

Bogumił Dudek, ekspert EPC SA, Polski Komitet Bezpieczeństwa w Elektryce SEP

# Czy można **NIE** wyłączać?

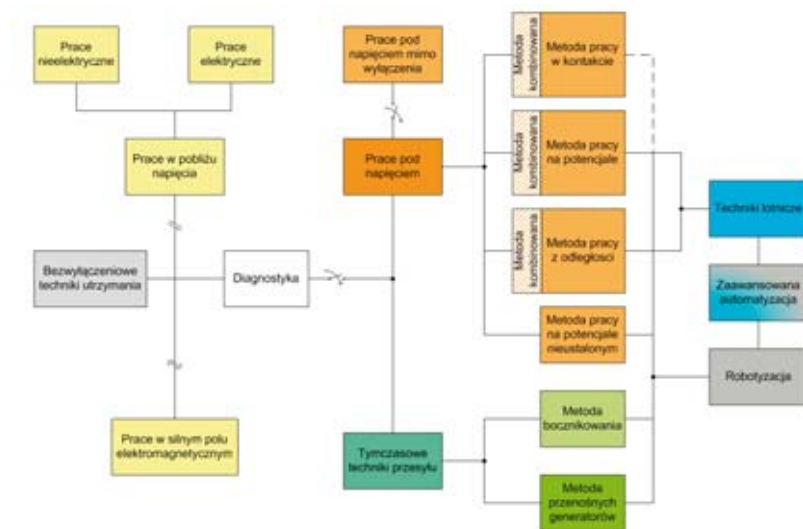


Każdy użytkownik energii elektrycznej chciałby, aby jej dostaw nic nie zakłócało. Jeszcze można pogodzić się z awariami spowodowanymi przez siły wyższe, ale trudno zaakceptować wyłączenia jako takie z uwagi na uciążliwość i niedogodności, jakie z sobą niosą. Czasami zastanawiamy się, czy można nie wyłączać sieci i urządzeń? Otóż odpowiedź jest od wielu lat zaskakująca: wyłączenie nie tylko nie jest konieczne, ale w większości przypadków po prostu zbędne – nie zawsze dociera to do świadomości użytkowników. Jednak oczekiwania klientów są śledzone przez energetyków i coraz częściej sięgają oni po bezwyłączeniowe techniki utrzymania sieci i urządzeń. Nieco droższe wyposażenie i narzędzia niż tradycyjne dają zaskakujące rezultaty samym energetykom: poprawiają bezpieczeństwo pracy, efektywność gospodarczą i wbrew pozorom pozwalają utrzymywać racjonalne ceny.

O tym, że można nie wyłączać energetycy z całej Europy i niektórych krajów świata dzielił się swoim doświadczeniem na prestiżowej już dziewiątej konferencji ICOLIM, która odbyła się rok temu w Toruniu. Dotychczasowe konferencje (w dwuletnich odstępach) odbyły się wcześniej w Rumunii, Czechach, Niemczech, Hiszpanii, Portugalii, Włoszech, Francji i na Węgrzech. Polskie doświadczenia nie są zbyt rozległe, ale dzięki bogactwu zagranicznych zastosowań zakreszony został szeroki horyzont możliwości w eksploatacji, modernizacji i rozwoju sieci. Obejmuje on wszystkie poziomy napięcia do 750 kV włącznie, wszystkie typy urządzeń i sieci, zarówno przesyłowej jak i dystrybucyjnej oraz wszelkich urządzeń elektrycznych stosowanych w przemyśle.

W dotychczasowym doświadczeniu na świecie, w krajach UE, a także w Polsce bezwzględniowa technika utrzymania sieci, instalacji i urządzeń elektroenergetycznych i elektrycznych jest jedną z najbardziej interesujących dziedzin umożliwiających stałą poprawę jakości zasilania. Sprzęt, narzędzia i wyposażenie osobiste do stosowania tej techniki rozpowszechnionej jako prace pod napięciem spełniają ostre wymagania mechaniczne i elektryczne. Akty prawne obowiązujące w Polsce zezwalają na ich zastosowanie w energetyce zawodowej i przemysłowej, sprzyjając jednocześnie wypełnianiu Prawa energetycznego, które zachęca do racjonalnego i oszczędnego zużycia paliw lub energii przy zachowaniu niezawodności współdziałania z siecią; bezpieczeństwa obsługi i otoczenia po spełnieniu wymagań ochrony środowiska – to wszystko zawiera omawiana technika.

Rozległość osiągnięć w tej technice najłatwiej prześledzić wg klasyfikacji zaproponowanej przez Autora, która życzliwie została przyjęta przez gremia międzynarodowe. Ta hermetyczna dziedzina z uwagi nie tylko na specjalistyczne techniki, technologie, wymaga wysokich kwalifikacji personelu popartych



Rys. 1. Klasyfikacja metod eksploatacji sieci elektroenergetycznej bezwzględniowymi technikami utrzymania (autorska)

szkoleniem wzbogacającym wiedzę, umiejętności osiągniętych ćwiczeniami na specjalistycznych poligonach oraz doświadczenie utrwalone dzięki specjalnemu stopniowemu procesowi pogłębiania nauczania i okresowego jego sprawdzania. Techniki te dzięki temu są praktycznie bezwypadkowe. Zapewne wpływa na to świadomość obecności napięcia mobilizująca do ciągłej uwagi i ostrożności, czego nie obserwuje się w technikach bazujących na wyłączaniu urządzeń.

Dla prezentowanej klasyfikacji zarysowane zostaną polskie technologiczne osiągnięcia ostatnich lat i możliwości wynikające z praktyki zagranicznej.

Bezwzględniowe techniki utrzymania sieci elektroenergetycznych prezentowane na schemacie (rys. 1) można podzielić na prace w pobliżu napięcia np. prace prowadzone na skrzyżowaniach linii z budowanymi autostradami, prace pod napięciem i tymczasowe techniki przesyłu, które stosuje głównie energetyka zawodowa na swoich urządzeniach służących bezprzerwowej dostawie energii elektrycznej i energetyka przemysłowa, aby nie zatrzymywać procesów produkcyjnych. Uzupełnieniem tych technik jest diagnostyka można rzecz

„bezdotykowa” i techniki zaawansowane technologicznie np. roboty do napraw sieci.

W technice prac pod napięciem bezpośrednio do napraw sieci stosuje się kilka metod, których nazwy zaczerpnięto z polskich norm terminologicznych:

### ■ Metoda pracy „w kontakcie”

Łatwość wykonywania prac, stosunkowo mało skomplikowana budowa narzędzi oraz materiałów izolacyjnych sprawiają, że metoda ta znajduje powszechne zastosowanie w sieciach do 1 kV to jest: w liniach napowietrznych z przewodami gołymi lub izolowanymi, w liniach kablowych i urządzeniach rozdzielczych. W ograniczonym zakresie metoda ta może być stosowana na urządzeniach od 1-30 kV. Jej bezpieczeństwo zapewniają w głównej mierze rękawice i rękawy dielektryczne przeznaczone do napięć do 36 kV. Praktycznie wszystkie czynności obsługowe na wszystkich typach urządzeń do 1 kV można wykonać pod napięciem np. powszechnie w kraju stosowane są podłączenia elektryczne nowo dodawanych budynków mieszkalnych.

### ■ Metoda pracy „z odległości”

Metoda „z odległości” polega na wykonaniu pracy pod napięciem za pomocą narzędzi umieszczonych na drążkach izolacyjnych. Metoda ta znajduje zastosowanie głównie w sieciach średnich (1-30kV) i wysokich napięć (powyżej 30 kV). Stosowana jest przy konserwacji urządzeń elektrycznych pod napięciem na stacjach ŚN oraz w liniach napowietrznych ŚN do przyłączania odgałęzień, konserwacji odłączników i wymianie izolacji przy użyciu drążków izolacyjnych oraz w liniach niskiego napięcia do trwałego odłączenia odgałęzienia, przyłącza przez odcięcie przewodów. Umiejętne posługiwanie się tą metodą może być wykorzystane także przez służby ratownicze, które bez oczekiwania na przyjazd pogotowia energetycznego mogą skutecznie rozpocząć akcję ratowniczą wymagającą uwolnienia obiektu od napięcia (np. specjalistycznie przeszkoleni strażacy). W kraju zastosowanie tej techniki ma ograniczony zasięg, ostatnio próbuje się rozpowszechnić m.in. podłączanie odgałęzień za pomocą drabin przystawnych do słupów. Natomiast za granicą metoda ta jest z powodzeniem stosowana do poziomu 110 kV, a nawet 345 kV – do wymiany uszkodzonych izolatorów.

### ■ Metoda pracy „na potencjale”

Metoda pracy „na potencjale” polega na odizolowaniu pracownika od potencjału ziemi i innych potencjałów niż on sam przyjął. Warunek ten może być spełniony w liniach napowietrznych i stacjach najwyższych napięć, gdzie odległości pomiędzy przewodami różnych faz oraz pomiędzy częściami linii posiadającymi różne potencjały są wystarczająco duże. Odizolowanie osiąga się na różne sposoby najczęściej są to podnośniki z ramieniem izolacyjnym, drabiny i wieże, kładki i żurawiki izolacyjne; często do zapewnienia odstępów izolacyjnych stosuje się izolatory kom-

pozytowe i liny izolacyjne. Pracownicy z powodu silnego pola elektromagnetycznego stosują specjalne przewodzące (prąd elektryczny) ubiory tworzące klatkę Faraday'a.

Rzadziej stosowane są dwie inne metody:

### ■ Metoda pracy „kombinowana”

Metoda ta polega na realizowaniu czynności składających się na zabieg eksploatacyjny wg zasad pracy metodami: w kontakcie, z odległości i na potencjale. Metoda ta polega na wykorzystaniu elementów trzech różnych metod (w dowolnej kolejności i kombinacji) w jednym procesie pracy. Najczęściej stosowana jest w sieci średniego napięcia przy użyciu podnośników z ramieniem izolacyjnym w celu efektywnego wykorzystania czasu pracy.

### ■ Metody pracy „z potencjału nieustalonego”

Metoda stosowana głównie w sieci przesyłowej. Jej podstawową zaletą jest możliwość użycia krótszych drążków izolacyjnych, niż w metodzie pracy z odległości.



Wymiana przewodów na linii 220 kV pod napięciem przez brygadę Etlz z Olsztyna - trening

Obie opisane metody najczęściej wykorzystuje się przy wymianie izolatorów.

Prace pod napięciem wg ww. pięciu metod można zastosować także podczas mimowolnego wyłączenia sieci (lub nawet wyłączenia celowego), gdyż technika tradycyjna z użyciem sprzętu do uziemiania jest mniej bezpieczna.

Drugim ważnym obszarem zastosowań są tymczasowe techniki przesyłowe. Składają się na nie różne typy bocznikowania i użycie przenośnych generatorów i/lub przewoźnych pól. Metody te znane są z dotychczasowych rozwiązań stosowanych w stanach po wyłączeniu np. stacje przesyłowe wyposażane są w Polsce w tzw. szyny, mosty obejściowe, a urządzenia niższych napięć w róż-

Tab. 1. Możliwości realizacji prac bezwyłączeniowymi technikami utrzymania urządzeń elektroenergetycznych

Metoda/obiekt	Urządzenia elektroenergetyczne i elektryczne					
	Sieć dystrybucyjna			Sieć przesyłowa		
	instalacje	sieć przemysłowa				
	do 1 kV	1-30 kV	110 kV	220 kV	400 kV	750 kV
Praca w pobliżu napięcia	+	+	+	+	+	+
Diagnostyka	+	+	+	+	+	+
Prace pod napięciem	+	+	+	+	+	+
Tymczasowe techniki przesyłu	+	+	+	+	+	+
Techniki lotnicze	-	-/+	+	+	+	+
Robotyzacja i zaawansowana automatyzacja	+	+	+	+	+	+

nego typu by-passy serwisowe. W bezwyłączeniowych technikach utrzymania boczniki są stosowane zarówno do aparatury stacyjnej nawet 400 kV, umożliwiając ich przeglądy, naprawy, jak i linii napowietrznych przesyłowych ułatwiają np. wymianę mostków. Na niższych poziomach napięcia stosuje się przenośne linie kablowe podpinane i odpinane w trakcie pracy lub stosowane z wykorzystaniem bardzo krótkich przerw. Użycie przenośnych generatorów znane przede wszystkim z agregatów prądotwórczych służy jako podstawa budowy systemów zasilania gwarantowanego uzupełnianego bateriami akumulato-

na czas niezbędnych prac.

Zastosowanie metod prac pod napięciem w sieciach o różnych poziomach napięć zaprezentowano tabelarycznie (tab. 1).

Na zakończenie nieco o problematyce dynamicznie na świecie rozwijającej się robotyzacji, która jest zagadnieniem mało znanym, choć rozwijanym od ćwierć wieku.

Doświadczenia krajów europejskich: Hiszpanii, Francji, Włoch oraz krajów z innych kontynentów: USA, Kanady, Japonii, Brazylii czy Argentyny wskazują, że jest to nowa interesująca dziedzina, której pierwsze zastosowania dają wy-



Fot. B. Dudek

rów. Na świecie metody przenośnych generatorów i przewoźnych pól mają znacznie szersze spektrum zastosowań. Wśród interesujących zastosowań są tymczasowe linie, których posadowienie nie wymaga fundamentów, a ustawienie słupa 400 kV nie zajmuje więcej niż jedną godzinę. Takie linie dodatkowo stanowią w niektórych krajach systemowe rozwiązanie przywracania zasilania po rozległych awariach. Zamiast wyłączeń do prac planowych dłużej trwających wykorzystuje się takie linie przerzucając zasilanie na inne obwody lub przewoźne generatory, unikając braku dostaw

mierne korzyści energetyczne. Podobnie zastosowanie technik lotniczych, stosowanych przez lata w energetyce jako cenne uzupełnienie technik budowlanych, od 1994 r. jest sukcesywnie rozwijane w zakresie regularnych inspekcji zwłaszcza sieci przesyłowej, jej diagnostyki; w celach projektowych, a także wspomaganie procesów eksploatacji. Ostatnio oprócz tradycyjnych śmigłowców przygotowuje się zastosowanie małych bezzałogowych wersji (krajowe rozwiązanie prezentowano na krajowej konferencji prac pod napięciem w Gdańsku w 2007 r.). Uzupełnieniem tych technik



Fot. B. Dudek

jest zespolenie ich zalet w metodę zaawansowanej automatyzacji prezentowanej na konferencjach ICOLIM np. w postaci śmigłowców z automatami do zakładania kul ostrzegawczych na przewodach linii elektroenergetycznych lub z tnącymi głowicami do obcinania gałęzi i przycinania roślinności zagrażającej pracy linii.

W ostatnich latach interesujące technologie wprowadzane w kraju to wymiana przewodów odgromowych na przewody typu OPGW (ze światłowodem) oraz malowanie konstrukcji wsporczych czynnych linii.

Bezwyłączeniowe techniki stosuje od wielu lat kolej naprawiając sieć trakcyjną prądu stałego specjalnymi zestawami wagonów, a niektóre technologie prac pod napięciem (np. czyszczenia urządzeń zabrudzonych) są stosowane w wielu zakładach przemysłowych, w tym hutach i rozpatruje się ich zastosowanie w niektórych kopalniach.

Polski elektryk chcący pracować za granicą ze specjalnością prac pod napięciem łatwiej znajdzie pracę przy eksploatacji, a nasza energetyka musi być otwarta (nie dyskryminująca) dla tego rodzaju specjalizacji zawodowej zdobywanej w większości europejskich energetyk. To rzadkość, aby nowoczesne technologie dawały tak wszechstronne korzyści, ale ich zastosowanie w kraju było aż tak ostrożne i powolne.

□