



Paweł TRUBALUK

ENION S.A., Oddział w Krakowie

Prace pod napięciem w sieciach napowietrznych SN metodą „rękawic elektroizolacyjnych” przy użyciu podnośnika z wysięgnikiem izolowanym

Streszczenie. Artykuł opisuje podstawowe zagadnienia eksploatacyjne związane z prowadzeniem prac pod napięciem metodą „rękawic elektroizolacyjnych” z użyciem podnośnika z wysięgnikiem izolowanym.

Abstract. *Uaper describes basic exploitation subjects connected to live line working by method of “electroinsulating gloves” with using of lift with insulated jib.*

Słowa kluczowe: prace pod napięciem, podnośnik, metoda rękawic elektroizolacyjnych, eksploatacja
Keywords: live-line working, lift, method of electroinsulating gloves, exploitation

Rozwój technologii prac pod napięciem w ENION S.A., Zakładzie Energetycznym Kraków SA oprócz coraz szerzej stosowanych technik w eksploatacji urządzeń niskiego napięcia idzie w kierunku stosowania prac pod napięciem w urządzeniach średniego napięcia, w tym w liniach napowietrznych.

Podnośniki wyposażone w izolacyjne elementy konstrukcyjne obecnie stosowane są na poziomie średnich napięć na całym świecie. W obecnym czasie technologia prac pod napięciem z użyciem tych urządzeń najbardziej rozpowszechniona w Ameryce Północnej. Również w Europie prowadzone są cały czas prace legislacyjne określające podstawowe wymagania techniczne dotyczące podnośników z wysięgnikiem izolacyjnym.

W latach dziewięćdziesiątych PTPIREE rozpoczęło zespół działań zmierzających do opracowania kompleksowej technologii prac pod napięciem w liniach napowietrznych średniego napięcia. Rezultatem tych działań było opracowanie instrukcji prowadzenia prac ze szczególnym uwzględnieniem wykonywania poszczególnych czynności eksploatacyjnych, szkoleniem instruktorów, opracowaniem wytycznych badań sprzętu używanego do realizacji prac w tej technologii. Jedną z podstawowych barier jej wprowadzenia był brak kompletnych ustaleń normatywnych dotyczących wymagań, jakie powinny spełniać sprzęt i wyposażenie stosowane do realizacji prac, a w szczególności sposobu ich badania. Rezultatem tego było przyjęcie odpowiednich wytycznych badań sprzętu elektroizolacyjnego stosowanego w pracach pod napięciem w liniach napowietrznych średniego napięcia [1]. Przy wyborze kryteriów będących podstawą do określenia wytycznych oparto się na obowiązujących normach europejskich oraz uwzględniono ustalenia normatywne zawarte w dokumentach amerykańskich i kanadyjskich.

Podstawowym dokumentem określającym zasady sprawdzania i badania części izolacyjnych oraz dodatkowe wymagania techniczne, zostały zawarte w normie PN-IEC 1057 [2], która została opublikowana w 1994 r. W roku 2002 ukazała się obecnie obowiązująca norma PN-EN 61057:2002 (U) [3], która jest jedynym dokumentem opisującym zakres i metody badań dielektrycznych.

Jednym z podstawowych elementów zapewniającym bezpieczeństwo przy prowadzeniu prac eksploatacyjnych z podnośnika izolowanego jest spełnienie wymagań dotyczących wytrzymałości dielektrycznej wysięgnika.

Określenie metod pomiarów, wartości napięć probierczych dla poszczególnych elementów izolacyjnych urządzenia oraz terminy badań mają tu zasadnicze znaczenie i jednoznaczne ich określenie jest podstawą bezpiecznego wykonywania prac.

Zasadnicze wymagania dotyczące wytrzymałości dielektrycznej podnośnika określone w normie [3] obejmują: badanie wytrzymałości dielektrycznej kompletnego wysięgnika, badanie wytrzymałości dielektrycznej koszy izolacyjnych i wkładek, badanie wytrzymałości dielektrycznej żurawika, jeśli podnośnik został w niego wyposażony.

Badania wytrzymałości dielektrycznej wysięgnika obejmują pomiary kompletnego wysięgnika napięciem znamionowym, podwójnym napięciem znamionowym, napięciem wytrzymywanym dziesięciosekundowym i napięciem udarowym łączeniowym. Dodatkowo badaniu podlegają również wstawki izolacyjne umieszczone na górnym i dolnym ramieniu wysięgnika.

Stosowane w Polsce podnośniki z wysięgnikiem izolowanym wyposażone są w izolowane wkładki umieszczane w koszach. Zarówno wkładki jak i kosze podlegają odpowiednim badaniom dielektrycznym, przy czym podstawową barierą dla przepływu prądu stanowi wkładka izolacyjna, która podlega badaniu na przebicie elektryczne. Kosze podlegają badaniom wytrzymałości elektrycznej powierzchni.

W związku z faktem, iż wytyczne badań sprzętu elektroizolacyjnego stosowanego w pracach pod napięciem w liniach napowietrznych średniego napięcia bazowały nie tylko na ustaleniach normatywnych europejskich poniżej zestawiono porównanie wymagań dotyczących wytrzymałości izolacyjnej poszczególnych elementów podnośnika określone w aktualnej normie europejskiej.

Z powyższego zestawienia wynika, że kryteria przyjęte w obydwu dokumentach są zbliżone. Należy tutaj zaznaczyć, że wytyczne w odróżnieniu od normy operują pojęciem badań akceptacyjnych oraz eksploatacyjnych.

Konfiguracja układu pomiarowego oraz samej maszyny podczas prób określają szczegółowo załączniki do przedmiotowej normy, która opisuje również zakres prób akceptacyjnych przeprowadzanych przez producenta przed wprowadzeniem podnośnika do eksploatacji. Odrębnym zagadnieniem są wymagania dotyczące budowy oraz zakres prób wytrzymałości dielektrycznej zespołu kosz - wkładka izolacyjna.

Tabela 1. Badanie poszczególnych elementów izolacyjnych podnośnika.

	Górne ramię izolacyjne		Dolna wstawka izolacyjna		Kosz		Wkładka	
	Napięcie probiercze	Max. prąd upływu	Napięcie probiercze	Max. prąd upływu	Napięcie probiercze	Max. prąd upływu	Napięcie probiercze	Max. prąd upływu
	[kV]	[mA]	[kV]	[mA]	[kV]	[mA]	[kV]	[mA]
Norma PN-EN 61057	90 na każde 0,6 m	0,15	50	Nie występuje przebicie ani przeskok powierzchniowy	50	Nie występuje przebicie ani przeskok powierzchniowy	50	Nie występuje przebicie ani przeskok powierzchniowy
Wytyczne [2]	100	1	50	3	50	1	50	nie występuje

Zasadniczym elementem izolacyjnym jest wkładka izolacyjna, natomiast kosz może być wykonany z włókna szklanego, wówczas wymagania go dotyczące ograniczają się do tego, aby był pozbawiony nieosłoniętych otworów i przepustów. Takie rozwiązanie ma istotną zaletę, a mianowicie kosze podczas eksploatacji narażone są na uszkodzenia mechaniczne podczas transportu. Każde takie uszkodzenie pogarsza własności izolacyjne kosza. Z drugiej strony wymagania dotyczące wytrzymałości dielektrycznej powierzchni kosza określone w „Wytycznych badań sprzętu i narzędzi do prac pod napięciem” minimalizują ryzyko niezamierzonego zwarcia koszem elementów konstrukcyjnych linii napowietrznych o różnych potencjałach podczas błędów w manewrowaniu wysięgnikiem. Z tego punktu widzenia uzasadnione jest spełnienie wymagań dotyczących wytrzymałości dielektrycznej kosza zawartych w wytycznych.

Wdrożenie technologii prac pod napięciem w sieciach napowietrznych średniego napięcia metodą rękawic elektroizolacyjnych w ENION S.A., Oddział w Krakowie odbyło się w 2004 r. Początkowo prace eksploatacyjne skupiały się na wymianie izolatorów odciągowych oraz izolatorów na słupach przelotowych w ciągach liniowych średniego napięcia. Obiektami, na których prowadzono prace stanowiły przeważnie linie o znacznej długości, zasilających znaczą liczbę klientów komercyjnych lub zakwalifikowanych do kompleksowego programu wymiany izolatorów na kompozytowe. Ograniczenie prac eksploatacyjnych do zabiegów wymiany izolatorów miały również na celu zebranie przez pracowników podstawowego doświadczenia oraz pewności w wykonywaniu czynności związanych z lokalizacją podnośnika w pobliżu stanowiska słupowego, przygotowanie stanowiska pracy, sprzętu i narzędzi, manewrowaniem maszyną, izolowaniem stanowiska pracy. Prace generalnie przebiegały bezproblemowo, choć pojawiały się pierwsze przypadki uszkodzeń sprzętu służącego izolowaniu stanowiska pracy. Ocenę stanu technicznego izolatorów prowadzi się wzrokowo i nie zawsze uszkodzenia tych elementów są widoczne z ziemi na etapie oceny zagrożeń przy tworzeniu formularza planu pracy, szczególnie w przypadku wystąpienia pęknięć w strukturze izolatora porcelanowego. Taka wada może się ujawnić dopiero w trakcie pracy po wyizolowaniu stanowiska pracy i realizacji wymiany izolatora.

Po zdobyciu pierwszych doświadczeń eksploatacyjnych związanych z wymianą izolatorów przystąpiono do wymiany łączników napowietrznych w liniach średniego napięcia. Stan techniczny konstrukcji stalowych najczęściej uniemożliwia szybki i sprawny ich demontaż, dlatego ważne jest wyposażenie pracowników realizujących prace w odpowiedni sprzęt hydrauliczny. Technologia wymiany pod napięciem łączników średniego napięcia opisana kartami technologicznymi nie uwzględnia wszystkich

przypadków konfiguracji urządzeń i elementów zabudowanych na stanowisku słupowym, które spotyka się w codziennej eksploatacji. Ten problem pojawił się w przypadku wymiany odłącznika napowietrzego średniego napięcia z zejściem kablowym (rys. 1) i konieczności dokładnej analizy toku prowadzenia prac.

Przed podjęciem decyzji o podjęciu się tego zadania dokonano rozpoznania stanowisko pracy oraz wykonano dokumentację zdjęciową. Następnie na podstawie tej dokumentacji uzyskano opinie dotyczącą technicznych możliwości wykonania pracy od instruktorów, którzy wskazali na pewne zagrożenia i konieczność przyjęcia odpowiedniego toku pracy, aby zminimalizować ryzyko popełnienia błędu przy jej wykonaniu. Organizacja pracy w tej technologii wymaga przed przystąpieniem do pracy wypełnienia formularza planu pracy opisującego kolejne czynności, co umożliwia pewną elastyczność w planowaniu i wykonywaniu prac przy zachowaniu ogólnych zasad wykonywania prac w tej technologii i dokładnej analizie zagrożeń w konkretnym przypadku. Należy tu zaznaczyć, że przed przystąpieniem do pracy kabel był obustronnie pozbawiony napięcia. W pierwszej kolejności zdemontowano mostki łączące odłącznik z linią, a następnie podest pod odłącznikiem. Kolejnym etapem było odłączenie głowic kablowych od demontowanego odłącznika. Bezpośrednio przed wykonaniem tej operacji potwierdzono brak obecności napięcia na kablu za pomocą wskaźnika obecności napięcia.



Rys. 1. Stanowisko słupowe z zejściem kablowym przed wymianą odłącznika



Rys. 2. Stanowisko słupowe z zejściem kablowym po wymianie odłącznika

Największym problemem przy realizacji prac pod napięciem przy użyciu podnośnika stanowi sprawne i skuteczne poruszanie się podnośnika w terenie nieutwardzonym. Należy zdać sobie sprawę z problemów wynikających z poruszaniem się maszyny w terenie grząskim oraz o znacznym nachyleniu, co w pewnym stopniu ogranicza stosowanie podnośnika. Oprócz możliwości unieruchomienia podnośnika dochodzi tu problem utrzymania zgody na przejazd maszyny od właścicieli gruntów, co jest często powiązane z koniecznością wypłaty odszkodowań za zniszczone

uprawy. Kolejnym wymienionym problemem jest zapewnienie odpowiedniego wypoziomowania podnośnika związane ze stabilną i bezpieczną pracą maszyny. Zgodnie z Instrukcją prac pod napięciem w sieciach napowietrznych SN podczas pracy podwozie podnośnika należy wypoziomować, przy czym dopuszczalne odchylenie od poziomu może wynosić maksymalnie $\pm 5^\circ$. Ma to zasadnicze znaczenie w przypadku użytkowania podnośnika przez Spółki Dystrybucyjne o obszarze działania zlokalizowanym na terenach o zróżnicowanym nachyleniu.

Mimo powyżej wymienionych problemów i ograniczeń w stosowaniu technologii prac pod napięciem w sieciach napowietrznych średniego napięcia z użyciem podnośnika izolowanego, w wielu sytuacjach użycie tej technologii pozwala na uniknięcie znacznie poważniejszych problemów związanych z zagadnieniami organizacji i prowadzenia eksploatacji z punktu widzenia zapewnienia ciągłości zasilania i komfortu bezprzerwowego użytkowania energii elektrycznej, aspektu szczególnie wymiernego dla odbiorców komercyjnych.

LITERATURA

- [1] Wytyczne badań sprzętu i narzędzi do prac pod napięciem w sieciach napowietrznych 15 i 20 kV metodą „rękawic elektroizolacyjnych” – opracowanie PTPiREE,
- [2] Norma PN-IEC 1057, Podnośniki z wysięgnikiem izolacyjnym stosowane do prac pod napięciem
- [3] Norma PN-EN 61057, Podnośniki z wysięgnikiem izolacyjnym stosowane do prac pod napięciem powyżej 1 kV
- [4] Instrukcja prac pod napięciem w sieciach napowietrznych 15 kV w Zakładzie Energetycznym Kraków S.A.

Autor: mgr inż. Paweł Trubaluk, ENION S.A. Oddział w Krakowie, Zakład Energetyczny Kraków, ul. Dajwór 27, 30-960 Kraków, e-mail: pawel.trubaluk@krakow.enion.pl