

dr hab. inż. Aleksandra Rakowska
dr inż. Andrzej Grzybowski
Politechnika Poznańska
Biuro PTPiREE

15 LAT NAPOWIETRZNYCH LINII IZOLOWANYCH

Po przemianach politycznych i gospodarczych z roku 1989 do polskiej energetyki zawodowej wprowadzono nowe, dotąd niedostępne materiały i technologie. Dziś wędrując po stronach internetowych śladem hasła *nowoczesne technologie w elektroenergetyce* prawie natychmiast odnajduje się sformułowanie: nowoczesne technologie czyli napowietrzne linie izolowane. Zgodnie z życzeniem purystów językowych tym liniom napowietrznym nadano w Polsce nazwę *linii z przewodami w pełnej lub niepełnej izolacji* [1]. Aktualnie w naszym kraju buduje się dużo takich linii, wprowadzając coraz nowocześniejsze rozwiązania techniczne. Przykładowo wymienia się lub modernizuje linie napowietrzne z przewodami gołymi na linie z przewodami izolowanymi na terenach rezerwatów oraz pięknych parków w ramach realizacji regionalnych programów operacyjnych lub innych działań strategicznych samorządów zawartych w planach rozwoju, itp. Informację taką można znaleźć między innymi na stronie Klubu Przyrodników, gdzie zamieszczono sformułowanie: „...*należy zaproponować spowodowanie wymiany linii energetycznych napowietrznych bez izolacji poprowadzonych przez lasy na - izolowane. Po dokonaniu takiej wymiany nie będą wycinane wyrastające drzewa i wówczas las i krajobraz wróci do stanu poprzedniego, ponieważ izolowane przewody z prądem mogą swobodnie leżeć na konarach wyrastających drzew. Przykład takiego rozwiązania mamy w Puszczy Augustowskiej. Tam poprowadzono przewodem izolowanym linię energetyczną średniego napięcia (15 tys. V). Takie linie są zaledwie o 15 % droższe od tych bez izolacji...*”.



Rys.1 Linia nn z przewodami izolowanymi – bezpieczna dla ludzi i... ptaków

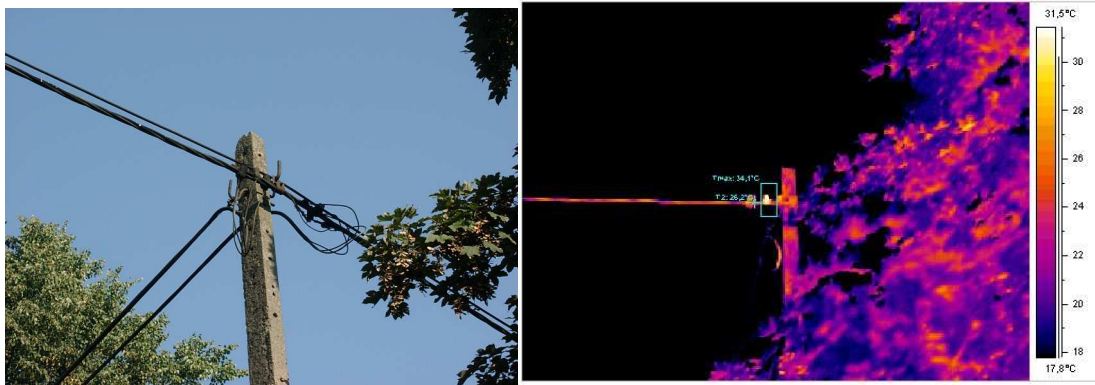
O liniach „izolowanych” mówimy „nowoczesne”, a przecież już w lutym 2002 roku formalnie obchodziliśmy dziesięciolecie intensywnego wdrażania technologii linii izolowanych w krajowym systemie elektroenergetycznym. Historia wdrażania linii izolowanych rozpoczyna się w naszym kraju jednakże jeszcze wcześniej niż w roku 1992, bo poprzedziło ją wykonanie tzw. linii prototypowych. Prace prototypowe nad nazywanymi wówczas *napowietrznymi liniami kablowymi* prowadzone były w Polsce już od roku 1974 przez BSiPE Energoprojekt. Posiadane w tamtych czasach ograniczone środki finansowe pozwoliły jednak jedynie na realizację tylko kilku odcinków eksperymentalnych linii niskich napięć.

Do realizacji pilotowych instalacji wybrano (a raczej wyznaczono – zgodnie z ówczesnym sposobem zarządzania energetyką zawodową) Zakłady Energetyczne w Poznaniu i w Warszawie. Zrealizowano trzy odcinki prototypowe: dwa na terenie ZE Poznań i jeden na terenie ZE Warszawa. Były to linie izolowane niskiego napięcia w Miejskiej Górcie k. Rawicza, w Puszczykówku oraz w Magdalence. Linia nn w Miejskiej Górcie koło Rawicza, o długości 1 km została zbudowana wzdłuż pięknie zadrzewionej ulicy (rys.2). W roku 1976 uruchomiono linie nn z przewodami izolowanymi w Puszczykowie. Długość tych linii wynosiła 785 m, a ich budowa pozwoliła na rekonstrukcję sieci z uniknięciem wycinki drzew na terenie Wielkopolskiego Parku Nagrodowego – w miejscowości osiedlowo-letniskowej. Także linia w Magdalence koło Warszawy, na terenie rekreacyjno-wypoczynkowym, stanowiła rekonstrukcję istniejącej linii tradycyjnej niskiego napięcia. Była to najdłuższa z linii prototypowych, ponieważ jej długość wynosiła 5 km [2].



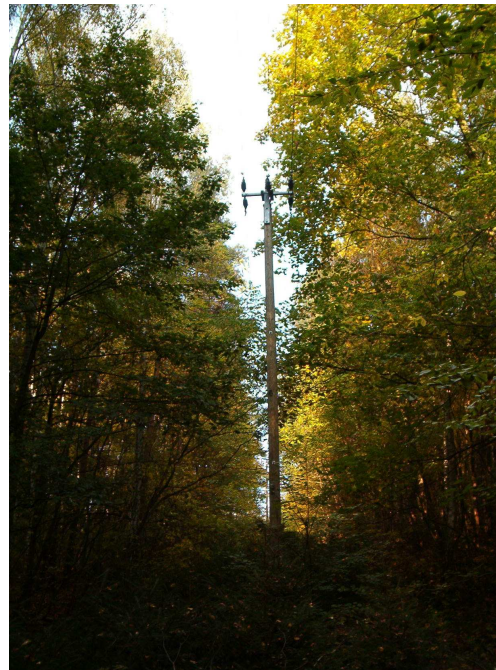
*Rys.2 Linia izolowana nn w Magdalence i w Miejskiej Górcie
(zdjęcia archiwalne, Z. Jakubowski)*

Jedną z tych linii - linia napowietrzna w Puszczykowie została w roku 2002, czyli prawie po 30. latach od jej budowy, poddana szczegółowym badaniom eksploatacyjnym. Badanie te wykazały tylko jedną usterkę – uszkodzony zacisk [3]. Przedstawiono to na rysunku 3 (widok linii oraz wykonany kamerą termowizyjną termogram).



Rys.3 Fragment linii napowietrznej izolowanej w Puszczykowie i jego termogram

Podobnie poprawnie pracują linie napowietrzne średniego napięcia (głównie z przewodami o niepełnej izolacji). Przykładem może być tutaj linia 15 kV w Ludwikowie pod Poznaniem zaprojektowana i zbudowana przez Elprojekt, która pracuje bezawaryjnie już 12 lat. Na rys.4, wykonanym przez studentów 5 roku Wydziału Elektrycznego (specjalność Systemy i Sieci) pokazano aktualny stan jednego z odporowych słupów drewnianych zastosowanych w tej linii.



Rys.4 Linia SN na słupach drewnianych z przewodami w niepełnej izolacji

Ale wracając do faktu, że w roku 2007 powinniśmy obchodzić piętnastolecie wdrażania linii izolowanych. Dlaczego – ponieważ datą przełomową stał się rok 1992. Bowiem pod koniec lat osiemdziesiątych, nowo utworzone wówczas Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej dostrzegło konieczność wprowadzenia technologii wykonywania izolowanych linii elektroenergetycznych nn i SN. Jak napisano w materiałach Kongresu (Kongres *Systemy linii izolowanych w Polsce*, PTPiREE, Poznań, 26-27 luty 2002): Mając na względzie wagę problemu oraz rosnące zainteresowanie energetyki krajowej tym zagadnieniem, Towarzystwo zorganizowało w lutym 1992 r. seminarium techniczne nt. „Przewody izolowane w liniach napowietrznych niskiego i średniego napięcia” z udziałem przedstawicieli wszystkich zainteresowanych Zakładów Energetycznych, przedstawicieli firmy ENSTO SEKKO, polskich wytwórców, projektantów i wykonawców. Jeden z referatów wygłoszonych wówczas to: *A. Rakowska, Możliwości stosowania kabli samonośnych w liniach napowietrznych niskiego i średniego napięcia.*

Wynikiem przeprowadzonej analizy opinii wyrażonych przez uczestników seminarium w trakcie dyskusji, było opracowanie wniosków i wydanie komunikatu, w którym wykazano zasadność podjęcia decyzji o szerokim stosowaniu przewodów izolowanych w krajowych liniach energetycznych. Stwierdzono również konieczność przyjęcia w skali kraju jednakowego systemu napowietrznych linii izolowanych niskiego napięcia, ze wskazaniem na system samonośny czteroprzewodowy. Wybór jednego rozwiązania, najbardziej odpowiadającego warunkom krajowym, miał na celu zunifikowanie sieci oraz ograniczenie różnorodności stosowanego osprzętu sieciowego. Na seminarium Towarzystwo podjęło się funkcji koordynatora działań zmierzających do upowszechnienia stosowania tej technologii w budowie linii napowietrznych nn i SN. W trakcie seminarium, dla usprawnienia realizacji tego zadania wyłoniono Zespół ds. przewodów izolowanych w liniach napowietrznych, w którego skład weszło kilku przedstawicieli Zakładów Energetycznych. Zespół ten, w nieco zmienionym już składzie, działa nadal i przyjął bardziej uniwersalną nazwę: zespół ds. linii napowietrznych.

Przy współdziałaniu powołanego Zespołu – Towarzystwo zainicjowało prace zmierzające do typizacji rozwiązań konstrukcyjnych tych linii. Obecnie Towarzystwo może odnotować na swym koncie zorganizowanie wielu konferencji i porad technicznych oraz wydanie kilkudziesięciu już, (opracowanych przez Elprojekt i Energolinie) albumów typizacyjnych linii nn i SN oraz wydanie książki: pt. „Elektroenergetyczne linie napowietrzne z przewodami izolowanymi”, a także publikacji „Wytyczne budowy i eksploatacji elektroenergetycznych linii napowietrznych z przewodami izolowanymi na

napięcie do 30 kV”. Wszystkie wydawnictwa dotyczące tej tematyki prezentowane były na kolejnych, zorganizowanych przez PTPiREE seminariach. Zwiększająca się liczba uczestników tych spotkań oraz rosnąca liczba sprzedawanych albumów typizacyjnych i wydawnictw wykazuje wyraźnie, że problematyka ta znajduje coraz więcej zwolenników.

Obecnie PTPiREE oferuje 19 albumów typizacyjnych (łącznie 75 tomów), ułatwiających pracę projektantów linii średniego i niskiego napięcia – a wiele z nich dotyczy właśnie projektowania linii z przewodami w pełnej lub niepełnej izolacji. I są to między innymi opracowane w ostatnim czasie Albumy linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid 50÷120, a w tym np.:

- PTPiREE-20/01-2006 Album linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 50÷120 mm² w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid 50÷120
- PTPiREE-20/02-2007 Album słupów z odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 50÷120 mm² w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid-o 50÷120
- PTPiREE-20/03-2007 Album słupów z głowicami kablowymi, odłącznikami i rozłącznikami dla linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 50÷120 mm² w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid-g 50÷120
- PTPiREE-20/04-2007 Album linii napowietrznych średniego napięcia 15÷20 kV z przewodami niepełnoizolowanymi o przekrojach 50÷120 mm² w układzie pionowym na żerdziach drewnianych LSNid 50÷120 + LSNid-o 50÷120 + LSNid-g 50÷120.
Konstrukcje stalowe do tomów I, II i III.

Chcąc mieć pełną orientację o liczbie wybudowanych nowych liniach oraz w celu zebrania doświadczeń eksploatacyjnych PTPiREE rozesłało trzy ankiety do wszystkich Spółek Dystrybucyjnych; pierwszą na początku 1996, drugą na początku II kwartału 97 r. Ostatnią, trzecią ankietę rozesłano do wszystkich Spółek Dystrybucyjnych na początku roku 2000. Niestety była to ostatnia z ankiet, a i wówczas nie wszystkie Spółki Dystrybucyjne przesłały swoje dane. Uzyskano jedynie informacje z 18 Spółek Dystrybucyjnych. Według stanu na kwiecień 2000, Spółki Dystrybucyjne eksploatowały wówczas około 500 km linii napowietrznych średniego napięcia z przewodami w osłonie izolacyjnej, około 170 km linii w pełnej izolacji oraz około 7 000 km izolowanych linii napowietrznych niskiego napięcia i około 10 000 km przyłączy

wykonanych w technologii izolowanej. Zgodnie z wymogami zbierania danych statystycznych obecnie znana jest tylko długość przyłączy wykonanych przewodami izolowanymi. I tak izolowane przyłącza to w 2003 roku linie o długości 19 612 km, a w roku 2005 to już ponad 22 000 km (bez uwzględnienia długości przyłączy na terenie dwóch Spółek Dystrybucyjnych).

Pozostaje więc pytanie: czy warto i jak aktualnie określić sumaryczną długość pracujących w Polsce linii napowietrznych z przewodami izolowanymi.

Dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne potwierdzają spodziewane korzyści ze stosowania linii napowietrznych izolowanych, a dokonana analiza wyników ankietyzacji prowadzonej przez PTPiREE wykazała, że znacząca większość zarejestrowanych zakłóceń polegała na zwarciu przewodów przez upadające drzewa lub gałęzie, co nie powodowało wyłączenia linii.

Mogą oczywiście być zastosowane również i inne – czasami dość nietypowe rozwiązania techniczne. Na wykonanych na obrzeżu Paryża zdjęciach (rys. 5 i 6) można zobaczyć istniejącą linię izolowaną niskiego napięcia powieszoną dosłownie na drzewach (oficjalnie linia o charakterze tymczasowym, który trwa już ... lat 12) oraz linię z przewodami gołymi zaizolowanymi tylko miejscowo.



Rys.5 Linia „tymczasowa”, przewody zamocowane bezpośrednio na drzewie - jedna z obwodnic Paryża



Rys.6 Linia „miejscowo” izolowana

O ile początkowo linie z przewodami izolowanymi, ze względu na ich znaczny koszt, były budowane tylko w przypadkach przejścia linii przez tereny starodrzewia, parki krajobrazowe, itp., to obecnie rozwój technologii budowy i montażu tych linii oraz relatywne obniżenie kosztów budowy spowodowało, że zakres stosowania tej technologii znacząco się poszerzył. Standardem staje się także umieszczanie linii dwunapięciowych na tych samych konstrukcjach wsporczych ponieważ jak wykazuje analiza ekonomiczna, jest to najefektywniejsze rozwiązanie. Lecz najnowsze rozwiązania to przewody tzw. uniwersalne.



Rys.7 Połączenie linii uniwersalnej i linii kablowej SN i linia SN-EXCEL i dwa obwody linii izolowanej nn

Kable uniwersalne EXCEL i AXCES dzięki swojej konstrukcji mogą być jednocześnie zastosowane jako tradycyjne kable układane w ziemi, jak i stosowane w liniach napowietrznych izolowanych. Instalowanie jednego typu kabla w różnych środowiskach możliwe jest tylko wtedy, gdy konstrukcja kabla ma bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną na zrywanie, a masa kabla jest odpowiednio zoptymalizowana, ze względu na wytrzymałość słupów, długość przęseł i wielkość zwisów. Kable uniwersalne EXCEL i AXCES

obecnie stosowane są m.in. w Skandynawii, Wielkiej Brytanii, Niemczech, Słowenii, Chorwacji i w Polsce. Kable EXCEL i AXCES spełniają normy IEC 60502-2: 1997+A1 i HD 620 S1: 1996. Natomiast projektowanie i budowę linii napowietrznych z tymi kablami w Polsce można wykonywać w oparciu o normę N-SEP E-003: 2003.

Należy tylko przypomnieć, że zastosowanie systemu z kablami uniwersalnymi EXCEL i AXCES w wielu projektach przynosi wymierne korzyści finansowe w porównaniu do dotychczasowych rozwiązań. Jak podkreślają producenci przewodów uniwersalnych oraz firmy oferujące je na polskim rynku, system ten dedykowany jest do linii o częstych przejściach z ziemnych na napowietrzne, upraszczając tym samym projektowanie i budowę linii średniego napięcia. Linie napowietrzne z kablami uniwersalnymi są pełnoizolowane, co m.in. umożliwia ograniczenie szerokości przecinki do minimum w obszarach zadrzewionych, a w konsekwencji przynosi zmniejszenie kosztów. W przypadku budowy linii SN w pobliżu zabudowań zmniejszone są odległości, co pozwala na przejście linią w zwartej zabudowie. Dodatkowo warto podkreślić, że zastosowanie tego systemu zwiększa bezpieczeństwo ludzi i zwierząt w trakcie eksploatacji tych linii, w stosunku do dotychczasowych rozwiązań. Największe korzyści przynosi budowa linii napowietrznych z kablami EXCEL i AXCES na wspólnych słupach z liniami niskiego napięcia. W wielu przypadkach można wykorzystać istniejące słupy dotychczasowej linii nn przy podwieszaniu kabli uniwersalnych. W przypadkach, gdy słupy były niskie lub mocno zniszczone można stawiać nowe słupy wykorzystując dotychczasową lokalizację, ale bez dodatkowych pozwoleń na posadowienie słupów w nowych miejscach. Jak wykazały doświadczenia już kilku Spółek Dystrybucyjnych, takie rozwiązania ograniczają konieczność uzyskiwania pozwoleń na budowę linii, a w konsekwencji skracają czas przeprowadzania modernizacji linii.

Za pierwszą tego typu modernizację linii napowietrznej z wykorzystaniem kabla uniwersalnego EXCEL Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej przyznało podczas Targów ENERGETAB 2003 Puchar Prezesa PTPiREE firmie Ensto Pol Sp. z o.o. i Energetyce Kaliskiej S.A.

Oczywiście linie napowietrzne z przewodami izolowanymi to także linie niskiego napięcia. I dla tego poziomu napięcia producenci poszukują coraz to nowych rozwiązań technicznych, czego najświeższym przykładem może być wyróżnienie, które uzyskała na Targach ENERGETAB 2006, firma Ensto za nowoczesny (i wg zapewnień producenta znacznie tańszy) uchwyt przelotowy do przewodów samonośnych.

LITERATURA

- [1] Norma N-SEP E-003, Napowietrzne linie elektroenergetyczne. Projektowanie i budowa. Przewody w pełnej i niepełnej izolacji
- [2] Rakowska A., Grzybowski A., Izolowane linie napowietrzne. Historia, stan obecny, Kongres PTPiREE, Poznań, 2002
- [3] Rakowska A., Grzybowski A. Badania eksploatacyjne i laboratoryjne napowietrznej linii izolowanej w Puszczykowie, Praca badawcza, zrealizowana w IE PP na zlecenie ENEA S.A. Poznań, październik 2002