



Janusz Ropa

Elektromontaż – Eksport SA Oddział w Lublinie

Czesław Karwat

Politechnika Lubelska, Katedra Urządzeń Elektrycznych i TWN

Aspekty ekologiczne pracy stacji transformatorowej SN/nn

Ochrona środowiska jest w chwili obecnej jednym z istotnych tematów poruszanych w kraju oraz na forum krajów Unii Europejskiej i całego świata. Wszelkie zagadnienia techniczne związane z nowymi technologiami wytwarzania i eksploatacji urządzeń rozpatrywane są w świetle polityki proekologicznej.

W tym zakresie szczególnego znaczenia nabierają zagadnienia wytwarzania energii elektrycznej, jej przesyłu oraz przetwarzania. Stacje transformatorowe SN/nn są jednym z ważnych ogniw wiążących w tym łańcuszku energetycznym, od momentu wytworzenia energii elektrycznej do momentu jej skonsumowania.

Obecnie aspekty techniczne ochrony środowiska w zakresie pracy i eksploatacji obiektów energetycznych takich jak stacje transformatorowe SN/nn regulują następujące normy i przepisy:

- PN-EN 62271-202:2007 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 202: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie [1];
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska*, Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 [2];
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. 2002 nr 217 poz. 1833 [3];
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2002 r. w sprawie wartości progowych poziomów hałasu. Dz. U. 02.08.81 z dnia 31 stycznia 2002r [4];
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75 poz. 690 [5];
- PN-EN 61330:2001. Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie [6].

Na rysunku 1 przedstawiono stację SN/nn, która spełnia wymagania normy [1] potwierdzone Certyfikatem Zgodności [8]

Ustawa i rozporządzenia [2 – 5] określają wymagania i wytyczne, jakie należy spełnić, aby zapewnić ochronę środowiska, a norma [1] przekłada to na konkretne wymagania w zakresie stacji transformatorowych SN/nn i obliguje producentów stacji do ich stosowania.

Zgodnie z wymienionymi normatywami należy uwzględnić poniższe wymagania.

1. **Stopień ochrony obudowy** [1]. Obudowa stacji transformatorowej powinna posiadać stopień ochrony co najmniej IP23D. W rzeczywistości stacje posiadają wyższy stopień

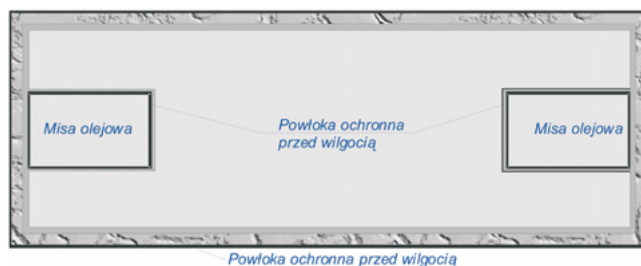


Rys. 1. Stacja transformatorowa STLmb-6 z widocznym fundamentem

ochrony, co najmniej IP43, a w niektórych przypadkach IP55. Ma to wpływ na bezpieczeństwo osób postronnych znajdujących się w pobliżu stacji oraz uniemożliwia przedostanie się ciała obcego. Obudowa chroni również przed przenikaniem do środka zanieczyszczeń oraz opadów deszczu i śniegu.

2. **Wytrzymałość obudowy stacji na mechaniczne narażenia** [1]. Obudowa powinna mieć dostateczną wytrzymałość mechaniczną i wytrzymywać następujące obciążenia i uderzenia:

- obciążenie dachu minimum 2500 N/m² (obciążenie lodem i śniegiem),
- oddziaływanie wiatru na obudowę (zgodnie z PN-EN 60694:2004) [9],
- zewnętrzne uderzenia mechaniczne z energią 20 J odpowiadające stopniowi IK10.



Rys. 2. Rzut z góry betonowego fundamentu stacji transformatorowej STLmb-6

3. Ochrona środowiska przed skutkami wewnętrznych uszkodzeń [1]. W przypadku wewnętrznych uszkodzeń prowadzących do wycieku niebezpiecznych cieczy (np. oleju z transformatora) powinny być podjęte odpowiednie środki zapobiegające zanieczyszczeniu gleby.

Dlatego też fundamenty stacji posiadają zbiorniki mieszczące 100% oleju transformatora (rys. 2) Same fundamenty zabezpieczone są specjalnymi ochronnymi powłokami malarskimi uniemożliwiającymi wchłanianie wilgoci przez beton.

Dodatkowym zabezpieczeniem chroniącym przed awaryjnym wyciekami oleju (np. przy pęknięciu zbiornika olejowego) z fundamentu, a jednocześnie uniemożliwiającym wniknięcie wód gruntowych i opadowych do fundamentu są przepusty kablowe typu PKL (rys. 3).

Przepusty te wykonywane są z dwóch tarcz metalowych, okrągłych z otworami, przez które przechodzi kabel. Między tarczami znajduje się gumowy wkład uszczelniający. Tarcze metalowe (ze stali nierdzewnej, diamagnetycznej) skręcane na obwodzie śrubami powodują ściśnięcie gumy, a tym samym uszczelnienie kabla oraz uszczelnienie przepustu względem betonowych ścianek fundamentu.

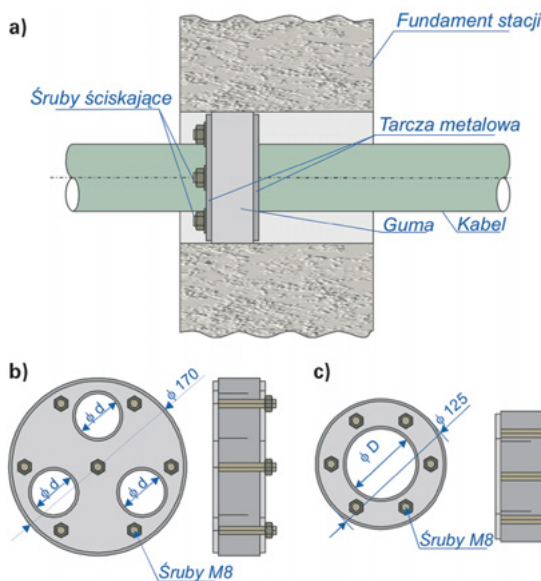
Zastosowano następujące rodzaje przepustów:

- przepusty $\varnothing 170$ mm z trzema otworami dla kabli średniego napięcia,
- przepusty $\varnothing 125$ mm z jednym otworem dla kabli niskiego napięcia.

Przepusty przewidziano dla następujących przekrojów kabli:

- średniego napięcia – o przekrojach 1×240 mm², 1×120 mm² lub 1×70 mm² (tylko dla kabli pojedynczych suchych);
- niskiego napięcia – o przekrojach 4×240 mm²; 4×185 mm²; 4×150 mm²; 4×120 mm² i inne.

Zaletą powyższego sposobu uszczelniania jest jego duża skuteczność, możliwość wielokrotnego stosowania bez rozkuwania betonu, brak konieczności ustalania ilości i typu kabla na etapie zamawiania stacji.



Rys. 3. Przepusty PKL. a) w przekroju osiowym, b) średniego napięcia, c) niskiego napięcia

4. Zwarcie wewnętrzne – ochrona przeciwłukowa [1].

Stacja transformatorowa prefabrykowana, spełniająca wymagania normy [1] wykonana jest w zasadzie tak, aby nie dopuścić do powstania zwarć wewnętrznych. Jeżeli stacja

jest instalowana, obsługiwana i konserwowana zgodnie z instrukcjami wytwórcy, prawdopodobieństwo wystąpienia łuku wewnętrznego jest bardzo małe, ale nie można tego całkowicie wykluczyć.

Zwarcie wewnątrz obudowy stacji spowodowane błędnymi łączeniami (pomyłka w obsłudze, zakłócenia w pracy) może zainicjować łuk wewnętrzny, który stwarza olbrzymie zagrożenie dla obsługi oraz ludzi znajdujących się w pobliżu.

Z uwagi na ważność tematu norma [1] wprowadziła do badań „typu” stacji – badania w zakresie łukoochronności jako obligatoryjne wg Załącznika A do normy [1]. Stacje, które przeszły pozytywne badania kwalifikowane są do klasy:

- IAC-A – dotyczy sprawdzenia ochrony personelu obsługującego urządzenia stacji przy drzwiach otwartych dla stacji obsługiwanych z wewnątrz lub dla stacji obsługiwanych z zewnątrz;
- IAC-B – dotyczy sprawdzenia ochrony personelu obsługującego urządzenia stacji oraz osób postronnych wokół stacji przy drzwiach zamkniętych dla stacji obsługiwanych z wewnątrz jak i zewnątrz;
- IAC-AB – jest to klasa łącząca wymagania klas IAC-A i IAC-B.

5. Emisja hałasu [1]. Do badań dodatkowych nieobligatoryjnych dla stacji transformatorowych należy również badanie emisji hałasu. Po uzgodnieniu między wytwórcą stacji a użytkownikiem dopuszcza się przeprowadzenie próby w celu określenia poziomu emisji hałasu transformatora. Metoda badawcza powinna być zgodna z Załącznikiem B do normy [1].

6. Ochrona przeciwpożarowa [5]. Materiały użyte w konstrukcji obudowy stacji transformatorowej oraz wyposażenia należą do grupy materiałów niepalnych z wyjątkiem oleju transformatorowego. Najważniejszym przepisem dotyczącym usytuowania obiektów budowlanych (stacji transformatorowych) w terenie w świetle przepisów przeciwpożarowych jest Rozporządzenie [5].

Budynki dzieli się na pięć klas odporności pożarowej: A, B, C, D, E. Każdej klasie przypisane są odpowiednie wymagania, co do konstrukcji ścian i stropodachów.

Tabela 1

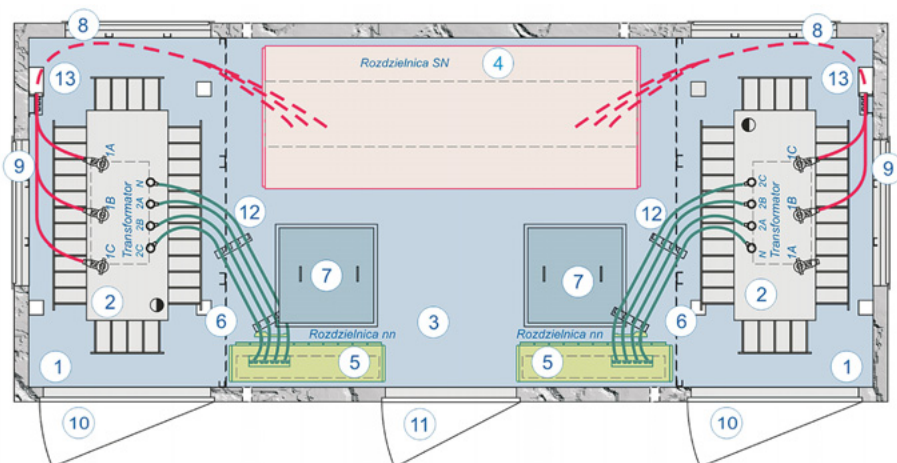
Klasy odporności pożarowej i odporności ogniowej elementów budynku

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku	
	główna konstrukcja (ściany) nośna	konstrukcja stropodachu
A	REI-240	RE-30
B	REI-120	RE-30
C	REI-60	RE-30
D	REI-30	RE-30
E	(-)	(-)

Oznaczenia w tabeli:

- R – nośność ogniowa (w minutach), określona zgodnie z [5],
- E – szczelność ogniowa (w minutach), określona jw.,
- I – izolacyjność ogniowa (w minutach), określona jw.,
- (-) – nie stawia się wymagań.

Elementem określającym zagrożenie budynku pod względem pożarowym dla otoczenia jest *gęstość obciążenia ogniowego Q*, która określa ilość ciepła wydzielonego przy spalaniu danego medium (oleju transformatorowego



Rys. 4 . Przykładowe rozmieszczenie urządzeń w stacji STLmb-6

1 – komory transformatorowe; 2 – transformatory; 3 – przedział obsługi rozdzielnic; 4 – rozdzielnica SN; 5 – rozdzielnice nn; 6 – przegrody siatkowe; 7 – włązy do fundamentu; 8 – żaluzje wentylacyjne na ścianie tylnej; 9 – żaluzje wentylacyjne na ścianie bocznej; 10 – drzwi do komór transformatorowych; 11 – drzwi do przedziału obsługi; 12 – kable niskiego napięcia; 13 – kable średniego napięcia

w przypadku stacji transformatorowych) w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytkowej budynku i mierzy się w MJ/m².

Dla stacji transformatorowych w zależności od mocy transformatora i powierzchni wewnętrznej stacji wartość ta waha się w większości przypadków w granicach $1000 < Q < 4000$ MJ/m². Przyjęte rozwiązania konstrukcyjno-materiałowe pozwoliły na uzyskanie, przez trzy ściany stacji, cech ścian oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej REI 120. Pozwala to na przyścienną usytuowanie stacji z jednej, dwóch lub trzech stron w stosunku do ścian innych budynków lub granicy działki budowlanej.

7. Emisja pola elektromagnetycznego [3]. Dokonano pomiaru emisji pola elektromagnetycznego [7] zarówno w otoczeniu jak i w samej stacji transformatorowej typu STLmb-6 2×630 kVA 15/0,4 kV (rys. 1 i 4) [3]. Największa wartość natężenia pola magnetycznego występowała przy ściankach budynku stacji w pobliżu komory transformatorowej i wynosiła 23 A/m. Najmniejsza wartość występowała w pobliżu pól liniowych SN i wynosiła 0,6 A/m. Wartość natężenia pola elektrycznego w bezpośrednim sąsiedztwie budynku wynosiła rzędu kilku woltów na metr (4 – 7 V/m).

Wnioski

1. Jak wynika z przytoczonych norm i przepisów oraz ich opisu, w roku 2008 nastąpiły zmiany wymagań dla stacji transformatorowych prefabrykowanych wynikające z wprowadzenia nowej normy [1], która zastąpiła dotychczasową normę [6]. Zmiany te dotyczą następujących zagadnień:

- w zakresie odporności stacji na działania łuku powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego wprowadzono obowiązkowość badań oraz trzy klasy odporności łukowej stacji: IAC-A; IAC-B; IAC-AB;
- w miejsce dotychczasowych trzech klas obudowy stacji wprowadzono sześć klas: 5K, 10K, 15K, 20K, 25K, 30K;
- do badań „typu” wprowadzono próbę kompatybilności elektromagnetycznej.

2. W celu zapewnienia wymagań w zakresie ochrony środowiska zgodnie z normą [1], producenci prefabrykowanych stacji transformatorowych SN/nn powinni poddawać swoje

wyroby badaniom „typu” zgodnie z tą normą w jednostkach badawczych posiadających w tym zakresie akredytację Polskiego Centrum Akredytacji. Pozytywny wynik badań powinien być potwierdzony Certyfikatem Zgodności. Pozostałe wymagania w zakresie ochrony środowiska określone ustawą i rozporządzeniami [2, 3, 4, 5] powinny być potwierdzone odpowiednimi opiniami technicznymi, poświadczeniami wydanymi przez jednostki uprawnione do tego celu.

Literatura

- [1] PN-EN 62271-202:2007 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 202: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie
- [2] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 „Prawo ochrony środowiska” Dz.U. 2001 nr. 62 poz. 627
- [3] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz. U. 2002 nr. 217 poz. 1833
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2002 w sprawie wartości progowych poziomów hałasu. Dz. U. 02. 08. 81 z dnia 31 stycznia 2002
- [5] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75 poz. 690
- [6] PN-EN61330:2001 Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie
- [7] Opinia techniczna dotycząca emisji pola elektromagnetycznego przez stacje transformatorowe w obudowie żelbetowej typu STLmb oraz w obudowie metalowej SKI, SKk, SPp, STLm, Smp. Politechnika Lubelska, Katedra Sieci Elektrycznych i Zabezpieczeń, 20 listopada 2008
- [8] Certyfikat Zgodności Nr 001/2007. Instytut Energetyki, Warszawa
- [9] PN-EN 60694:2004. Postanowienia wspólne dotyczące norm na wysokonapięciową aparaturę rozdzielczą i sterowniczą