

III Konferencja Naukowo – Techniczna  
Stacje Elektroenergetyczne WN/SN i SN/nN

**REFERAT**

Temat : „Nowe rozwiązania konstrukcyjne stacji elektroenergetycznych SN/nN”

Myśl przewodnia : „Bezpieczeństwo obsługi, osób postronnych oraz niezawodność stacji transformatorowych w procesie ich eksploatacji, jako wynik optymalizacji warunków pracy komponentów stacyjnych, na przykładzie nowych rozwiązań EL-Q sp. z o.o.”

## 1. Referencje autora rozwiązań – firmy EL-Q.

Jako samodzielny podmiot gospodarczy, firma weszła na krajowy rynek producentów z pokaźnym bagażem doświadczeń w zakresie projektowania i wykonawstwa elektroenergetycznych urządzeń rozdzielczych średniego i niskiego napięcia, sięgających połowy lat siedemdziesiątych, kiedy to stanowiła wydział produkcyjny Zakładu Energetycznego Częstochowa.

W latach osiemdziesiątych ukształtował się nowatorski charakter firmy. Podjęto wówczas szereg działań, istotnych dla unowocześnienia produkcji urządzeń rozdzielczych w kraju, a mianowicie:

- opracowano i wdrożono do produkcji pierwszą w kraju kontenerową stację transformatorową SN/nN MKb w obudowie blaszanej
- zainicjowano, wspólnie ze ZWAR Lębork, opracowanie małogabarytowych rozłączników SN, które pojawiły się wkrótce na rynku pod handlową nazwą OR4 i OR5,
- podjęto ścisłą współpracę z ENERGOPROJEKTEM Poznań, której pierwszymi owocami były małogabarytowe celki SN typu Mm20.

Ostatnie piętnastolecie działalności to przede wszystkim opracowywanie i wdrażanie własnych koncepcji rozwiązań dla urządzeń prefabrykowanych, zwłaszcza stacji transformatorowych SN/nN:

- po raz pierwszy w kraju, zastosowano w kontenerowej stacji transformatorowej rozdzielnicie SN w izolacji SF<sub>6</sub> (stacja ELQUSIM).
- zainicjowano przeprowadzanie badań typu, prefabrykowanych stacji transformatorowych, które podjął Instytut Energetyki w Warszawie,
- opracowano technologię produkcji prefabrykowanych stacji transformatorowych w obudowach betonowych, chronioną patentem w Urzędzie Patentowym RP i wdrożono je do produkcji,
- uzyskano pierwsze w kraju Certyfikaty Zgodności z Normą PN-EN 61330 na produkcję i sprzedaż prefabrykowanych stacji transformatorowych, wydane przez Instytut Energetyki w Warszawie.

## 2. Rodzina stacji SOLAR – jako przykład nowych rozwiązań konstrukcji stacji elektroenergetycznych SN/nN

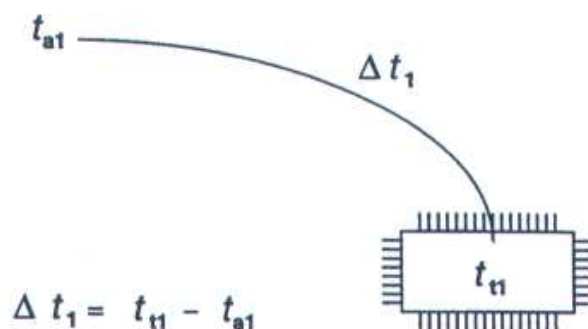
### 2.1 System wentylacji grawitacyjnej

Zgodnie z normą PN-EN 61330:2001, pkt 4.11 i jej tegoroczną aktualizacją PN-EN 62271-202 pkt 4.10.2, parametrem określającym jakość obudowy stacji transformatorowej jest :

#### **klasa znamionowa obudowy,**

której wielkość (5,10,20,30) oznacza wyrażoną w [°K] różnicę przyrostu temperatury oleju transformatorowego i uzwojeń podczas obciążenia nominalnego transformatora pracującego w stacji i poza stacją.

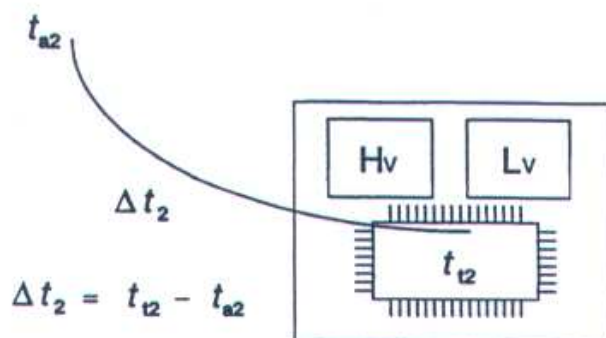
Rysunki obrazują sposób pomiaru i ustalania powyższego parametru.



gdzie

- $t_{a1}$  jest temperaturą otoczenia w pomieszczeniu probierczym
- $t_{t1}$  są temperaturami transformatora mierzonymi zgodnie z IEC 76-2;
- $\Delta t_1$  jest przyrostem temperatury transformatora na zewnątrz obudowy.

**Rysunek 1 – Pomiar przyrostu temperatury transformatora w otaczającym powietrzu:  $\Delta t_1$  (według podrozdziału 6.2)**



gdzie

- $t_{a2}$  jest temperaturą otoczenia w pomieszczeniu laboratorium;
- $t_{t2}$  są temperaturami transformatora mierzonymi zgodnie z IEC 76-2;
- $\Delta t_2$  jest przyrostem temperatury transformatora wewnątrz obudowy.

Kryteria akceptacji:  $\Delta t \leq 10$  K, 20 K lub 30 K

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

Klasa 10 :  $\Delta t \leq 10$  K

Klasa 20 :  $\Delta t \leq 20$  K

Klasa 30 :  $\Delta t \leq 30$  K

**Rysunek 2 – Pomiar przyrostu temperatury transformatora wewnątrz obudowy:  $\Delta t_2$  (według podrozdziału 6.2)**

Stwarza to optymalne warunki pracy dla komponentów stacyjnych, czyli transformatora, rozdzielnic SN, nN, połączeń kablowych oraz urządzeń peryferyjnych, takich jak baterie kondensatorów, liczniki energii elektrycznej i inne.

Odporna na skutki wewnętrznego wyładowania łukowego obudowa stacji z trzema pełnymi ścianami bez otworów wentylacyjnych zapewnia bezpieczeństwo dla osób postronnych i obiektów stojących w jej bezpośrednim otoczeniu.

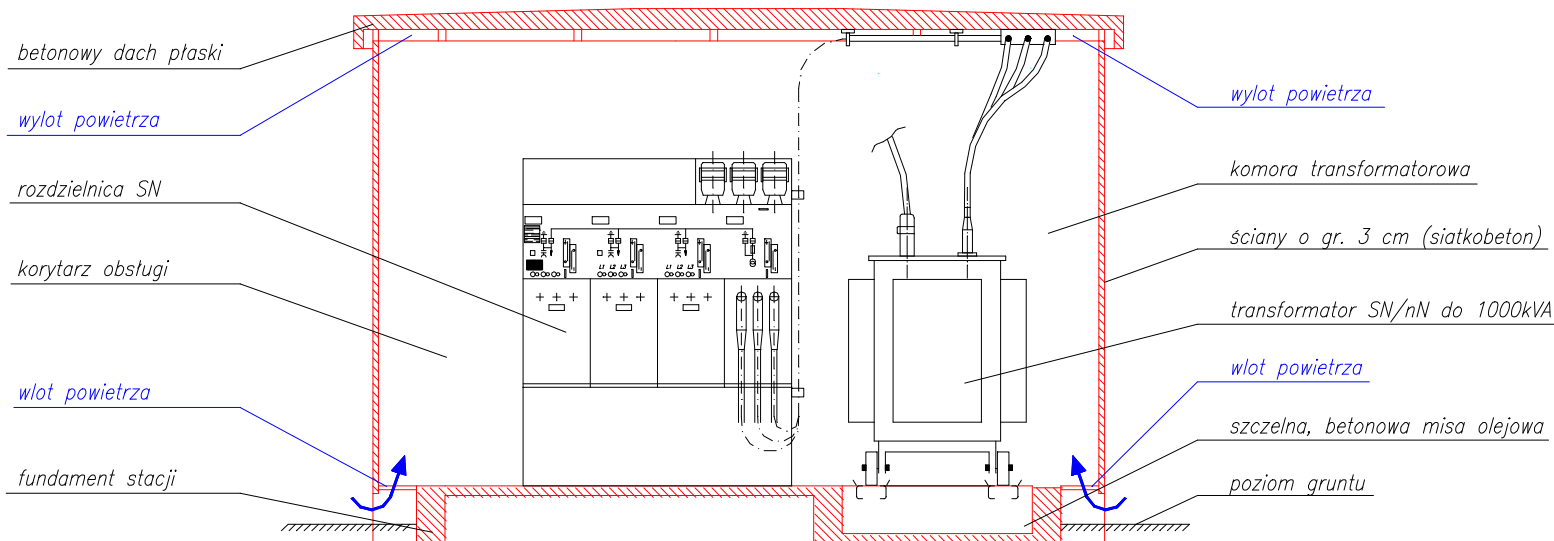
Jednocześnie pkt 5.5.1.5 normy PEN-EN 61330:2001 oraz pkt 5.5.1 normy PN-EN 62271-202 określa sposób wentylacji stacji transformatorowej:

**„Stacja transformatorowa prefabrykowana powinna być chłodzona naturalną wentylacją”**

Spełnienie wymienionych powyżej obu warunków stanowi nie lada wyzwanie dla konstruktorów, szczególnie w obecnym czasie, gdy stacje transformatorowe obsługują jednostki transformatorowe często o mocy 1000kVA.

Stało się to jednak możliwe, dzięki analizie materiałów ze wspomnianych uprzednio wieloletnich badań typu stacji, prowadzonych przez Instytutu Energetyki. Na ich podstawie wprowadzono w konstrukcji rodziny stacji SOLAR gruntowne zmiany sposobu chłodzenia, uzyskując niezwykle wydajny system wentylacji grawitacyjnej typu kominowego, chroniący w 100% aparaturę rozdzielczą przed przegrzaniem ciepłem emitowanym wewnątrz obiektu.

Opracowane rozwiązanie obrazuje przykładowy przekrój pionowy stacji SOLAR, w której zastosowano je po raz pierwszy.



Podczas badań laboratoryjnych próby nagrzewania, w stacji SOLAR wystąpiły przyrosty temperatury ( $t-t_0$ ) w wysokości zaledwie **2,7° K** dla transformatora 630kVA i **3,4° K** dla transformatora 1000kVA.

**Są to najniższe, ze znanych z literatury tematu, przyrosty temperatury dla obiektów tego typu produkowanych w Europie.**

Powyższa próba nagrzewania pozwoliła na określenie klasy obudowy na poziomie 10K, a według nowych norm, jest to klasa 5K.

Tak niskie przyrosty temperatury mają bardzo duże znaczenie praktyczne. Niski poziom ciepła emitowanego wewnątrz stacji transformatorowej stwarza optymalne warunki dla pracy jej komponentów.

**Żywotność rozdzielnic SN i nN, połączeń kablowych, baterii kondensatorów, jak i samego transformatora jest w takich warunkach maksymalnie wydłużona.**

Tym sposobem stworzone zostały realne warunki dla praktycznej realizacji przytoczonej powyżej „Myśli przewodniej „firmy EL-Q.

Kominowy system wentylacji grawitacyjnej polega na tym, że wloty powietrza zlokalizowane są w podłodze stacji, a wyloty pod dachem. Dzięki temu stacja transformatorowa jest pozbawiona krat wentylacyjnych w ścianach. Otwory drzwiowe umieszczone są tylko na ścianie frontowej, a pozostałe trzy ściany stacji są pełne, co bardzo korzystnie wpływa na możliwości lokalizacyjne obiektu w ciasnej zabudowie miast.

Brak krat wentylacyjnych ma bardzo istotny wpływ na bezpieczeństwo osób postronnych, które mogą znaleźć się w bezpośrednim sąsiedztwie stacji podczas wyładowania łukowego w jej wnętrzu. Badania laboratoryjne skutków łukowego takiego zjawiska w stacji SOLAR potwierdziły jej całkowite bezpieczeństwo dla osób postronnych, przy wewnętrznym wyładowaniu łukowym o wielkości prądu zwarcia 16kA/1s. Zjawisko to powoduje zawsze powstanie pewnej ilości gazów, które uwalniane są ze stacji poprzez otwory wentylacyjne. Podczas próby, wokół badanej stacji w odległości 10cm od jej osłon zewnętrznych, w miejscach gdzie może wystąpić wyrzut gazu, ustawiono ramy z poziomymi i pionowymi wskaźnikami wydmuchu. Po próbie nie stwierdzono wypaleń wskaźników, ani innych uszkodzeń stacji, co uwidocznione zostało na zdjęciu poniżej.



## 2.2. Inne możliwości wykorzystania Nowego systemu wentylacji

System wentylacji grawitacyjnej typu kominowego zastosowany został w najnowszym rozwiązaniu produkcji EL-Q – stacji transformatorowej **UniSolar 20/630**.

Ta stacja nie posiada wewnętrznego korytarza obsługi. Rozdzielnice SN i nN obsługiwane są z zewnątrz stacji. W tym przypadku, urządzenia wewnątrz stacji ustawione są bardzo blisko siebie, a zatem chłodzenie takiego układu jest znacznie trudniejsze, niż w przypadku stacji z wewnętrznym korytarzem obsługi.

Przeprowadzona w Instytucie Energetyki próba nagrzewania potwierdziła i w takim przypadku wyjątkową wydajność kominowego systemu wentylacji.

Stacja transformatorowa UniSolar, podczas badań laboratoryjnych, próby nagrzewania, uzyskała przyrosty temperatury ( $t-t_0$ ) zaledwie **3,5° K** dla transformatora 630kVA, czyli otrzymała **klasę obudowy 5K**.

Jest to bardzo ważna informacja dla projektantów i jednostek eksploatujących sieci elektroenergetyczne, bowiem powszechnie stosowane w nich napowietrzne stacje słupowe nie spełniają kryteriów bezpieczeństwa. Ich konstrukcja nie chroni osób postronnych przed dostępem do urządzeń znajdujących się pod napięciem, a same urządzenia, zamontowane w otwartej przestrzeni i nie osłonięte, stanowią potencjalne źródło zagrożenia dla środowiska, otoczenia i personelu ich obsługi.

W świetle przytoczonych wyników badań UNISTAT może stanowić **bezpieczny zamiennik dla stacji słupowych**



Prefabrykowana, betonowa stacja transformatorowa UNISTAT przystosowana jest do obsługi z zewnątrz. Przeznaczona do zasilania pojedynczego odbiorcy/grupy odbiorców z sieci napowietrznej lub kablowej średniego napięcia poprzez przyłącze/przyłącza kablowe. UNISTAT stanowi doskonały zamiennik dla stacji transformatorowych słupowych. Eliminuje zagrożenia charakterystyczne dla dotychczasowego rozwiązania. Stacja UNISTAT została wyposażona w wypróbowany, wysoce wydajny system wentylacji grawitacyjnej, pozwalający na wykonanie obudowy z trzema pełnymi ścianami. Daje to gwarancje pełnego bezpieczeństwa przeciwpożarowego, dzięki czemu UNISTAT może być lokalizowany na obszarze gęstej zabudowy mieszkalnej oraz na terenach przemysłowych.

### **2.3 Badania laboratoryjne - metodą weryfikacji nowych rozwiązań**

Każde wyprodukowane urządzenie, przed wprowadzeniem do produkcji seryjnej, poddawane jest w Instytucie Energetyki w Warszawie pełnym badaniom zgodności wyrobu z PN-EN 61330: 2001, a podstawą do jego wprowadzenia na rynek jest uzyskanie CERTYFIKATU ZGODNOŚCI, potwierdzającego wysoką jakość wyrobu, sposobu jego wytwarzania, bezpieczeństwo dla obsługi, otoczenia i środowiska naturalnego. Jest to procedura absolutnie konieczna dla innowacyjnych rozwiązań, znacznie odbiegających od dotychczas stosowanych.

Kominowy system wentylacji grawitacyjnej w stacjach transformatorowych nie posiada opracowań teoretycznych. Dlatego tak ważne jest sprawdzanie jego możliwości na drodze badań empirycznych - w odniesieniu do każdego nowego zastosowania..

Autor tego rozwiązania, spółka EL-Q, jako pierwszy w kraju producent branżowy, uzyskała dla stacji transformatorowej SOLAR 20/630 CERTYFIKAT ZGODNOŚCI z obowiązującymi normami, oznaczony numerem 001/2005.

Nastąpiło to po uzyskaniu ATESTU na wyrób i przeprowadzonym w firmie, przez Instytut Energetyki w Warszawie, audicie procesów technologicznych, handlowych i serwisowych. Obecnie EL-Q posiada już cztery CERTYFIKATY ZGODNOŚCI wydane przez Instytut Energetyki na produkcję wyrobów stanowiących najnowszą ofertę produkcyjną firmy.