



Wacław ZAJĄC

Zakład Produkcji Urządzeń Elektrycznych B. Wypychewicz S.A.

## Problemy lokalizacji stacji transformatorowych w aglomeracjach miejskich – nowatorskie rozwiązania technologiczne i architektoniczne

**Streszczenie.** Wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną w aglomeracjach miejskich powoduje powstanie problemów związanych z lokalizacją stacji transformatorowych. W artykule przedstawiono nowatorskie rozwiązania stacji SN/nN produkcji ZPUE S.A. z przeznaczeniem do zastosowania w przypadkach lokalizacji, w których z różnych względów typowe stacje nie mogą być zastosowane.

**Abstract.** (*Location problems of transformer substations in city agglomerations - innovatory technical and architectural solutions.*) The growth of demand on electric energy in city agglomerations causes the rise of problems relevant to location of transformer substations. The innovatory solutions of MV/LV transformer substation manufactured in ZPUE SA were introduced in this paper. These products can be used in cases of localization in which because of different reasons typical substations cannot be applied.

**Słowa kluczowe:** stacja transformatorowa SN/nN, nowatorska stacja transformatorowa, lokalizacja stacji transformatorowej.

**Keywords:** MV/LV transformer substation, innovatory transformer substation, location of transformer substation.

### Wstęp

Sieć miejska nN zasilana jest z transformatorowych stacji elektroenergetycznych SN/nN, rozmieszczonych w zależności od historycznego rozwoju miasta, który wynika ze wzrostu zaludnienia oraz uprzemysłowienia przy uwzględnieniu warunków terenowych i infrastruktury aglomeracji. Rozwój sieci jest procesem ciągłym i problemem optymalizacji ekonomicznej. Znanych jest wiele metod wspomagających rozbudowę istniejących rodzajów sieci rozdzielczych. Zastosowanie komputerów i metod numerycznych obliczeń pozwala uzyskać rozwiązanie projektu sieci zbliżone do optymalnego. Metoda projektowania sieci zamkniętych powinna pozwalać na zaprojektowanie w krótkim czasie sieci dowolnego układu, która złożona jest z dużej liczby węzłów.

Jednak do projektowania sieci niezbędna jest aktualna baza danych stacji elektroenergetycznych rozdzielczych, transformatorowych oraz urządzeń elektroenergetycznych. Niektóre z zakładów produkujących urządzenia elektryczne przyzwyczały już klientów, że corocznie wprowadzają na rynek kilka nowych wyrobów, wychodząc naprzeciw zapotrzebowaniom i dążąc do tego, aby te urządzenia były coraz doskonalsze, bezpieczniejsze i przede wszystkim ergonomiczne oraz najwyższej jakości.

### Lokalizacja stacji

Ogólnie ze względu na miejsce zainstalowania urządzeń rozdzielczych rozróżnia się stacje:

- napowietrzne (urządzenia rozdzielcze instalowane bez budynku),
- wewnętrzne (urządzenia rozdzielcze instalowane w budynku specjalnie do tego przeznaczonym lub w części budynku o innym przeznaczeniu), stacje wewnętrzne mogą być naziemne, podziemne lub półpodziemne.

Napowietrzne sieci rejonowe zasilają odbiorców energii elektrycznej na wsi i w małych miastach. Sieć nN zasilana jest z transformatorów SN/nN z sieci SN. Wraz ze wzrostem ilości mieszkańców i wielkości miasta sieć przekształca się w sieć miejską, głównie kablową ze stacjami wewnętrznymi. W miastach istnieją odbiory o różnych wymaganiach niezawodności zasilania, zmianie ulega więc charakter układu sieci. Sieci nN i SN budowane są jako zamknięte pętle często z połączeniami wewnętrznymi. W większych

miastach istnieją sieci WN, a w bardzo dużych miastach nawet sieci NN. Sieci przemysłowe, które mogą być częścią sieci miejskich budowane są na różne napięcia od niskiego nN do wysokiego WN, spotyka się różne układy z dużą ilością stacji rozdzielczych. W miastach liczba odbiorców i ich skupienie jest bardzo duże.

Przy wyborze lokalizacji stacji dąży się do tego, aby stacja była możliwie centralnie położona w stosunku do zasilanych odbiorów a przesył energii odbywał się możliwie najwyższym napięciem. Uwarunkowaniem jest gęstość zabudowy miejskiej oraz historyczne zabytki, starówki i centra miast. Tradycyjne rozwiązania mogą być niemożliwe w takich przypadkach ze względu na architektoniczne oraz wysokie koszty pozyskania terenu pod wielkogabarytowe stacje.

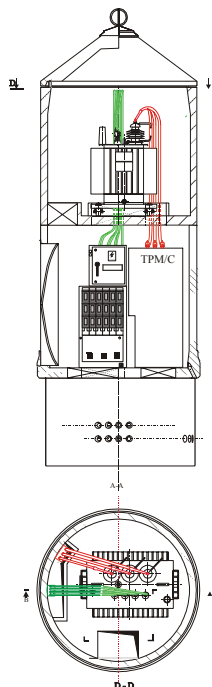
### Nowatorskie rozwiązania

Znane są na rynku nowoczesne rozwiązania przystosowane do lokalizacji w takich miejscach. Małogabarytowa stacja transformatorowa SN/nN w postaci słupa ogłoszeniowego (rys. 1) zajmuje bardzo małą powierzchnię 3,8 m<sup>2</sup> [1]. To ciekawe rozwiązanie architektoniczne malowniczo komponuje się w pejzaż starówek, rynków i placów otoczonych gęstą zabytkową zabudową.



Rys. 1. Stacja transformatorowa w postaci słupa ogłoszeniowego

Stacja jest przystosowana do malowania i oklejania na całej swojej powierzchni. Powierzchnia może być źródłem dochodu jako miejsce pod reklamę lub informację. Rozmieszczenie urządzeń zostało zaprojektowane funkcjonalnie. Piętrowa struktura z przedziałem rozdzielnic na poziomie ziemi, przedziałem kablowym w części podziemnej i przedziałem transformatora w górnej części stacji (rys. 3, 4, 5 i 6), minimalizuje powierzchnię i wydatnie ułatwia czynności ruchowe monterów.



Rys. 2. Widok wnętrza, rozmieszczenie urządzeń oraz posadowienie stacji w postaci słupa ogłoszeniowego - Poznań

Zaletami rozwiązania są: przejrzystość układu stacji i dogodność eksploatacji, która polega na łatwej orientacji personelu obsługi w układzie połączeń, zarówno części nN jak i SN. Przedziałowość oraz możliwość wykonywania przełączeń przy najmniejszym ryzyku wywołania zakłóceń powoduje, że obszar dotknięty ich ewentualnymi skutkami jest możliwie najmniejszy (rys. 2). Stację można rozbudować bez zmian konstrukcji rozdzielni do 6 odplywów nN z zastosowaniem rozłączników listwowych (630 A) lub 12 odplywów nN z zastosowaniem rozłączników listwowych (160 A) oraz do 4 połowej rozdzielnicy SN w izolacji gazowej lub stałej. Stacja może pracować jako przelotowa albo w pierścieniu. Sygnalizacja zwarcia w kablu umożliwia łatwą lokalizację miejsca zwarcia.



Rys. 3. Stacja w postaci słupa ogłoszeniowego w trakcie montażu w centrum miasta - Rzeszów

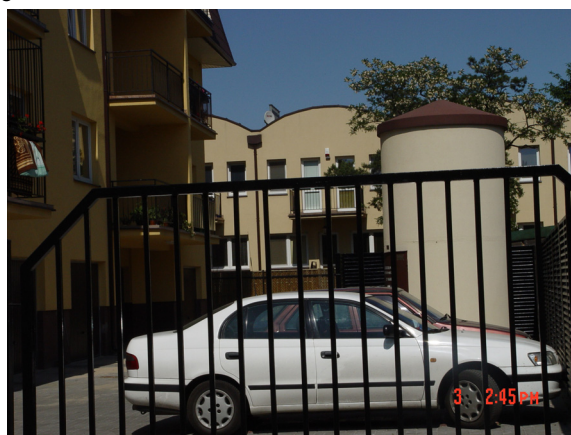


Rys. 4. Stacja w postaci słupa ogłoszeniowego w pobliżu parku oraz placu zabaw dla dzieci



Rys. 5. Stacja w postaci słupa ogłoszeniowego zasilająca osiedle domków jednorodzinnych - Częstochowa

Najwyższa jakość urządzeń energetycznych daje efekty w postaci wysokiej niezawodności przenoszenia i rozdziału energii, urządzenia w izolacji gazowej są bezobsługowe, nie wymagają kosztownych napraw i przerw w zasilaniu. Linie kablowe wprowadzane są do stacji w części fundamentowej poprzez specjalne otwory kablowe rozmieszczone na obwodzie tak, aby łatwo wprowadzić je z każdej strony. Wymaga się, aby nachylenie terenu mieściło się w granicach 1-4% oraz teren charakteryzował się możliwie dużą nośnością gruntu (pożądana większa niż 10 N/cm<sup>2</sup>). Nie zaleca się lokalizowania stacji na terenie szkód górniczych, przede wszystkim oznaczonych kategoriami III i wyższymi oraz na terenie, którym występują użyteczne bogactwa naturalne.



Rys. 6. Najmniejsza stacja o powierzchni 3,8 m<sup>2</sup> - jedyna możliwa do posadowienia w ciasnej miejskiej infrastrukturze Warszawy

Stacja w postaci słupa ogłoszeniowego nie jest jedynym rozwiązaniem piętrowym. W przypadku braku możliwości posadowienia stacji na jednym poziomie (rys. 7) projektowane i wykonywane są instalacje o ograniczonej powierzchni zabudowy w postaci piętrowych modułów (rys. 8).



Rys. 7. Stacja w postaci tradycyjnej – Kardiochirurgia Zabrze



Rys. 8. Stacja w postaci piętrowej złożona z prefabrykatów betonowych korzystnie o najmniejszej powierzchni zabudowy zlokalizowana u jednego z operatorów sieci komórkowej – Łódź

W przypadku, gdy z różnych przyczyn stacja transformatorowa musi być niewidoczna, proponuje się rozwiązanie w postaci stacji podziemnej (rys. 9 i 12). Stacja taka nie zajmuje powierzchni użytkowej terenu, nie ingeruje w otoczenie zewnętrzne, nie niszczy zielonych terenów rekreacyjnych, a także nie modyfikuje infrastruktury architektonicznej.

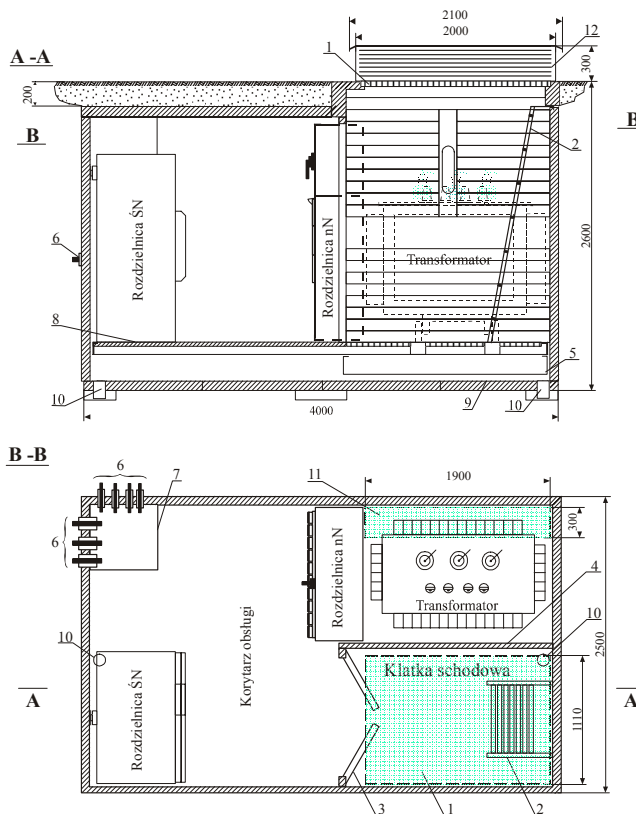


Rys. 9. Widok stacji zagłębionej w ziemi, praktycznie znikome oddziaływanie stacji na otoczenie - Warszawa

Nad powierzchnię ziemi nieznacznie wystaje właz stacji i kanał wentylacyjny, reszta stacji jest zagłębiona w ziemi i jest przystosowana do ruchu pieszego (rys. 10). Stacja może być zlokalizowana w chodniku, skwerku, deptaku, itp. Wejście do stacji jest możliwe przez właz (po otwarciu zamka i zdjęciu kraty pomostowej) po specjalnej drabince znajdującej się w klatce schodowej do przedziału rozdzielnic SN i nN oraz komory transformatorowej prowadzą zamykane drzwi. Stację można rozbudować bez zmian konstrukcji do 10 odplywów nN (630 A) oraz po stronie SN istnieje możliwość instalowania rozdzielnic 4 polowej w izolacji gazowej lub stałej.



Rys. 10. Widok włazu i wentylacji podziemnej stacji transformatorowej zainstalowanej na stacji paliw w Gdańsku



Rys. 11. Widok wnętrza, rozmieszczenie urządzeń elektroenergetycznych i przekrój przez podziemną stację transformatorową: 1) właz z kratą pomostową, 2) drabinka, 3) drzwi wejściowe, 4) ścianka działowa, 5) misa olejowa, 6) przepusty kablowe, 7) osłona kabla, 8) podłoga, 9) dno stacji, 10) króćce odwadniające z zaworami zwrotnymi, 11) kanał wentylacyjny, 12) daszek.



Rys. 12. Osiedlowa stacja podziemna, korzystnie niewidoczna – osiedle w Warszawie



Rys. 13. Operacja posadowienia stacji podziemnej w nowoczesnym budownictwie Warszawy

Stacja może pracować jako przelotowa lub w pierścieniu. Maksymalna moc instalowanego transformatora wynosi 630 kVA. Odpowiednia konstrukcja komory transformatorowej w połączeniu z klatką schodową oraz kanałem wentylacyjnym gwarantują skuteczną i niezawodną wentylację grawitacyjną dla całej stacji. Stacja wykonana jest jako szczelna, podwójne ściany boczne, sufit oraz podłoga zabezpieczone są antykorozyjnie, miejsce między podwójną podłogą wykorzystane jest do odwodnienia i odprowadzenia wody deszczowej poprzez zawory kierunkowe do kanalizacji miejskiej lub do systemu drenażowego wykonanego wokół stacji (rys. 13).

Stacja charakteryzuje się wysoką niezawodnością przenoszenia i rozdzielenia energii oraz przejrzystością układu stacji i dogodnością eksploatacji, polegającą na łatwej orientacji personelu obsługi w układzie połączeń i dokonywaniu przełączeń przy jak najmniejszym ryzyku wywołania zakłóceń.

W eksploatacji najważniejsze jest bezpieczeństwo. Pomimo, że stacja jest zlokalizowana pod ziemią, jest ona całkowicie bezpieczna, zarówno dla osób postronnych jak i dla obsługi. Zapewniona jest odpowiednia łukoochronność zewnętrzna oraz łukoochronność korytarza obsługi, z którego prowadzi na zewnątrz szeroka, przejrzysta i łatwa do pokonania droga ewakuacyjna. Badania w Instytucie Energetyki w Warszawie (rys. 14) potwierdziły zgodność z normami dotyczącymi łukoochronności [2,3,4,5].



Rys. 14. Badania stacji podziemnej w Instytucie Energetyki wg norm IEC, w szczególności łukoochronność korytarza obsługi.

#### Podsumowanie

Przy wyborze lokalizacji stacji należy uwzględnić szereg wymagań, które zostały przedstawione na przykładzie nowoczesnych rozwiązań architektonicznych i konstrukcyjnych elektroenergetycznych stacji transformatorowych SN/nN.

Stacje spełniają podstawowe wymagania stawiane układom połączeń rozdzielnic i stacji, i charakteryzują się korzystnymi rozwiązaniami pod względem nakładów inwestycyjnych jak i kosztów eksploatacji. Nowatorskie rozwiązania pozwalają na uniknięcie problemów związanych z rozwojem miast i wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną na poziomie średnich i niskich napięć w miejscach o wysokiej gęstości zabudowy w aglomeracjach miejskich.

Wysoka jakość i estetyka tych rozwiązań została doceniona na rynku polskim, ale także poza granicami kraju.

#### LITERATURA

- [1] Materiały reklamowe ZPUE B. Wypychewicz S.A., Włoszczowa, 2004
- [2] PN-EN 60694: 2001 „Postanowienia wspólne dla norm na wysokonapięciową aparaturę rozdzielczą i sterowniczą.”
- [3] PN-EN 60298: 2000 „Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie 1kV do 52kV włącznie
- [4] PN-IEC 439-1+AC: 1994 „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu”
- [5] PN-EN 61330: 2001 „Prefabrykowane stacje transformatorowe wysokiego napięcia na niskie napięcie”

**Autor:** dr inż. Waław Zajac, Zakład Produkcji Urządzeń Elektrycznych B. Wypychewicz S.A., ul. Jędrzejowska 79c, 29-100 Włoszczowa, E-mail: [waław.zajac@zpue.pl](mailto:waław.zajac@zpue.pl)