

Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

IV Konferencja

Stacje Elektroenergetyczne WN/SN i SN/nN

Temat referatu:

Niezawodność i bezpieczeństwo pracy prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nN

- 1. Optymalne warunki pracy dla transformatora, rozdzielnic, kabli
i innych urządzeń zamontowanych w stacji transformatorowej.**
 - rola i zadania wentylacji grawitacyjnej,
 - klasa obudowy – badania laboratoryjne.

- 2. Bezpieczeństwo obsługi i osób postronnych.**
 - odporność na skutki wyładowania łukowego.

Autor :

Marian Pietrzyk
Prezes Zarządu
„EL-Q” sp. z o.o.
ul. Jagiellońska 81/83
42-200 Częstochowa

1. Tytułem wstępu - funkcje i status prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nN.

Prefabrykowane, kontenerowe stacje transformatorowe SN/nN od wielu lat stanowią stały element krajobrazu gęsto zabudowanych aglomeracji miejskich, przedmieść, centrów handlowych, a nawet terenów pozamiejskich, gdzie do niedawna dominowały stacje słupowe i wieżowe. Stacje prefabrykowane wypierają powoli także wolnostojące stacje murowane, a w procesie realizacji nowych inwestycji stanowią jedyną alternatywę dla bloków energetycznych umieszczanych wewnątrz obiektów budowlanych.

Z technicznego punktu widzenia funkcją stacji transformatorowej SN/nN jest oczywiście transformacja energii elektrycznej ze średniego na niskie napięcie i rozdział tej energii w sposób determinowany konfiguracją sieci niskiego napięcia, z zachowaniem warunków technicznych określonych stosownymi przepisami.

W procesie projektowania i produkcji stacji prefabrykowanych, zapewnienie realizacji określonej uprzednio funkcji transformacji i rozdziału nie nastręcza większych problemów. Istotę zagadnienia stanowi natomiast problem zadośćuczynienia wymaganiom bezpieczeństwa obsługi, osób postronnych i środowiska naturalnego, związany ze statusem prefabrykowanej stacji transformatorowej, która w świetle obowiązujących przepisów stanowi **budowlę** infrastruktury technicznej.

Bierze się to stąd, że stacje prefabrykowane instalowane są najczęściej w środowisku wysoce zurbanizowanym, a to tworzy tendencje do ograniczania ich gabarytów, ponieważ na takich obszarach liczy się każdy zaoszczędzony metr kwadratowy terenu. Jednocześnie ze strony inwestorów stawiane są coraz wyższe wymagania, odnośnie niezawodności pracy oraz bezpieczeństwa obsługi i osób postronnych.

Pogodzenie tych przeciwstawnych tendencji, wymaga od projektantów nowoczesnego spojrzenia na problematykę optymalizacji warunków pracy urządzeń, instalowanych w ograniczonej kubaturze prefabrykatu stacyjnego, a od producentów – dodatkowych nakładów na badania gwarantujące rzetelną ocenę uzyskanych efektów optymalizacji, która bezpośrednio lub pośrednio wpływa na rzeczywisty poziom bezpieczeństwa wyrobu wprowadzanego na rynek.

Zasady budowy prefabrykowanych stacji transformatorowych ujęte zostały w roku 1995 w europejskiej normie IEC 1330, która przetłumaczona na język polski i oznaczona jako PN-EN 61330, stanowiła przez wiele lat nie tylko zbiór wytycznych niezbędnych przy projektowaniu i produkcji stacji kontenerowych, ale przede wszystkim ściśle określała próby i badania laboratoryjne, którym muszą sprostać konstrukcje stacyjne. Od 2007 roku obowiązuje nowa norma, oznaczona jako PN-EN 62271-202:2007, która zaostrza wymagania związane z badaniami laboratoryjnymi, stawiając następny krok w kierunku większego bezpieczeństwa i niezawodności prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nN.

Analizując niebezpieczeństwa, na jakie narażone są urządzenia wewnętrzne stacji transformatorowej oraz jakie zagrożenia stwarza stacja dla otoczenia, można postawić tezę, iż :

Najważniejszym parametrem prefabrykowanej stacji transformatorowej jest jej klasa obudowy.

1. Optymalne warunki pracy dla transformatora, rozdzielnic, kabli i innych urządzeń zamontowanych w stacji transformatorowej.

Tworzenie najkorzystniejszych warunków pracy aparatów i urządzeń wewnętrznych to zadanie dla obudowy stacji transformatorowej.

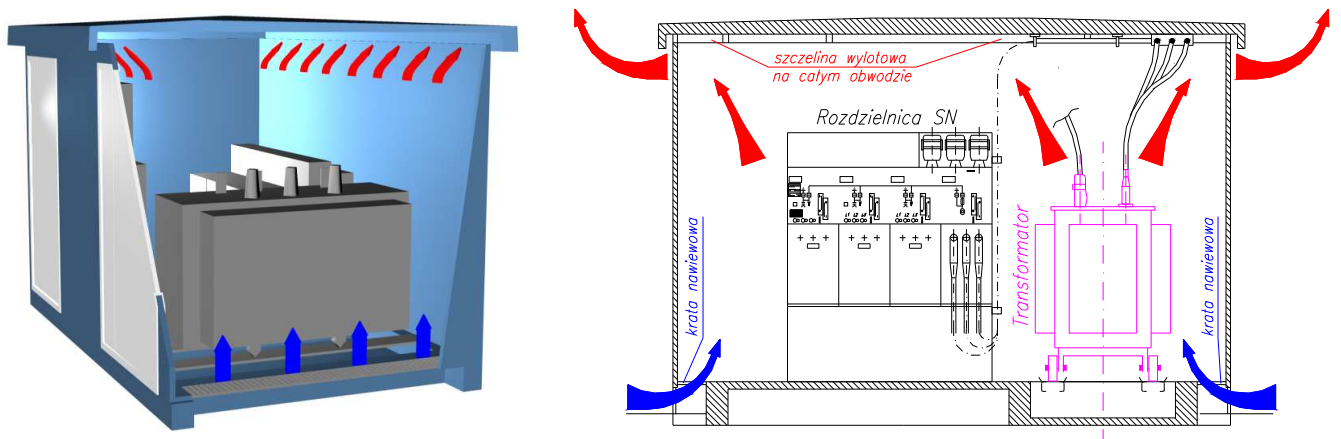
Źródłem zagrożeń mogą tu być : wilgoć, zanieczyszczenia, a przede wszystkim zbyt wysoka temperatura.

W praktyce oznacza to konieczność utrzymywania określonych przepisami przyrostów temperatury w stacji, niezależnie od ilości ciepła emitowanego przez transformator pracujący w zmiennych warunkach obciążeniowych.

Przekroczenie wewnątrz stacji temperatury dopuszczalnej jest przyczyną znacznego skrócenia żywotności nie tylko samego źródła emisji ciepła, transformatora, ale także wielu elementów pozostałego wyposażenia tj. rozdzielnic SN i nN, a nawet kabli. Powstają uszkodzenia połączeń wewnątrz transformatora, szybciej starzeje się izolacja uzwojeń i kabli, przyspieszeniu ulega proces rozszczelniania baniek z SF₆, w wyniku zmian objętości i starzenia się uszczeltek. Zjawiska te stają się, w dłuższym

okresie eksploatacji obiektu, potencjalnym źródłem awarii urządzeń i aparatów elektrycznych najbardziej wrażliwych na podwyższoną temperaturę pracy i otoczenia. Jedynym, radykalnym środkiem zapobiegania skutkom nadmiernego wzrostu temperatury wewnątrz stacji jest zastosowanie wydajnego układu wentylacji.

Zgodnie z normą PN-EN 62271-202:2007 „Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie” (zastępuje PN-EN 61330) w obiektach tych należy stosować system wentylacji grawitacyjnej naturalnej, a jej wydajność decyduje, w procesie wykonywania prób typu, o zakwalifikowaniu obudowy stacji do jednej z tzw. **klas obudowy** określanej liczbami od 5 (najlepsza) do 30 (nieodpowiednia dla stacji transformatorowych).



Rys. 1. Niezawodny system wentylacji grawitacyjnej o bardzo dużej skuteczności stosowany w najnowocześniejszych stacjach transformatorowych.

Widoczny na rys. 1 system wentylacji grawitacyjnej, bez krat wentylacyjnych w ścianach obudowy, pozwala uzyskać potwierdzoną badaniami laboratoryjnymi klasę obudowy 5, (przyrosty temperatur poniżej 5°K) w obiektach z transformatorami o mocy do 1000kVA włącznie. Różnice przyrostów temperatury obciążonego nominalnie transformatora, ustawionego poza stacją i w stacji, przy takim systemie wentylacji, osiągają poziom 2,7°K dla jednostki o mocy 630kVA i 3,4°K dla mocy 1000kVA.

Rozwiązanie to umożliwia stabilne utrzymywanie optymalnej temperatury wewnątrz stacji bez stosowania **zawodnego wspomaganie mechanicznego**, dzięki czemu wyroby zachowują charakter obiektów bezobsługowych w całym okresie ich eksploatacji.

Wydajny system wentylacji grawitacyjnej przeciwdziała skutecznie zawilgoceniu wnętrza stacji, co może być powodem korozji, a nawet zwarć na skutek skraplania się wilgoci na nieizolowanych elementach przewodzących.

Skuteczne przewietrzanie pomieszczenia stacyjnego zapobiega również osadzaniu się kurzu oraz innych drobnych zanieczyszczeń na transformatorze i pozostałych urządzeniach, które to zjawiska stwarzają zagrożenie przebicia części czynnych w stacji.

2. Bezpieczeństwo obsługi i osób postronnych.

Największe zagrożenie, jakie stwarza stacja transformatorowa dla obsługi i osób postronnych mogących znajdować się bezpośrednio w jej otoczeniu, związane jest z wyładowaniem łukowym wywołanym przez zwarcie wewnętrzne.

Norma PN-EN 62271-202:2007 włącza próbę badania stacji transformatorowej w warunkach łuku wewnętrznego do obligatoryjnych badań typu.

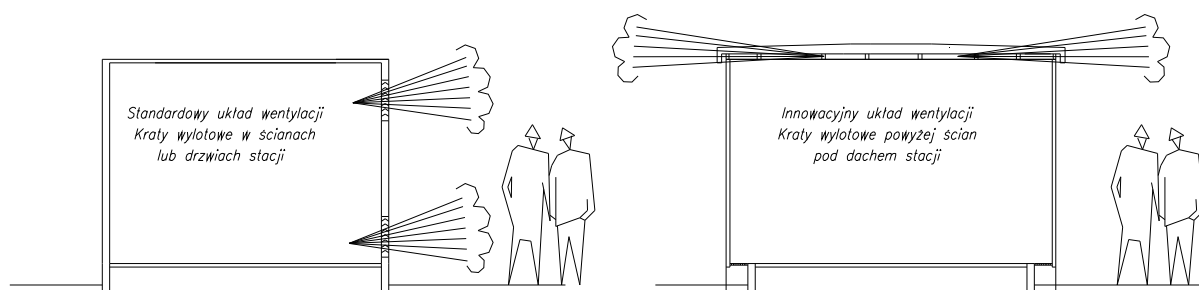
Próbie przeprowadza się zgodnie z dwoma rodzajami dostępu do obudowy stacji :

Rodzaj A – otwarte drzwi stacji z obsługą rozdzielnic z zewnątrz, dostęp do obudowy ma tylko personel wykwalifikowany. Oznaczenie próby: IAC-**A**-16kA-1s (wartość prądu 16kA jest najczęściej obecnie stosowaną, a czas 1s jest wymagany przez normę). Aby ta próba miała wynik pozytywny, w stacji musi być zabudowana rozdzielnica SN wykonana w specjalnej wersji łukochronnej, znacznie droższej od standardowej i niezwykle rzadko stosowanej.

Rodzaj B – wszystkie drzwi stacji zamknięte, obudowa ogólnie dostępna, w tym również dla osób postronnych. Oznaczenie próby: IAC-**B**-16kA-1s. Ten rodzaj dostępu obciąża odpowiedzialnością za bezpieczeństwo otoczenia tylko obudowę stacji, rozdzielnice nie muszą być łukochronne.

Podczas próby oddającej wiernie możliwy przypadek rzeczywisty, w środku stacji następuje wyładowanie łukowe uwalniające energię porównywalną do eksplozji 1kg trotylu. Obudowa stacji wraz z drzwiami i kratami wentylacyjnymi musi tę energię

wytrzymać mechanicznie, pozwalając jednocześnie na uwolnienie dużych ilości niebezpiecznych gazów, będących produktem palącego się łuku. I tu ogromne znaczenie ma system wentylacji grawitacyjnej. Dzięki jego dużej wydajności, rozładowane zostaje ogromne ciśnienie wybuchu, a otwory wylotowe umożliwiają wydobyć się gorących gazów, obniżając temperaturę wewnątrz stacji i tym samym łagodząc skutki wyładowania. Jeśli elementy systemu wentylacyjnego (otwory wlotowe i wylotowe) zostaną przydławione (kurtyny ppoż., wentylatory, labirynty) w zakresie prędkości przepuszczania, skutkować to będzie brakiem możliwości natychmiastowego obniżenia ciśnienia wybuchu. Otrzymujemy wtedy sytuację wykraczającą poza warunki próby zawarte w normie (brak korytarza umożliwiającego rozprężenie ciśnienia wyładowania). Wtedy stacja, w momencie zwarcia wewnętrznego, stanowi układ nieoznaczony, czyli absolutnie nieprzewidywalny. Przeprowadzenie badań na takim układzie absolutnie nie daje żadnej pewności, co do powtarzalności wyników w następujących sytuacjach awaryjnych. Obudowa może nie wytrzymać mechanicznie energii zwarcia, a uszkodzone elementy (drzwi, kraty wentylacyjne, wentylatory) stanowią ogromne zagrożenie dla otoczenia stacji transformatorowej.



Rys. 2. Porównanie wyrzutu gazów po wyładowaniu łukowym w stacjach o dwóch różnych systemach wentylacji.

Powyższy rysunek obrazuje, jak istotną rolę odgrywa system wentylacji grawitacyjnej nie tylko w aspekcie swojej skuteczności, ale również z uwagi na bezpieczeństwo osób mogących się znaleźć w bezpośrednim otoczeniu stacji podczas awarii. Umieszczenie otworów wylotowych wysoko ponad głowami przechodniów (rysunek prawy) jest zdecydowanie bezpieczniejsze, niż spotykany jeszcze do dzisiaj standard krat wentylacyjnych w ścianach, lub drzwiach stacji (rysunek lewy).

3. Podsumowanie.

Postawiona we wstępie teza o priorytetowym znaczeniu klasy obudowy stacji transformatorowej dla jej niezawodności pracy i zapewnienia bezpieczeństwa dla otoczenia okazała się, w świetle przedstawionych powyżej argumentów, jak najzupełniej słuszna. Prefabrykowane stacje transformatorowe należy traktować i analizować w absolutnej zgodzie z ich przeznaczeniem, rolą i realnym zagrożeniem, jakie mogą stanowić dla otoczenia. Unifikowanie stacji transformatorowych z pozostałymi obiektami budowlanymi w myśl uniwersalnych, wygodnych przepisów i rozporządzeń musi po jakimś czasie doprowadzić do tragedii.

Teraz jest pora, aby temu zapobiec.