Doskonalenie Kadr Gospodarki

Akademia Energetyki

PRACE POD NAPIĘCIEM

Szkolenie dla prac pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych

Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego, realizowany pod nadzorem Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości

ZIAD BIELSKO - BIAŁA Spółka Akcyjna

POLSKA AGENCJA ROZWOJU PRZEDSIĘBIORCZOŚCI
POLISH AGENCY FOR ENTERPRISE DEVELOPMENT

Prace pod napięciem przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych

Wykładowcy:
inż. Stanisław Cader, mgr inż. Bogumił Dudek, inż. Roman Fober,
mgr inż. Tadeusz Gontarz, mgr inż. Witold Wiśniewski

Wykład dwunasty
Prace pod napięciem przy liniach 110, 220 i 400 kV

Prace pod napięciem przy liniach 110 kV

W polskich liniach 110 kV wykonywanie prac pod napięciem (PPN) realizowane jest metodą pracy z odległości (metoda francuska). Technologie opracowane przez *EdF* zostały wdrożone w *Zakładzie Energetycznym Toruń SA* (obecnie Oddział *Koncernu ENERGA*).

Podstawowe odległości w czasie wykonywania tych prac to:

strefa zagrożenia – „d" = 0,65 m;
jest to minimalna odległość w powietrzu między elementem o potencjale fazy i potencjale uziemienia;

odległość robocza – „D" = 1,15 m;
jest to minimalna odległość w powietrzu między monterem a elementami na potencjale fazy, przy której zezwala się pracować.

Przestrzeń, w której operuje monter jest bardzo ograniczona powyższymi wymiarami. Istotnym elementem PPN na liniach 110 kV jest przestrzeń robocza wokół łańcuchów izolatorów, która musi być dokładnie określona podczas przygotowania karty technologicznej. Przestrzeń ta nie może być naruszona przez montera oraz żadne narzędzie przewodzące podczas wykonywania prac. Wyjątek stanowią narzędzia przewodzące o małych wymiarach, których wielkość jest ściśle określona w instrukcji. Pracownicy wykonują prace z zastosowaniem osobistego sprzętu ochronnego jak dla linii bez napięcia.

Każda praca wykonywana jest na podstawie karty technologicznej opracowywanej w miejscu pracy po dokładnym przeanalizowaniu zagrożeń.

Wdrożone w Polsce technologie prac pod napięciem w liniach 110 kV umożliwiają wymianę izolatorów zarówno przy zwieszeniu przelotowym, jak i odciągowym.

Pisano o tych technologiach na łamach m.in. *Energetyki* nr 9, 2003 w artykule Ryszarda Michniewskiego: Prace pod napięciem (PPN) na słupach odporowych i odporowo-narożnych 110 kV w *ZE Toruń SA*.

Prace pod napięciem przy liniach 220 i 400 kV

Prace pod napięciem na liniach 220 i 400 kV wykonywane są metodą „na potencjale". Elektromonter w ekranującym ubiorze jest przemieszczany z konstrukcji słupa na przewód za pośrednictwem drabiny izolacyjnej, izolacyjnego podnośnika lub helikoptera, gdzie przejmuje potencjał przewodu za pomocą wyrównywacza potencjałów. Prace wykonuje zwykłymi narzędziami, często z napędem pneumatycznym.

Poniżej wymieniono powszechnie wykonywane prace pod napięciem na liniach najwyższych napięć.

Prace na przewodzie odgromowym:
- zakładanie oznakowań przewodów (kul) dla ruchu lotniczego,
- zakładanie tłumików drgań,
- zakładanie elementów ochronnych przed ptakami,
- zakładanie uchwytów oplotowych na miejsca uszkodzeń, rozpleceń.

Prace na przewodach roboczych:
- zakładanie i wymiana odstępników,
- zakładanie złączek reperacyjnych,
- zakładanie tłumików drgań.

Prace na przewodzie ze światłowodem:
- zakładanie złączek reperacyjnych,
- kontrola skrzynek łączeniowych.

Wykonywane są także prace w pobliżu napięcia, do których można zaliczyć:
- uzupełnianie brakujących elementów słupów
  - kątowników,
  - prętów stężeniowych,
  - tabliczek ostrzegawczych i informacyjnych,
- drobne naprawy fundamentów (materiały szczepialne) i taśm uziemiających,
- wykrzewianie stanowisk słupów, wycinki drzew i gałęzi.

Uwaga: Prace w pobliżu napięcia wymagają opracowania instrukcji technologicznych m.in. z powodu oddziaływania pola elektromagnetycznego.

Inne prace możliwe do wykonywania pod napięciem to:
- wizualizacja przebiegu trasy za pomocą kamer cyfrowych,
- pozycjonowanie słupów,
- prace na stacjach w obszarze rozdzielni 110, 220 i 400 kV,
- budowa odcinków linii tymczasowych,
- wycinanie odcinków przewodów,
- mycie izolacji linii pod napięciem,
- wytyczanie tras linii projektowanych.

Do ciekawszych prac wykonywanych pod napięciem można zaliczyć m.in. stosowanie na liniach przesyłowych tzw. separatorów faz przeciwdziałających zjawisku tańca przewodu. Ich montaż między dwoma fazami pod napięciem odbywa się z wózków jezdnych zawieszonych na przewodach roboczych linii.

Usługi śmigłowcowe dla potrzeb utrzymania sieci przesyłowej najwyższych napięć

Śmigłowiec okazał się ważnym i pewnym narzędziem realizacji szeregu prac związanych z utrzymaniem linii będących pod napięciem. Przy użyciu śmigłowców można skutecznie uzupełniać prace wykonywane metodami tradycyjnymi, zwiększając ich skuteczność i bezpieczeństwo.

Zakres prac z użyciem śmigłowców:
- planowane oględziny linii,
- pomiary termowizyjne linii 400 i 220 kV,
- obloty inspekcyjne i poawaryjne linii 400 i 220 kV,
- dyżury pogotowia lotniczego w przypadkach awaryjnych (szybki dolot do miejsca awarii, ewentualnie możliwość szybkiego zidentyfikowania miejsca awarii),
- wizualizacja trasy linii.

Oględziny pozwalają na ocenę ogólnego stanu linii, a w szczególności na określenie:
- stanu izolatorów i ich osprzętu,
- pozycji uszkodzonych ogniw szklanych,
- stopnia uszkodzeń izolatorów porcelanowych, w tym zerwań łańcuchów (bez wyłączenia linii),
- stanu przewodów odgromowych i roboczych,
- stanu konstrukcji wsporczej – trzon górny i poprzeczniki,
- obecności tabliczek informacyjnych i ostrzegawczych,
- obecności obcych przedmiotów na linii, w tym gniazd ptaków,
- stanu zadrzewienia itp.

Przy użyciu śmigłowców można skutecznie dokonywać:
- oględzin górnych linii wysokiego napięcia w stanach awaryjnych,
- pomiarów termowizyjnych linii,
- wizualizacji trasy linii za pomocą kamer cyfrowych.

Dotychczas w kraju wykorzystywano śmigłowce głównie do wykonywania następujących prac związanych z utrzymaniem linii:
- oględzin planowych,
- przeglądów awaryjnych,
- kontroli termograficznych,
- wizualizacji tras linii za pomocą kamer cyfrowych.

Zalety wykonywania oględzin górnych linii wysokiego napięcia ze śmigłowca:
- o 10–30% tańsze oględziny planowe,
- o 40–60% tańsze oględziny awaryjne,
- szybkie rozpoznanie przyczyn awarii,
- ułatwiona lokalizacja zagrożeń,
- identyfikacja obszarów klęsk żywiołowych,
- termowizja połączeń prądowych,
- wizualizacja tras linii i ich otoczenia.

Oględziny planowe

Oględziny obiektów z helikoptera przeprowadzane są co najmniej raz w roku. W czasie takich oględzin helikopter przemieszcza się wzdłuż linii na wysokości 15 m, a jego szybkość mieści się w zakresie od 30 do 50 km/h zależnie od ukształtowania terenu. W helikopterze znajduje się dwóch pracowników, którzy odnotowują uszkodzenia i stany zagrażające pracy linii.

Koszt takiej metody oględzin wynosi ok. 40–60% kosztu oględzin dokonywanych z ziemi, kiedy korzysta się z pojazdów terenowych.

Obloty inspekcyjne

Nie mogą one wprawdzie zastąpić obchodów, ale są ich cennym uzupełnieniem.

Do efektów oblotów inspekcyjnych zaliczyć można możliwość:
- dokładnej lokalizacji uszkodzonych kołpakowych izolatorów szklanych,
- dokładnej lokalizacji obiektów mieszkalnych i gospodarczych, pod i w pobliżu linii,
- oceny ogólnego stanu skorodowania konstrukcji słupów,

- dokładnej lokalizacji gniazd ptasich, oceny stopnia zanieczyszczenia odchodami oraz ustalenie odcinków narażonych na przeloty bocianów (także innych gatunków ptaków),
- identyfikacji rozmiarów pożarów lasów (podczas upałów), stopnia ich opanowania i oceny stanu zagrożenia linii,
- lokalizacji uszkodzeń osprzętu sieciowego i rozmietleń przewodów,
- obserwacji nadmiernych zwisów przewodów,
- oceny szerokości przecinek leśnych i zbliżeń drzew do linii,
- oceny wzajemnych skrzyżowań linii wysokiego napięcia oraz ich zbliżeń.

Wizualizacja przebiegu trasy linii

Polega ona na sprawdzeniu efektów rejestracji filmowej. Wizualizacja ma na celu uzupełnienie paszportu linii, a docelowo analizę obrazu pod kątem technicznej oceny stanu linii z wykorzystaniem obróbki komputerowej, np. analiza zakratowania słupów pod kątem brakujących kątowników i prętów stężeniowych.

Oględziny górne linii wysokiego napięcia w stanach awaryjnych

Pozwalają one na:

- identyfikację obszarów klęsk żywiołowych (np. pożarów, powodzi) w sąsiedztwie linii napowietrznych i stopnia zagrożenia,
- ocenę stanu izolatorów szklanych i/lub porcelanowych, w tym zerwań łańcuchów,
- ocenę stanu przewodów odgromowych i roboczych,
- ocenę stanu konstrukcji wsporczych,
- stwierdzenie obecności obcych przedmiotów na linii,
- ocenę ogólnego stanu linii i otoczenia.

Kontrole termograficzne

Wykonuje się je z pokładu śmigłowca. Są przeprowadzane corocznie dla niektórych linii wg pewnej liczby kryteriów obejmujących m.in.:

- wiek linii,
- stopień maksymalnego obciążenia linii w warunkach jej normalnej eksploatacji,
- sposób oddziaływania otoczenia na linię,
- czas, od ostatniej kontroli termograficznej.

Pierwsze prace termowizyjne wykonane ze śmigłowca porównano dla tych samych miejsc z wynikami kontroli naziemnej. Wyniki dały zadowalającą zbieżność.

Efektywność stosowania pomiarów termowizyjnych wymaga odpowiedniego obciążenia prądowego linii a to nie zawsze i nie w każdym dniu może być spełnione. Dobór linii do badań termowizyjnych wymaga uwzględnienia szeregu czynników, w tym wieku linii, wyników jej ostatniego badania i oceny stanu technicznego, możliwości uzyskania pożądanego obciążenia itd. Odkryte miejsca „gorące" dotyczyły uchwytów przewodów i zacisków prądowych mostków i złączek. W przypadkach wątpliwości co do uzyskanych informacji korzystano z możliwości lądowania i przeprowadzenia kontrolnych pomiarów z ziemi.

Prace pod napięciem na stacjach najwyższych napięć

W ostatnich latach na świecie odnotowuje się dynamiczny rozwój techniki PPN na stacjach najwyższych napięć. Powstało wiele ciekawych rozwiązań sprzętowych, np. wieże izolacyjne, ekrany izolacyjne oraz zastosowań praktycznych umożliwiających wymianę wyłączników, odłączników, a nawet szyn zbiorczych lub całych pól.

Możliwości realizacji tych ostatnich prac pojawiły się po dokładnej analizie zjawisk towarzyszących bocznikowaniu obwodów prądowych.

Z analiz tych wynika, że długość boczników musi być ściśle określona w zależności od spodziewanych obciążeń prądowych i spadków napięć oraz rodzaju użytego sprzętu. Przykładowo, z analiz wynika, że przy napięciu 63 kV bocznik ma długość graniczną 3000 m dla przewodu gołego lub 100 m dla kabla, a przy napięciu 90 kV odpowiednio 2000 m i 66 m. Podobnych analiz dokonano dla przypadków rozmostkowywania obwodów prądowych dobierając odpowiednie rozwiązania rozłączników.

Polskie doświadczenia

Polskie doświadczenia z prac w sieci przesyłowej obejmują zarówno linie napowietrzne 220, 400 i 750 kV jak i stacje, zwłaszcza rozdzielnie 220 i 400 kV. Jednak zakres prac na stacjach jest skromny, związany z silikonowaniem izolacji aparatury stacyjnej, wymiany izolatorów na bramkach stacyjnych oraz usuwania obcych przedmiotów – które do tej pory były wykonywane sporadycznie.

W ostatnich latach zastosowano także przenośne, przewoźne linie kablowe prezentowane w artykułach:

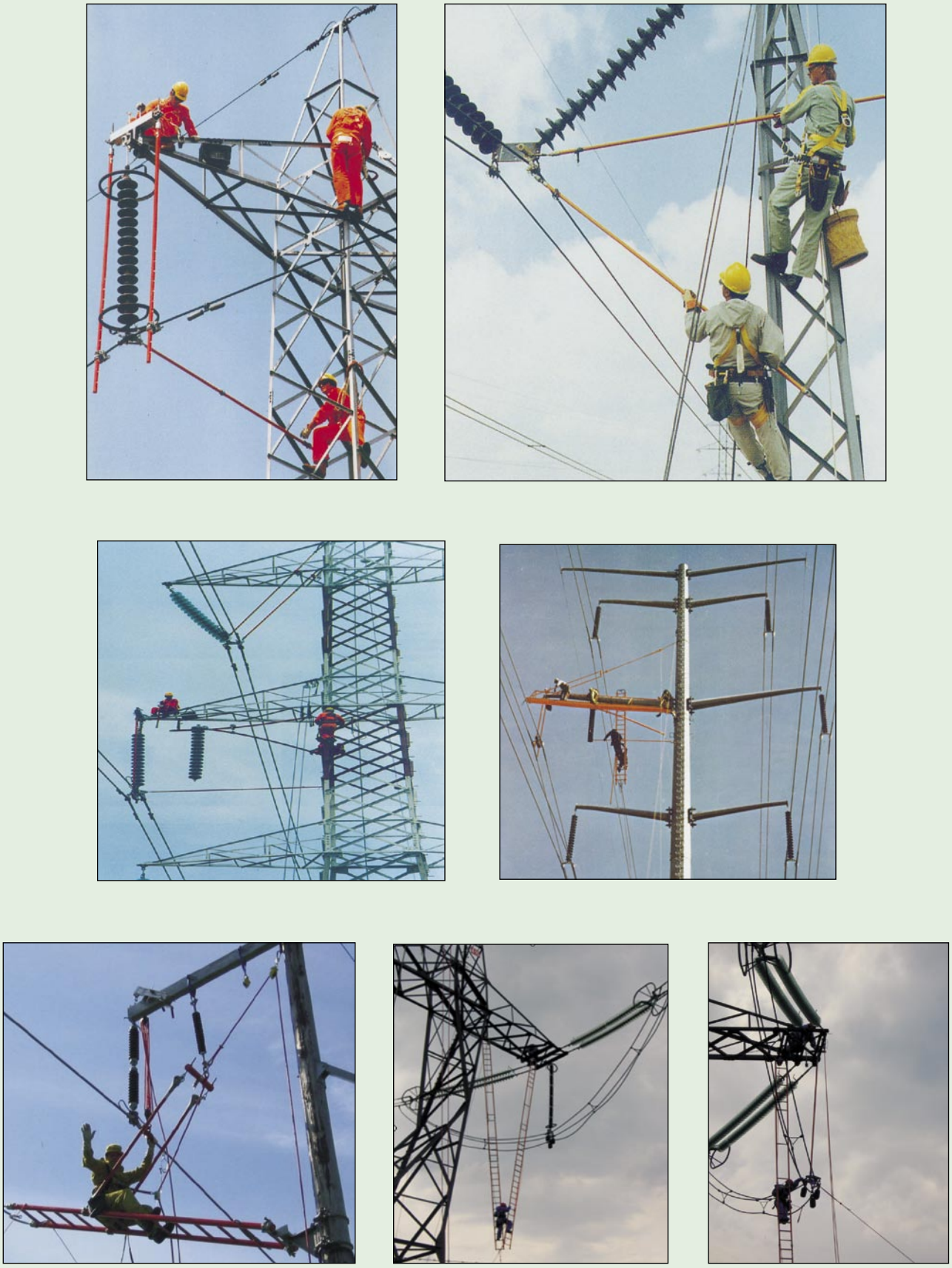
- Balawender A., Dudek B.: Bocznikowanie obwodów prądowych wn – bez i pod napięciem. *Przegląd Elektrotechniczny* nr 1, 2003 (materiały z Sympozjum EUI'2003)
- Dudek B., Cader S.: Diagnostyka, konserwacje i naprawy układów izolacyjnych w stacjach wn pod napięciem. *Energetyka* nr 1, 2003 (materiały z Konferencji NIWE'2003)

Warto dodać, że zastosowanie przenośnych linii kablowych ma ograniczoną liczbę zastosowań wynikającą z procesów ich rozwijania i zwijania. W przypadku linii kablowych 110 kV można je zastosować 40-krotnie, a 220 kV – 20-krotnie (w Polsce jeszcze nie stosowano).

Ilustracje do wykładu dwunastego

Prace pod napięciem przy liniach wysokiego napięcia

Rys. 1. Prace pod napięciem przy liniach 110 kV – wymiana izolatora odciągowego



Rys. 2. Prace pod napięciem przy liniach 220 i 400 kV – wymiana izolatorów na różnych typach słupów
Zdjęcia na górze – metodą z odległości, w środku – na potencjale nieustalonym, na dole – na potencjale

Rys. 3. Użycie śmigłowca dla potrzeb utrzymania sieci przesyłowej najwyższych napięć – pokaz na konferencji ESMO'2006

Zdjęcia na górze – inspekcja linii, w środku – montaż tłumików drgań, na dole – zakładanie uchwytu oplotowego (z lewej) oraz zakładanie kul ostrzegawczych (z prawej)

Rys. 4. Prace pod napięciem na stacjach najwyższych napięć

Wymiana różnych typów odłączników (Argentyna/Urugwaj); wymiana przekładnika napięciowego (Brazylia/Wenezuela)

W artykule wykorzystano zdjęcia: z folderu *ZE Toruń SA* (rys. 1), folderów z USA, Norwegii, Włoch, materiałów konferencyjnych ICOLIM'2006, referat 218 (rys. 2), materiałów konferencyjnych ESMO'2006 (rys. 3 – góra) panów A. Kurpiewskiego i B. Dudka (rys. 3 – pozostałe), materiałów konferencyjnych ICOLIM'2004, referat S1.4.11 (rys. 4 – trzy rzędy zdjęć od góry), materiałów ICOLIM'2006 (rys. 4 – dolny rząd zdjęć).