość do ziemi i obiektów krzyżowanych. Ponadto ważne jest odpowiednie umieszczenie przewodu światłowodowego na słupach, tak aby zachować koordynację zwisów z istniejącymi przewodami linii SN.

W przypadku istniejących linii zachowanie powyższych odległości oraz koordynacji jest trudne do spełnienia (często niemożliwe) bez podwyższania słupów.

Słupy w liniach SN, to w zdecydowanej większości słupy żerdziowe i ich ewentualne podwyższenie sprowadza się do wymiany słupów na nowe odpowiednio wyższe.

Z analogiczną sytuacją mamy do czynienia w przypadku przekroczenia wytrzymałości istniejącego słupa, na skutek dowieszenia dodatkowego przewodu. Wzmocnienie słupa żerdziowego sprowadza się do jego wymiany na nowy słup o większej wytrzymałości.

Z naszych wieloletnich doświadczeń projektowych, jednoznacznie wynika, że dowieszenie dodatkowego przewodu światłowodowego na istniejącej linii SN wymaga jej przebudowy, której zakres zależy od wielu czynników.

Wykonaliśmy wiele projektów podwieszenia przewodu światłowodowego na istniejących liniach SN, które nie zostały zrealizowane z uwagi koszty modernizacji i przebudowy linii.

1. Podwieszenie przewodu światłowodowego na istniejącej linii napowietrznej średniego napięcia wymaga przeprowadzenia analizy technicznej uwzględniającej przede wszystkim wzrost obciążeń działających na słupy oraz zachowanie wymaganych odległości między przewodami a także przewodów do ziemi i krzyżowanych obiektów.
2. Podwieszenie przewodu światłowodowego na istniejącej linii napowietrznej średniego napięcia powoduje wzrost obciążeń:
  - dla słupów przelotowych ze względu na parcie wiatru,
  - dla słupów narożnych oraz mocnych tj.: odporowych, odporowo-narożnych, krańcowych i rozgałęźnych ze względu na dodatkową siłę naciągu podstawowego.

3. W przypadku podwieszenia przewodów światłowodowych na istniejącej linii napowietrznej SN często nie udaje się zachować normatywnych odległość do ziemi i obiektów krzyżowanych a także od istniejących przewodów linii SN.
4. Podwieszenie przewodu światłowodowego na istniejącej linii napowietrznej średniego napięcia powoduje prawie zawsze konieczność przebudowy linii (w różnym zakresie) poprzez wymianę słupów wraz z fundamentami na słupy wyższe i o większej wytrzymałości. Zakres przebudowy zależy od wielu opisanych w opinii czynników, które należy uwzględnić na etapie analizy technicznej lub projektu.
5. Doświadczenia projektowe, potwierdzają, że dowieszenie dodatkowego przewodu światłowodowego na istniejącej linii SN wymaga jej przebudowy.