

Optimalizacja kosztów i czasu układania linii kablowych SN poprzez płuzenie kabla AXAL-TT-PRO

LEŚLAW KWIDZIŃSKI
ENSTO POL

Przyczyny wdrażania innowacyjnych metod

Zmiany w różnych obszarach życia są nieuniknione i wynikają z naszych potrzeb, aspiracji lub z konieczności. W czasie, gdy spółki OSD stawiają sobie za cel zdecydowanie poprawienie wskaźników m.in. SAIDI i SAIFI musi nastąpić zwiększenie udziału linii kablowych w sieciach energetycznych średniego napięcia. Raport PTPIREE z 24 maja 2018 roku uświadamia, przed jakim wyzwaniem stoją OSD w Polsce. Na koniec 2017 roku poziom udziału linii kablowych w liniach SN uwzględniający pięć największych OSD wynosił 25,9 proc. Łączna długość linii kablowych SN na koniec 2017 roku to 77 195 km. Poziom udziału linii kablowych w liniach SN w naszym kraju jest o 20 punktów procentowych niższy od średniej europejskiej. Polska energetyka zdecydowanie więc zaniża tę średnią w Europie. Dla porównania 10 państw europejskich z najwyższym udziałem linii kablowych w liniach SN ma średni poziom 75 proc.

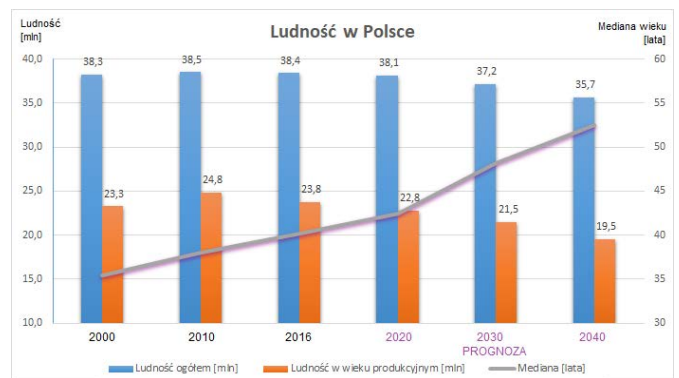
Zgodnie z zapowiedziami, spółki OSD chcą budować zdecydowanie więcej linii kablowych SN, w tym również na obszarach leśnych. Na przykład Energa-Operator planuje modernizację w terenach leśnych ponad 3 tys. km linii SN do 2025 roku.

Czy tradycyjne metody układania kabli pozwolą na realizację tak ambitnych planów?

Odpowiedź na to pytanie możemy znaleźć w danych statystycznych „Rocznika Demograficznego 2017” oraz „Atlasu demograficznego Polski” wydanego w listopadzie 2017 roku przez Główny Urząd Statystyczny, jak i w źródłach Ministerstwa Finansów.

W 2016 roku ludność w naszym kraju wynosiła 38 433 tys., a mediana wieku ludności sięgała nieco ponad 40 lat. GUS przewiduje, że w 2030 roku będzie nas o ponad 1,2 mln mniej, czyli około 37 185 tys., a mediana wieku wzrośnie do przeszło 47 lat. Jeszcze bardziej pesymistycznie przedstawiają się dane dotyczące wieku produkcyjnego ludności. W 2016 roku w Polsce było 23 768 tys. mieszkańców w wieku produkcyjnym, a w 2030 roku GUS przewiduje 21 504 tys., czyli o ponad 2,2 mln mniej. Należy pamiętać, że w 2030 roku w wiek produkcyjny będą wchodzić obecni 7-latkowie, a więc trend ten jest na kilkanaście lat nie do odwrócenia.

W Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), zatwierdzonej przez Radę Ministrów w lutym 2017 roku, jasno określony jest cel, że skorygowany realny dochód gospodarstw domowych według PPP (od ang. *purchasing power parity* – parytet siły nabywczej, PSN) ma wzrosnąć



Rys. 1. Prognoza ludności w Polsce – opracowanie własne według Rocznika Demograficznego 2017 i „Atlasu demograficznego Polski”

również w odniesieniu do średniej całej Unii Europejskiej tak, aby w 2020 roku osiągnąć 76-80 proc., a w 2030 roku uzyskać średnią (100 proc.) w UE według PPP. Jest to możliwe jedynie przy corocznym istotnym zwiększeniu wynagrodzenia.

Obecnie zauważany już jest brak pracowników, co zmusza pracodawców do podnoszenia wynagrodzeń. Dodatkowo na zwiększenie kosztów pracy w najbliższym czasie będą miały wpływ Pracownicze Plany Kapitałowe (PPK) oraz zwiększenie składek ZUS.

W najbliższych latach pracownicy w sposób naturalny będą przesuwać się do segmentu usług najlepiej opłacanych. W związku z tym koszt pracy w zakresie usług budowlanych w energetyce będzie również szybko rosł i trend ten jest już nieodwracalny. W przyszłości nie tylko wysoki koszt, ale przede wszystkim brak dostępu do wykwalifikowanych pracowników spowoduje, że będzie trzeba wprowadzać innowacyjne technologie, m.in. takie jak mechaniczne układanie kabli energetycznych metodą płuzenia.

Rozwój metody bezwykopowej w Polsce – doświadczenia z pilotażu

Mechaniczne układanie kabli energetycznych metodą płuzenia, czyli bezwykopową, można podzielić ze względu na wykorzystywane pługoukładacze, np. na wibracyjne, hydrauliczne czy statyczne. Stosowane z różnym powodzeniem w wielu krajach na świecie, w Polsce prawie w ogóle, z wyjątkiem układania kabli telekomunikacyjnych, dla mniejszych średnic kabli i rur kablowych.

W 2018 roku Energa-Operator wykonał pierwszą linię pilotażową przechodzącą przez las między Nowym Barkoczymem

a Lubaniem, gdzie kabel typu AXAL-TT PRO 3x150/35 mm² 12/20 kV był układany pługoukładaczem wibracyjnym. Budowa linii kablowej prowadziła po trasie modernizowanej linii napowietrznej. Ze względu na małe wymiary pługoukładacza nie było wymagane wyłączenie napięcia linii modernizowanej. Łączna długość linii kablowej w lesie wynosiła 1500 m. Pługoukładacz praktycznie w dwa dni ułożył kabel na głębokości około 1,1 metra. Pilotaż ten pokazał, że układanie kabli SN metodami płuzenia może obniżyć koszty inwestycji. Metoda płuzenia może być stosowana w szczególności w obszarach leśnych, gdzie nie mamy dużo kolizji czy rur melioracyjnych.

Prowadzone są przygotowania do kolejnych inwestycji linii kablowych SN, gdzie wykorzystane będą pługoukładacze i kable typu AXAL-TT PRO.

W celu powszechnego zastosowania metody bezwykopowej należy formalnie opracować zalecenia do projektowania i budowy linii kablowych SN. Obecnie norma N SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa” opisuje metodę tradycyjną układania kabli w wykopie z odpowiednimi warstwami piasku. Podobnie jest w przypadku standardów technicznych spółek OSD dotyczących układania kabli. Dlatego należy opracować nowe wytyczne, umożliwiające już na etapie projektowania uwzględnienie jako alternatywę ułożenia odpowiednich kabli metodą płuzenia.

Innym zagadnieniem ograniczającym rozwój metody bezwykopowej jest kwestia techniczna związana z odpowiednimi kablami oraz maszynami przeznaczonymi do ich układania. Na świecie metody płuzenia kabli SN i WN stosowane są od wielu lat z wykorzystaniem różnych rozwiązań pługoukładaczy, w zależności od rodzaju układanego kabla, np. jednożyłowego, trzyżyłowego, czy od liczby systemów kablowych jednocześnie układanych. Obecnie w naszym kraju mamy już firmy z branży telekomunikacyjnej, które posiadają pługoukładacze, jednak muszą one być dostosowane do układania kabli energetycznych. Również zastosowane kable do układania metodą bezwykopową powinny być

dostosowane do technologii układania. Jednym z przykładów dopasowania konstrukcji kabla SN do technologii układania jest kabel AXAL-TT PRO.

Im szybciej zostaną stworzone warunki do stosowania metody płuzenia w Polsce, tym szybciej krajowi wykonawcy będą posiadali odpowiednie maszyny. W krótkim czasie mogą pojawić się wyspecjalizowane firmy wykonawcze, które będą gwarantowały wysoką jakość wykonanych robót.

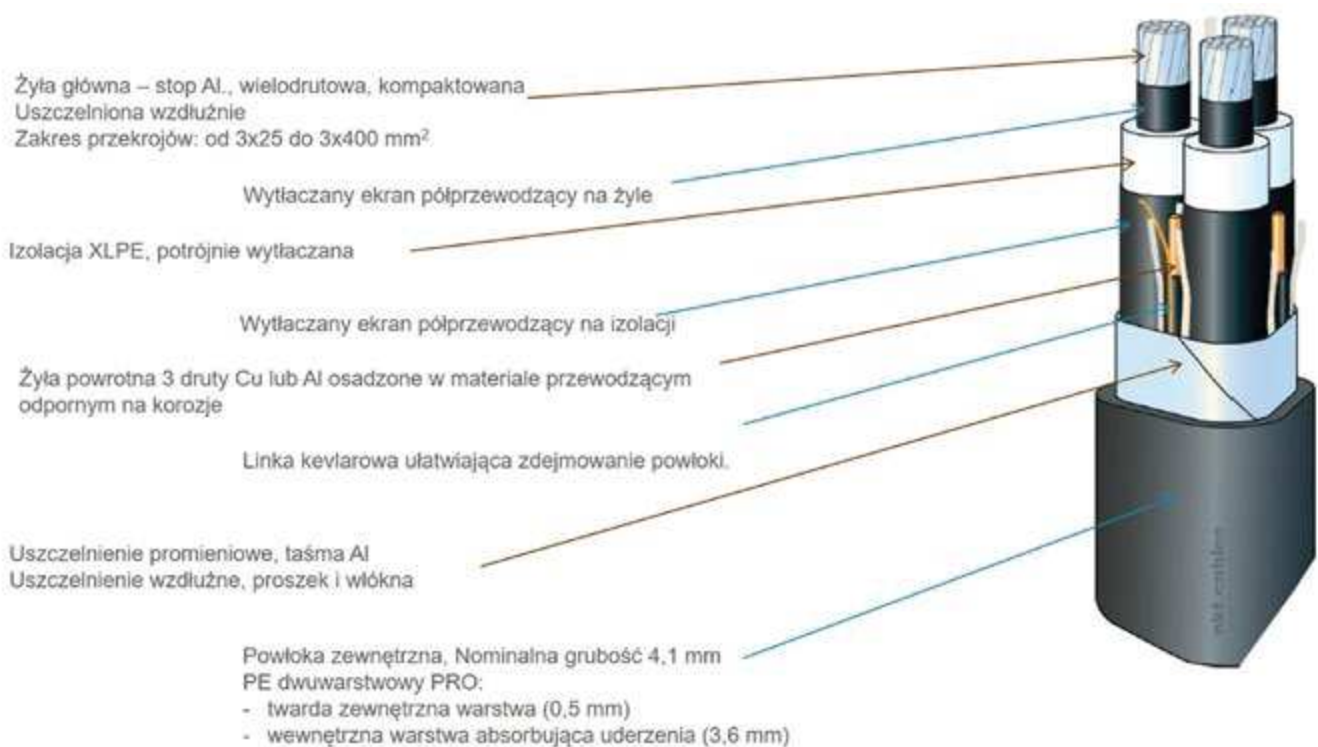
Kabel AXAL-TT PRO – zaprojektowany do układania maszynowego

Kabel AXAL-TT-PRO jest przykładem kabla specjalnie zaprojektowanego do układania metodami płuzenia. Bazując na konstrukcji kabla trzyżyłowego, wprowadzono istotne modyfikacje konstrukcji żyły powrotnej oraz powłoki zewnętrznej.

Żyła powrotna przy układaniu mechanicznym, wyginaniu kabla oraz wgnieciach od kamieni nie powinna uszkadzać ekranu na izolacji. Dlatego w tych kablach zastosowano trzy druty miedziane lub aluminiowe osadzone w przewodzącym i chroniącym przed korozją materiale, stykającym się z ekranem izolacji. Powłoka zewnętrzna posiada dwie warstwy: twardą zewnętrzną odporną na uszkodzenia oraz wewnętrzną absorbującą uderzenia i wgniecenia, tak aby nie przenosić naprężenia na ekran i izolację. Konstrukcję kabla przedstawiono na rysunku 2.

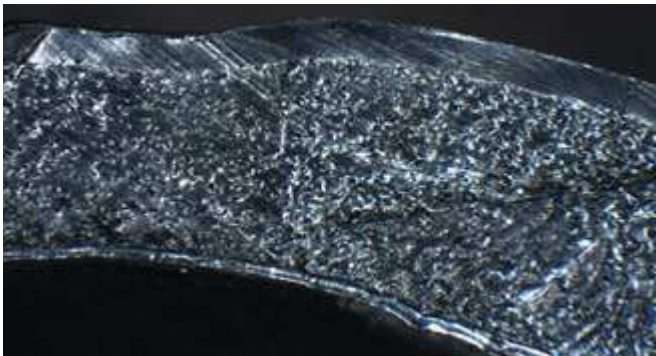
Kabel AXAL-TT PRO, dzięki zwiększonej odporności powłoki zewnętrznej, jest mniej narażony na uszkodzenia mechaniczne niż standardowe kable. Potwierdzono to badaniami wytrzymałości powłoki na oddziaływanie różnego rodzaju kruszywa. Przykład pokazuje rysunek 3, gdzie pod naciskiem ostrego kruszywa odkształca się jedynie dwuwarstwowa powłoka zewnętrzna, bez uszkodzenia żył powrotnych, ekranu, czy izolacji.

Kable AXAL-TT-PRO produkowane są w dwóch wersjach napięciowych 12 kV i 24 kV oraz przekrojów żyły roboczej od 3x25 mm² do



Rys. 2. Budowa kabla AXAL-TT-PRO

3x400 mm². Dostępna jest również wersja AXAL-F – TT-PRO na napięcie 18/30 (36) kV. Żyłka powrotna może być wykonana z drutów miedzianych lub aluminiowych o różnym przekroju, maksymalnie do 75 mm².



Rys. 3. Odkształcenie jedynie powłoki zewnętrznej kabla AXAL-TT-PRO w badaniu wytrzymałości powłoki

Należy zwrócić uwagę, że w przypadku aluminiowej żyły powrotnej niewystarczające jest stosowanie uszczelnienia promieniowego i wzdłużnego. Dodatkowo, żeby uniknąć korozji aluminium w przypadku uszkodzenia bariery przeciwwilgociowej, druty z aluminium pokrywa się warstwą tworzywa przewodzącego.

Kabel trzyżyłowy, a 3 kable jednożyłowe

Przy wdrażaniu układania kabli energetycznych metodą płuzenia należy zwrócić uwagę, że jakość ułożenia linii kablowej będzie wypadkową jakości kabli i zastosowanych maszyn.

W celu uniknięcia uszkodzeń kabli w trakcie układania idealnym rozwiązaniem byłoby wykorzystanie najlepszych pługoukładaczy przeznaczonych do układania kabli energetycznych z możliwością kontroli głębokości ułożenia, z automatycznym awaryjnym wyłączeniem, w przypadku przekroczenia określonych parametrów, np. siły uciążu kabla. Drugi istotny czynnik to wykorzystywanie kabli przeznaczonych do układania maszynowego. Stawiając niższe wymagania pługoukładaczom, należy stosować kable o bardziej zaawansowanych konstrukcjach przeznaczonych do układania maszynowego.

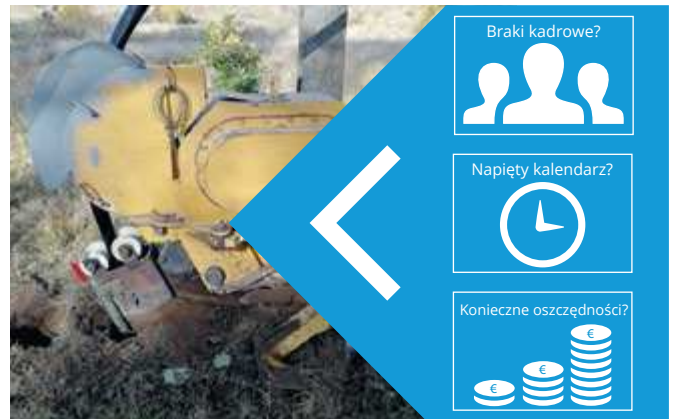
Płuzenie trzyżyłowych kabli typu AXAL-TT-PRO upraszcza cały proces układania, gdyż transport jednego bębna kablowego może być zintegrowany z pługoukładaczem (rysunek 4). W przypadku kabli jednożyłowych należy zapewnić dodatkową jednostkę transportową dla trzech bębnow kablowych, która będzie podążać za pługoukładaczem. W trudnym terenie jest to czasami niewykonalne i dodatkowo podwyższa koszt robocizny. Innym rozwiązaniem jest ułożenie kabli jednożyłowych na ziemi i podawanie do pługoukładacza, ale wtedy traci się kontrolę promieni gięcia kabli i zwiększa ryzyko ich uszkodzenia w trakcie układania.



Rys. 4. Pługoukładacz wibracyjny z wysięgnikiem na bęben kablowy z kablem trzyżyłowym AXAL-TT-PRO

Korzyści ze stosowania metody płuzenia

W wielu krajach funkcjonują różne wymagania dotyczące układania kabli. Jednak już teraz można stwierdzić, że w większości przypadków układanie metodą płuzenia jest tańsze od metod konwencjonalnych. Płuzenie pozwala również na zdecydowane skrócenie czasu realizacji budowy, a więc także w niektórych przypadkach zmniejszenie uciążliwości dla mieszkańców i zakłóceń ruchu ulicznego.



Rys. 5. Korzyści z układania kabla AXAL-TT-PRO metodą płuzenia

Metoda płuzenia w stosunku do tradycyjnych metod redukuje wpływ na środowisko, szczególnie istotne może to być w obszarach leśnych. Technologia płuzenia z pełną rejestracją parametrów (w tym współrzędnych geodezyjnych, głębokości ułożenia, czy siły ciągnącej kable) zapewnia kontrolowaną jakość wykonania robót, co w przyszłości ogranicza liczbę awarii w liniach kablowych.

Podsumowanie

Metody płuzenia kabli energetycznych dostosowanych do układania maszynowego zdobywają coraz większą popularność, gdyż dają dużo korzyści. Nie tylko ze względu na korzyści finansowe i krótki czas realizacji, ale również przewidywany w przyszłości brak pracowników, powinny zostać wprowadzone do stosowania na polskim rynku. W celu uniknięcia awarii w liniach kablowych spowodowanych niewłaściwym układaniem należy postawić wymagania wykonawcom odnośnie do samego procesu płuzenia oraz wybrać odpowiednie kable dla określonej technologii. Metody płuzenia mają swoje ograniczenia, ale bazując na doświadczeniach z pierwszego pilotażu warto na etapie projektowania linii kablowej, w szczególności w terenach leśnych, uwzględnić płuzenie jako alternatywną metodę budowy.

Literatura

1. Raport PTPIREE z 24 maja 2018 roku,
2. Rocznik Demograficzny 2017, Główny Urząd Statystyczny,
3. Atlas demograficzny Polski, Główny Urząd Statystyczny, listopad 2017 roku,
4. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do 2020 roku (z perspektywą do 2030 roku), Ministerstwo Rozwoju, Warszawa 2017 rok,
5. Materiały firmy NKT (Szwecja) AB,
6. Materiały firmy Ensto Pol,
7. Materiały z konferencji organizowanej przez PTPIREE „Elektroenergetyczne linie napowietrzne i kablowe niskich i średnich napięć”, październik 2018 rok, Włsta.