



Michał ZAGRODZKI, Paweł TRUBALUK

Zakład Energetyczny Kraków SA

## Prace pod napięciem w Zakładzie Energetycznym Kraków S.A.

**Streszczenie:** w treści referatu omówiono technologie prac pod napięciem wdrożone i stosowane w Zakładzie Energetycznym Kraków S.A.

**Abstract:** (*Live line workings in Zakład Energetyczny Kraków S.A.*). Paper presents technology of live line working applied in Zakład Energetyczny Kraków S.A.

**Słowa kluczowe:** prace pod napięciem, strefa zagrożenia, strefa minimalnego zbliżenia.

**Keywords:** live line workings.

### Wstęp

Zastosowania technologii prac pod napięciem wynika przede wszystkim z faktu, iż stosowanie tradycyjnych metod pracy wiąże się każdorazowo z koniecznością wyłączenia napięcia dla określonej grupy odbiorców, co z kolei powoduje powstawanie konfliktów i nieporozumień pomiędzy odbiorcą, a dostawcą energii elektrycznej. Przed wykonywaniem planowych prac eksploatacyjnych niezbędne jest zawiadomienie o wyłączeniu urządzeń na co najmniej pięć dni przed terminem realizacji. Jak pokazuje praktyka często terminy te muszą być wielokrotnie przesuwane, gdyż wyłączenia zawsze są dużą niedogodnością dla użytkowników energii elektrycznej i wymagają każdorazowo kompromisu. Zastosowanie technologii prac pod napięciem umożliwia wykonywanie prac bez konieczności uciążliwych wyłączeń, co umożliwia planowanie prac praktycznie na bieżąco nie powodując dodatkowych konfliktów pomiędzy dostawcą, a odbiorcą energii elektrycznej. Niebagatelne znaczenie ma również fakt zmniejszenia strat spółki dystrybucyjnej związanych z ograniczeniem nie dostarczonej energii odbiorcom.

### Prace pod napięciem w liniach napowietrznych niskiego napięcia.

Wykonywanie prac w technologii pod napięciem w Zakładzie Energetycznym Kraków S.A. rozpoczęto w 1998 roku. Pierwszą technologią wdrożoną w ZE Kraków S.A. było wykonywanie prac pod napięciem na liniach napowietrznych niskiego napięcia. Podstawą jej wdrożenia było zakupienie odpowiedniej instrukcji oraz niezbędnego zestawu narzędzi zapewniających prawidłowe i bezpieczne wykonanie prac. Kolejnym etapem było przeszkolenie elektromonterów oraz osób funkcyjnych biorących udział w prowadzeniu prac. W związku z tym pracownicy kierowani do prac pod napięciem przechodzą odpowiedni kurs zakończony egzaminem teoretycznym i praktycznym oraz specjalistyczne badania lekarskie (zdrowotne i psychologiczne).

Podstawą prowadzenia prac jest „Instrukcja prac pod napięciem w liniach napowietrznych niskiego napięcia w ZEK SA”, której integralną częścią są karty technologiczne opisujące sposób wykonywania poszczególnych prac i wykaz niezbędnych narzędzi.

Instrukcja przewiduje wykonywanie szeregu prac eksploatacyjnych dla których dotychczas wymaganym było wyłączenie napięcia. Są to m. in:

- montaż i demontaż przyłączy napowietrznych i kablowych,

- wymiana izolatorów,
- wymiana zacisków, uchwytów i mostków,
- wymiana odgromników i opraw oświetleniowych,
- wycinka gałęzi,
- regulacja zwisów przewodów,
- wymiana słupa,
- wymiana bezpieczników słupowych.

Wymienione wyżej operacje są opisane 44 kartami technologicznymi, którymi pracownicy posługują się podczas pracy. Prac pod napięciem na liniach napowietrznych niskiego napięcia nie wolno wykonywać podczas gęstej mgły, burzy oraz gwałtownego wiatru. Prace w tej technologii wykonuje się metodą „w kontakcie” lub „z odległości”. Podczas pracy metodą „w kontakcie” pracownicy pozostając na potencjale ziemi mogą wprowadzać do strefy zagrożenia, odpowiednio zabezpieczone niektóre części ciała. Podstawowym warunkiem przystąpienia do robót jest izolowanie w miejscu pracy wszystkich części urządzeń znajdujących się pod napięciem. Podczas pracy metodą „z odległości” pracownicy pozostają poza strefą minimalnego zbliżenia, a prace wykonywane są przy pomocy specjalnych narzędzi wprowadzanych do strefy zagrożenia za pomocą drążków izolacyjnych.

Do prac w technologii pod napięciem stosuje się specjalne narzędzia oraz sprzęt posiadające odpowiednie oznaczenia. Narzędzia podlegają badaniom okresowym przy czym każdorazowo przed użyciem należy sprawdzić, czy ich izolacja nie posiada widocznych uszkodzeń mechanicznych. Narzędzia stosowane w tej technologii można pogrupować następująco:

1. osłony izolacyjne zakładane na przewód, izolator, końcówki przewodów,
2. narzędzia izolowane: klucze płaskie, oczkowe, nasadowe, szczypce, nożyce, wkrętaki,
3. wyposażenie dodatkowe: bocznik, dynamometr, haki izolowane, rolki, wielokrążek.

Każdy z pracowników posiada wyposażenie osobiste tj. rękawice ochronne i izolacyjne, hełm z osłoną twarzy, ubranie i obuwie robocze.

Wykonywanie prac pod napięciem na liniach napowietrznych niskiego napięcia generalnie składa się z trzech etapów:

1. prace przygotowawcze tj. rozeznanie miejsca pracy, uzyskanie zgody na przygotowanie miejsca pracy i dopuszczenie do pracy, omówienie sposobu wykonania pracy, oznakowanie miejsca pracy,

2. wykonanie pracy zgodnie z kartą technologiczną,
3. zakończenie pracy tj. sprawdzenie poprawności wykonania zadania, złożenie i oczyszczenie sprzętu, likwidacja miejsca pracy.

W roku 2000 w ZE Kraków S.A. została wdrożona technologia czyszczenia pod napięciem urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV.

Od kilku miesięcy tj. od kwietnia 2003 roku technologia ta stała się częścią obszerniejszego zakresu prac pod napięciem przy urządzeniach do 30 kV. Pełny zakres przeglądu obejmuje więc obecnie następujące technologie:

- czyszczenie urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV „na sucho”,
- czyszczenie urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV „na mokro”,
- uzupełnianie syciwa w głowicach kablowych

Prace te mogą być wykonywane łącznie lub osobno i wspólnie noszą nazwę przeglądu pod napięciem urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV.

Wymagania zdrowotne i psychologiczne wobec pracowników pozostały takie same jak w poprzednio opisanej technologii.

Prace wolno wykonywać przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, zabrania się wykonywania ppn podczas burzy, gwałtownego wiatru, temperatury poniżej minus 5°C, oraz przy wilgotności względnej powietrza powyżej 80 % oraz przy wilgotności względnej powietrza powyżej 65%, gdy temperatura otoczenia jest wyższa niż 25°C. Warunki atmosferyczne (wilgotność względna, temperatura zewnętrzna) są sprawdzane przed rozpoczęciem pracy i na bieżąco kontrolowane podczas pracy. Zmiana warunków na niekorzystne wymusza przerwanie pracy.

Przegląd pod napięciem urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV jest wykonywany metodą z dystansu. Przy wykonywaniu prac tą metodą pracownicy pozostają poza strefą minimalnego zbliżenia, a zadania wykonywane są przy pomocy odpowiedniego sprzętu wprowadzanego do strefy zagrożenia.

#### **Czyszczenie urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV „na sucho”**

Technologia ta polega na odsysaniu brudu i kurzu z urządzeń elektroenergetycznych przy pomocy odkurzacza przemysłowego. Do czyszczenia na sucho stosuje się sprzęt w postaci rur o różnej długości, kolanek, szczotek o różnej wielkości i kształcie oraz ssawek, które dobiera się w zależności od tego jaką część urządzenia należy wyczyścić. Na początku zestawu umieszcza się rurę z ogranicznikiem uchwytu oraz specjalnym oznaczeniem, które chroni przed przypadkowym, niebezpiecznym zbliżeniem się do urządzenia. Przed rura przyłącza się wąż ssawny oraz odkurzac. Technologia czyszczenia na sucho pozwala bez wyłączeń wyczyścić urządzenia niskiego i średniego napięcia oraz umożliwia wydłużenie okresu pomiędzy przeglądami kompleksowymi (związanymi z wyłączeniem napięcia). Do dnia dzisiejszego w Zakładzie Energetycznym Kraków S.A. technologia ta została wdrożona w siedmiu Rejonach Dystrybucji, które dysponują na chwilę obecną ośmioma zestawami narzędzi, łącznie wyczyszczono tą metodą kilkaset stacji transformatorowych.

#### **Czyszczenie urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV „na mokro”**

Czyszczenie przez „nawilżanie” urządzeń elektroenergetycznych do 30 kV jest stosowane w ZE Kraków S.A. od kilku miesięcy. Technologia ta polega na zastosowaniu specjalnego drążkowego zestawu elementów oraz końcówek z gąbką czyszczącą. Gąbkę nasącza się odpowiednim płynem czyszczącym, a następnie tak

wyposażony drążek wprowadza się do pola SN czyszcząc kolejne elementy urządzeń będących pod napięciem.

Zestaw do czyszczenia na mokro składa się z drążkowego uchwytu z ogranicznikiem uchwytu, do którego dołącza się końcówki o różnej długości i kształcie, kolanka a na końcu umieszcza się element z gąbką walcową lub prostokątną.

Technologia ta pozwala usuwać zabrudzenia trwałe, plamy oleju, zatłuszczenia, które nie są możliwe do usunięcia przy pomocy zestawu do czyszczenia na sucho i jest jej skutecznym uzupełnieniem.

#### **Prace pod napięciem do 30 kV – uzupełnianie syciwa**

Uzupełnianie syciwa w głowicach kablowych umożliwia napełnienie głowicy kablowej olejem bez wyłączenia kabla spod napięcia. Ten zabieg konserwacyjny jest bardzo przydatny przy eksploatacji sieci kablowych średniego napięcia wyposażonych w dużą ilość głowic olejowych. Operacji uzupełniania impregnatu dokonuje się przy użyciu agregatu, w którym podgrzewa się olej, następnie przy pomocy elektrycznej pompy olej jest tłoczony do głowicy za pośrednictwem drążkowej lancy zakończonej odpowiednią końcówką pasującą do otworu wlewowego głowicy. Uzupełnianie syciwa jest stosowane w ZE Kraków S.A. od początku 2003 roku i podobnie jak w przypadku czyszczenia urządzeń elektroenergetycznych średniego napięcia technologia ta była początkowo wdrażana przez Rejon Dystrybucji Śródmieście.

Pracownicy wykonujący powyżej opisane prace muszą posiadać odpowiednie wyposażenie osobiste.

Wszystkie prace pod napięciem przy urządzeniach średniego napięcia wymagają sprawdzenia warunków środowiskowych (temperatura, wilgotność względna) przed rozpoczęciem pracy oraz muszą być na bieżąco kontrolowane podczas wykonywania pracy. W razie stwierdzenia jakichkolwiek zagrożeń prace należy przerwać.

#### **Prace pod napięciem w urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych niskiego napięcia.**

Kolejną grupą prac pod napięciem realizowanych w ZE Kraków S.A. są prace pod napięciem przy urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych do 1 kV.

Prace te są wykonywane metoda w kontakcie, a podstawowym zabezpieczeniem pracowników jest izolowanie wszystkich części będących pod napięciem na stanowisku pracy.

Podobnie jak poprzednio narzędzia używane do prac realizowanych w tej technologii należy badać, a przed użyciem każdorazowo sprawdzać.

Prace pod napięciem przy urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych do 1 kV opisane przy pomocy kart technologicznych umożliwiają wykonanie następujących operacji:

- podłączenie, odłączenie kabla lub przewodów do urządzenia rozdzielczego nn,
- wymiana podstaw i listew bezpiecznikowych w urządzeniu rozdzielczym,
- wymiana połączeń szynowych w urządzeniu rozdzielczym,
- oględziny, konserwacja, przegląd i rozbudowa urządzeń rozdzielczych nn,
- wymiana końcówki kablowej,
- wykonanie mufy odgałęznej na linii kablowej YAKY,
- rozcięcie i wprowadzenie linii kablowej YAKY do przelotowego urządzenia rozdzielczego

Zatem zakres czynności jakie można wykonać pod napięciem jest na tyle szeroki, że praktycznie mogą one zastąpić prace realizowane tradycyjnie przy urządzeniach rozdzielczych w dłuższym okresie czasu bez pogorszenia

stanu technicznego tych urządzeń. Prace pod napięciem przy urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych do 1 kV w ZE Kraków S.A. są wykonywane od roku 2002, początkowo w Rejonie Dystrybucji Śródmieście. Od momentu wdrożenia powyższej technologii w ZE Kraków S.A. dokonano przeglądu i konserwacji blisko 450 złączy i węzłów kablowych. Obecnie wszystkie Rejony Dystrybucji dysponują co najmniej jednym zestawem do prac pod napięciem w urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych.

Tabela 1. Liczba pracowników ZEK S.A. przeszkolonych w poszczególnych technologiach prac pod napięciem

Rodzaj technologii	Ilość pracowników	
	Eksplatacji	Dozoru
PPN w liniach napowietrznych niskiego napięcia	102	38
PPN w liniach kablowych niskiego napięcia	29	12
Czyszczenie „na sucho” urządzeń elektroenergetycznych średniego napięcia	23	9
Czyszczenie „na mokro” urządzeń elektroenergetycznych średniego napięcia oraz uzupełnianie syciwa w głowicach kablowych	6	2

W tabeli 2 zestawiono liczbę prac wykonanych w technologii prac pod napięciem w 2002 roku na terenie Zakładu Energetycznego Kraków S.A.

Tabela 2. Ilość prac wykonanych w poszczególnych technologiach PPN w ZEK S. A.

Ilość PPN w liniach napowietrznych nn	Ilość PPN w urządzeniach rozdzielczych i liniach kablowych nn	Ilość PPN wykonanych techniką czyszczenia stacji SN
1079	139	109

Podsumowując, należy nadmienić, że wszystkie technologie prac pod napięciem wymagają przeszkolenia pracowników, konieczny jest zakup specjalistycznego sprzętu, narzędzi oraz wyposażenia osobistego, co wiąże się z poniesieniem znacznych kosztów przez spółkę dystrybucyjną. Wykonywanie prac pod napięciem wymaga od pracownika ciągłego skupienia, ścisłej koordynacji ruchów, bieżącej oceny zagrożeń. Pracy nieprzerwanie towarzyszy stres związany z rzeczywistą obecnością napięcia. Z drugiej zaś strony skracają się czasy wyłączeń planowych, znikają długotrwałe procesy uzgodnień wyłączeń pomiędzy dostawcą i odbiorcą energii oraz powstające na tym tle nieporozumienia, zwiększa się tym sposobem komfort korzystania przez odbiorców z energii elektrycznej. Prace pod napięciem stanowią zatem znakomite uzupełnienie istniejących dotychczas metod pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych.

**Autorzy:** mgr. inż. Michał Zagrodzki, Zakład Energetyczny Kraków S. A., Oddział Wykonawstwa Rejonu Dystrybucji Śródmieście; mgr inż. Paweł Trubaluk, Zakład Energetyczny Kraków S.A, Wydział Nadzoru Sieci i Elektrowni, ul. Dajwór 27, 31-960 Kraków.