

Krajowe stacje SN – przegląd rozwiązań i technologii

Streszczenie. W artykule przedstawiono stacje elektroenergetyczne SN. Przedstawiono charakterystykę ogólną stacji SN oraz charakterystykę rozwiązań krajowych stacji SN/SN i SN/nN. Omówiono wybrane aspekty techniczne rozwiązań konstrukcyjnych stacji SN. Przedstawiono wymagania prawne i normatywne stawiane stacjom SN. Dokonano przeglądu rozwiązań technicznych i konstrukcyjnych stacji SN.

Abstract. In this paper, Medium Voltage (MV) power substations are shown. General profile of medium voltage substations and a profile of national solutions for MV/MV and MV/LV substations are shown. Selected technical aspects of constructional solutions for MV substations are described. Legal and norm requirements for MV substations are shown. Review of technical and constructional solutions for MV substations are committed. (National MV power substations – review of solution and technologies).

Słowa kluczowe: stacja elektroenergetyczna, rozwiązanie konstrukcyjne, technologia.

Keywords: power substations, constructional solution, technology.

Wprowadzenie

Stacje elektroenergetyczne SN obejmują zespoły urządzeń elektroenergetycznych wraz z szynami zbiorczymi, połączeniami elektrycznymi, elementami izolacyjnymi, konstrukcją mechaniczną i osłonami, które wspólnie tworzą układ zdolny do transformacji energii elektrycznej z jednego poziomu napięcia na drugi i jej rozdzielania oraz do łączenia i zabezpieczenia obwodów zasilających i odbiorczych [1]. Są one złożonymi obiektami elektroenergetycznymi, pełnią ważne funkcje w lokalnym systemie elektroenergetycznym i stanowią węzły dystrybucyjnej sieci elektroenergetycznej SN.

Stacje elektroenergetyczne SN obejmują stacje SN/nN i stacje SN/SN. Te pierwsze są stacjami o napięciu 6, 10, 15, 20 lub 30 kV służącymi do rozdzielenia energii elektrycznej oraz do zasilania sieci elektroenergetycznych niskiego napięcia. Stosuje się je do zasilania: osiedli mieszkaniowych w miastach, parków i terenów rekreacyjnych, osiedli podmiejskich i wsi, placów budów, zakładów przemysłowych i warsztatów rzemieślniczych [2]. Te drugie służą - obok rozdzielnic energii - do transformacji z jednego poziomu napięcia średniego na drugi np. 20 kV/6 kV, 20 kV/10 kV, 15 kV/6 kV.

Łącznie w kraju znajduje się 261169 stacji elektroenergetycznych SN, w których użytkowanych jest 261079 transformatorów SN/nN i 1179 transformatorów SN/SN [3].

Stacje SN/SN

Stacje SN/SN są przystosowane do współpracy z siecią kablową lub kablowo-napowietrzną średnich napięć o układzie pierścieniowym lub promieniowym. Najczęściej są to rozbudowane rozwiązania wewnętrzne lub prefabrykowane kontenerowe, których schemat i wyposażenie zależą od rodzaju i funkcji stacji w lokalnym dystrybucyjnym systemie elektroenergetycznym.

Stacje SN/SN wyposażone są przeważnie w transformatory o mocach znamionowych do 1600 kVA i dwie rozdzielnice SN o różnym poziomie napięć np. 20 i 6 kV w przypadku stacji 20/6 kV [2]. Przy czym liczba pól w tych rozdzielnicach jest dostosowana do potrzeb inwestora i projektanta. W polach zasilających stosuje się przeważnie wyłączniki, natomiast w polach odpywowych wyłączniki (ważne odbiory) lub rozłączniki bezpiecznikowe. W zależności od liczby pól odbiorczych oraz wymaganej pewności zasilania przyjmuje się odpowiedni układ szyn zbiorczych. Najczęściej jest to układ z pojedynczym sekcjonowanym systemem szyn zbiorczych, natomiast najbardziej rozbudowanym układem połączeń takich stacji

jest układ z podwójnym sekcjonowanym systemem szyn zbiorczych.

W stacjach SN/SN najczęściej są stosowane rozdzielnice SN wolnostojące, prefabrykowane, modułowe, dwuczłonowe, osłonięte w izolacji powietrznej lub w izolacji SF₆.

Stacje SN/nN

Stacje SN/nN są przystosowane do współpracy z siecią kablową lub kablowo-napowietrzną średniego napięcia o układzie pierścieniowym lub promieniowym oraz siecią kablową lub napowietrzną niskiego napięcia.

Stacje SN/nN wyposażone są przeważnie w transformatory o mocach znamionowych do 1000 kVA, rozdzielnicę SN oraz rozdzielnicę nN o liczbie pól dostosowanych do potrzeb inwestora i projektanta. Przy czym istnieje bardzo duży wybór zarówno rozdzielnic SN i nN.

W stacjach SN stosuje się przeważnie jeden, a czasami dwa transformatory olejowe lub suche, przy czym te ostatnie o mocy znamionowej nawet do 1600 kVA. Najpopularniejsze są jednostki o mocach: 630 i 1000 kVA w przypadku stacji kontenerowych prefabrykowanych oraz 250 i 400 kVA w przypadku stacji słupowych.

Rozdzielnica SN jest realizowana w izolacji powietrznej lub izolacji SF₆. Jako konstrukcja jedno- lub dwuczłonowa wykonana w wersji jednoprzędziałowej lub wieloprzędziałowej [1]. Jest realizowana przeważnie w układzie z pojedynczym niesekcjonowanym lub sekcjonowanym systemem szyn zbiorczych. Przy czym ten drugi układ dobiera się w sytuacji większej liczby pól i przy co najmniej dwóch niezależnych źródłach zasilania. Często liczba sekcji odpowiada liczbie źródeł zasilania. W sytuacji, gdy są szczególnie wysokie wymagania dotyczące niezawodności zasilania stosuje się układ z podwójnym systemem szyn zbiorczych.

Rozdzielnica SN składa się z jednego w przypadku stacji słupowych lub z większej liczby pól rozdzielczych w przypadku stacji kontenerowych prefabrykowanych. Wówczas przeważnie są to: trzy, cztery lub pięć pól rozdzielczych: liniowych, transformatorowych, pomiarowych i sprzęgłowych (w przypadku sekcjonowania szyn zbiorczych) [2].

W polach rozdzielnic SN stosuje się różnorodną aparaturę łączeniową. Są to wyłączniki (małoolejowe, próżniowe lub z SF₆) oraz rozłączniki z izolacją powietrzną i bezpieczniki. Ponadto stosuje się odłączniki, uziemniki oraz styczniki. Ze względów bezpieczeństwa rozdzielnice SN powszechnie wyposaża się w systemy blokad elektrycznych

i mechanicznych, które uniemożliwiają: otwarcie drzwi szafy rozdzielnic lub modułu (pola) przy pracujących urządzeniach elektrycznych, wykonanie błędnych czynności łączeniowych itp. [2].

Rozdzielnica nN jest realizowana w izolacji powietrznej, w układzie z pojedynczym niesekcjonowanym lub sekcjonowanym systemem szyn zbiorczych o liczbie pól uzależnionych od potrzeb inwestora.

W polach rozdzielnic nN jako aparaturę łączeniową stosuje się: wyłączniki samoczynne, rozłączniki bezpiecznikowe lub rozłączniki z bezpiecznikami.

Uwarunkowania prawne i normatywne

Stosowane rozwiązania techniczne i konstrukcyjne w stacjach SN muszą spełniać aktualne wymagania prawne i normatywne.

Wymagania ogólne dla stacji SN określane są najczęściej przez operatora systemu dystrybucyjnego w wytycznych dotyczących standaryzacji tych stacji lub standardach technicznych/specyfikacjach funkcjonalnych. Przykładem takich dokumentów są: [4] i [5]. Proces projektowania i budowy tych stacji musi być realizowany zgodnie z zasadami wiedzy technicznej i obowiązującymi w tym zakresie aktami prawnymi (ustawami i rozporządzeniami), instrukcją ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej opracowaną przez operatora systemu dystrybucyjnego właściwego dla terenu lokalizacji stacji (np. [6]) oraz dokumentami technicznymi opracowanymi przez wspomnianego operatora i normami przedmiotowymi, z których najważniejszymi są normy [7] oraz [8]. Przy czym najważniejszymi aktami prawnymi w tym obszarze jest ustawa – Prawo Budowlane [9] i akt wykonawczy do niej - rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [10].

Norma PN-EN 62271-202:2014-12 [7] jest podstawową normą w odniesieniu do stacji prefabrykowanych SN. Norma ta dotyczy wymagań konstrukcyjnych, technicznych, wyposażenia oraz poszczególnych metod badań urządzeń. Obejmuje nie tylko główne komponenty stacji takie jak transformator, rozdzielnica SN, rozdzielnica nN, ale również inne jej wyposażenie.

W normie PN-EN 62271-202:2014-12 określono wymagania dotyczące zakresu badań typu kontenerowej stacji prefabrykowanej SN/nN, które są szczególnie ważne w aspekcie bezpiecznej i długotrwałej eksploatacji stacji. Obejmują one: sprawdzenie poziomu izolacji, sprawdzenie przyrostu temperatury dla komponentów zainstalowanych, określenie klasy obudowy w stacji, sprawdzenie obwodów uzimających, próby funkcjonalności w celu sprawdzenia działania zestawu, sprawdzenie stopnia ochrony, sprawdzenie odporności obudowy stacji na narażenia mechaniczne, próby w warunkach łukowego zwarcia wewnętrznego (klasyfikacja IAC), sprawdzenie kompatybilności elektromagnetycznej oraz sprawdzenie poziomu hałasu (na życzenie użytkownika). Ponadto, w normie [7] zdefiniowano 6 klas obudowy: 5, 10, 15, 20, 25 i 30. Dodatkowo w normie wprowadzono obowiązkowe badania łukoodporności oraz klasyfikację odporności stacji na łuk wewnętrzny (IAC). Przyjęto również, że komponenty stacji muszą posiadać udokumentowane badania typu wg znowelizowanych norm przedmiotowych.

W normie PN-EN 62271-202:2014-12 określono procedurę optymalnego doboru stacji do warunków w miejscu przyszłej eksploatacji [7].

Obok wspomnianych wymagań prawnych i normatywnych rozwiązania techniczne i konstrukcyjne w stacjach SN muszą spełniać jeszcze inne wymagania. Obejmują one m.in.: dostateczną niezawodność pracy

stacji, łatwość eksploatacji, spełnienie wymagań dotyczących warunków zasilania odbiorców (rezerwowanie zasilania), możliwość łatwej rozbudowy, bezpieczeństwo personelu obsługującego oraz możliwie najmniejsze nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne [1]. Wymagania te decydują m.in. o jakości, pewności i niezawodności dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych i dlatego muszą być spełnione zarówno w warunkach pracy normalnej jak i zakłóceńowej.

Rozwiązania techniczne i konstrukcyjne stacji SN

Na terenie kraju spotyka się wiele rozwiązań technicznych i konstrukcyjnych stacji SN. Obejmują one stacje: prefabrykowane (betonowe i metalowe, kontenerowe, zagłębione i podziemne), wnetrzowe (wolnostojące, wbudowane, prefabrykowane budynkowe i wieżowe), kontenerowe (tymczasowe i przemieszczalne) oraz słupowe. Przy czym najczęściej w sieci dystrybucyjnej SN występują stacje prefabrykowane kontenerowe i stacje słupowe [2].

Prefabrykowane kontenerowe stacje transformatorowe SN/nN są stacjami przeznaczonymi zasadniczo do zasilania odbiorców: miejskich, wiejskich, osiedlowych oraz przemysłowo-usługowych z sieci napowietrznej lub kablowej SN o napięciu 6+20 kV, wyjątkowo 30kV. W stacjach tych instaluje się transformatory o mocach znamionowych od 160 do 1000 kVA, a niekiedy nawet transformatory suche do 1600 kVA. W kontenerowych stacjach transformatorowych stosuje się rozdzielnice SN w izolacji powietrznej lub izolacji SF₆ oraz rozdzielnice nN w izolacji powietrznej.

W stacjach kontenerowych SN/nN o niewielkich wymaganiach dotyczących pewności pracy, z jednym źródłem zasilania, stosuje się pojedynczy niesekcjonowany system szyn zbiorczych. Przy większej liczbie pól i co najmniej dwóch niezależnych źródeł zasilania dobiera się powszechnie pojedynczy sekcjonowany system szyn zbiorczych.

Kontenerowe stacje charakteryzują się małymi wymiarami oraz krótkim czasem montażu.

Prefabrykowane kontenerowe stacje transformatorowe dzieli się ze względu na rodzaj obudowy na stacje: w obudowie betonowej lub metalowej, natomiast w zależności od możliwości realizacji obsługi na stacje: z obsługą wewnętrzną lub zewnętrzną [11]. Stacje te są budowane jako stacje przelotowe lub końcowe, w zależności od potrzeby późniejszego ich wykorzystania.

Stacje kontenerowe z obsługą wewnętrzną charakteryzują się większymi rozmiarami niż stacje z obsługą z zewnątrz. Posiadają ponadto szerszą gamę wyboru rozdzielnic SN i nN. Stosuje się w nich również transformatory o większych mocach. Ponadto mogą to być stacje wielotransformatorowe. Najczęściej stacje takie wyposażone są w jeden lub dwa transformatory. Zastosowanie dwóch transformatorów w jednej stacji pozwala np. na zasilanie większego osiedla, nie powodując zwiększenia kosztów przy budowie kolejnej stacji, znajdującej się w obrębie osiedla [2]. Niestandardowym wykonaniem jest zastosowanie trzech transformatorów. Liczba pól SN i odpływów nN zależy od spełnianej przez te stacje funkcji w systemie elektroenergetycznym.

Wnętrze stacji dzieli się na 2 lub 3 części główne. Pierwszą część stanowi transformator lub transformatory, które ze względu na bezpieczeństwo obsługi, oddzielone są siatką i/lub rozdzielnicą nN. Drugą część stanowią rozdzielnice SN i nN. Na życzenie operatora systemu dystrybucyjnego rozdzielnica SN może być podzielona na: część operatora i część odbiorcy [2].

W stacjach z obsługą zewnętrzną, rozmiar gabarytowy stacji jest ograniczony. Oprócz standardowego wykonania stacji, składającego się z transformatora, rozdzielnicy SN i rozdzielnicy nN, spotyka się również stacje, w których pominięto rozdzielnice SN lub nN. Duży wpływ na liczbę pól rozdzielnicy SN posiada wielkość gabarytowa stacji. Przeważnie można spotkać stacje z obsługą z zewnątrz, w których maksymalna liczba pól SN wynosi 4, a dla rozdzielnic nN liczba odpyłów waha się od 5 do 20, w zależności od producenta [2]. Stacje budowane są na moce transformatorów od 160 kVA do 630 kVA z możliwością zainstalowania tylko jednego transformatora.

Kontenerowe stacje prefabrykowane mają wiele wariantów rozwiązań, co pozwala na optymalny dobór ich wyposażenia, dostosowany do potrzeb inwestora. Jest wśród nich wiele ciekawych rozwiązań przystosowanych do użytkowania w aglomeracjach miejskich np. stacje typu słup ogłoszeniowy, które swoją konstrukcją przypominają słup ogłoszeniowy i bardzo dobrze można je wkomponować w istniejące otoczenie.

Słupowe stacje transformatorowe są stacjami napowietrznymi przeznaczonymi zasadniczo do zasilania odbiorców wiejskich, miejskich i podmiejskich z sieci napowietrznej lub kablowej SN o napięciu maksymalnie 30 kV, najczęściej 15 i 20kV. Ze względu na pełnią funkcję wyróżnia się dwa typy takich stacji: przelotowe i końcowe.

Stacja słupowa jest stacją napowietrzną jednotransformatorową wyposażoną w transformator o mocy znamionowej przeważnie do 400kVA. Spotyka się jednak rozwiązania z transformatorem o mocy znamionowej do 630kVA. Transformatory umieszczane są na podeście montażowym bądź na ziemi pod słupem. Wówczas stacja musi zostać ogrodzona.

Konstrukcja nośna stacji jest obecnie najczęściej słupem wykonanym z pojedynczej lub podwójnej żerdzi strunobetonowej wirowanej typu E lub EPV. Niemniej jednak przez długi okres czasu, do konstrukcji nośnej stacji słupowej używano dwie lub cztery żerdzie wykonane z żelbetu w trzech rodzajach układu: A, podwójnego A lub bramowym [2].

Obecnie dla stacji słupowych wyposażonych w transformator o mocy znamionowej do 400kVA stosuje się standardowo rozwiązanie oparte na jednej żerdzi strunobetonowej wirowanej. Żerdzie na jakich stawia się obecnie stacje słupowe są wykonane z betonu lub żelbetu i są zasilane napowietrznie lub kablowo, występują w układach krańcowym lub przelotowym.

Zasadniczo, w stacjach słupowych żerdzie powinny mieć wysokość 10,5 lub 12 m, a ich wytrzymałość powinna wynosić 10 lub 12kN [2]. Przy czym przy zasilaniu stacji linią napowietrzną SN wysokość żerdzi zależy od wysokości na jakiej zawieszona jest wspomniana linia.

W stacji słupowej linia zasilająca SN połączona jest z transformatorem poprzez odłącznik z uziemnikiem lub rozłącznik z uziemnikiem i podstawy bezpiecznikowe SN. Bezpieczniki wysokiego napięcia stanowią zabezpieczenie zwarcia transformatora i umiejscowione są w każdej fazie.

Konstrukcja stacji umożliwia montaż ograniczników przepięć SN na każdej fazie, w celu ochrony transformatora przed przepięciami mogącymi wystąpić w linii SN. Instalacja ograniczników przepięć musi być poprzedzona ich właściwym doбором.

Wyposażenie stacji po stronie nN zależy od charakteru wywodów obwodów niskiego napięcia. Najczęściej są to bezpieczniki lub rozłączniki z bezpiecznikami zabezpieczającymi dane wyprowadzenia (linie sieci rozdzielczej niskiego napięcia) [1]. Rozdział obwodów nN w zależności od potrzeb może być wykonany z

zastosowaniem rozdzielnic montowanych na żerdzi stacyjnej lub wolnostojących, złączy kablowych wolnostojących, szaf oświetleniowych słupowych i wolnostojących oraz rozłączników słupowych nN [2].

Stacje słupowe mogą być realizowane w wersji z pełnym wyposażeniem stron średniego i niskiego napięcia oraz w wersji z uproszczonym wyposażeniem po stronie średniego napięcia (np. bez podstaw bezpiecznikowych SN, bez pomostu obsługi).

Budowa stacji słupowej jest szybka i łatwa. Rozwiązania są zestandaryzowane, proste i przejrzyste, a dzięki łatwemu dostępowi dla obsługi nie stwarzają problemów w eksploatacji. Przy czym obsługa stacji może odbywać się jedynie przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, bowiem są to rozwiązania napowietrzne i występuje tu silny wpływ warunków zewnętrznych na jej eksploatację. Stacje słupowe wymagają ochrony odgromowej.

Stacje słupowe mają wiele wariantów rozwiązań, co pozwala na optymalny dobór ich wyposażenia, dostosowany do potrzeb inwestora. Mogą być użytkowane w bardzo zróżnicowanych warunkach na terenie całego kraju. Istnieją rozwiązania dla terenów górskich i trudnodostępnych z przeznaczeniem do montażu ręcznego.

Stacje wewnętrzne SN/nN są podobnie jak prefabrykowane kontenerowe stacje transformatorowe SN/nN przeznaczone do zasilania odbiorców: miejskich, wiejskich, osiedlowych oraz przemysłowo-usługowych z sieci napowietrznej lub kablowej SN. Stacje te są budowane w dwóch wariantach jako obiekty wolnostojące lub wbudowane w powstające obiekty. Mogą być realizowane również w budynku prefabrykowanym.

Stacje transformatorowe wolnostojące są małymi budynkami stawianymi na podstawie wykonanych indywidualnych projektów zgodnie z zaleceniami technicznymi określonymi przez operatora systemu dystrybucyjnego. Postawienie takiego obiektu obwarowane jest odpowiednim reżimem technologicznym i wymaga m.in. wymurowania skorupy stacji, wylania fundamentów i kanałów kablowych oraz właściwego uszczelnienia budowli, aby zabezpieczyć obiekt przed wnikaniem wody do budynku stacji. Budynki przeznaczone pod takie stacje posiadają najczęściej trzy odrębne pomieszczenia w których zlokalizowano transformator lub transformatory oraz rozdzielnicę SN i rozdzielnicę nN [2]. Przy czym zarówno rozwiązania tych rozdzielnic, układ połączeń jak i liczba pól i ich wyposażenie są dostosowane do potrzeb inwestora i projektanta. W przypadku zasilania takiej stacji z sieci napowietrznej przewiduje się specjalne pole odgromowe dla ochrony przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami w sieci. Budowa stacji wewnętrznej wolnostojącej jest dość złożona, czasochłonna i stwarza wiele problemów zarówno na etapie przygotowania jak i realizacji takiej inwestycji zwłaszcza w obszarze formalno-prawnym dlatego obecnie powszechnie stosuje się rozwiązania oparte o prefabrykowane kontenerowe stacje transformatorowe. Natomiast specyficzne uwarunkowania infrastruktury sieciowej w obszarze dystrybucji oraz zaskołości wynikające ze sposobu rozbudowy sieci dystrybucyjnych SN oraz prowadzenia jej eksploatacji w wcześniejszym okresie sprawiają, że na terenie kraju szczególnie w miastach jest użytkowanych wiele takich stacji.

Stacje transformatorowe wbudowane stanowią część budynków o innym przeznaczeniu np. budynków administracyjnych, handlowych, mieszkalnych, użyteczności publicznej. Są to stacje jedno lub dwutransformatorowe wyposażone w transformatory suche lub olejowe (o łącznej mocy znamionowej przeważnie nie przekraczającej 630kVA), zlokalizowane w kondygnacjach

przyziemia budynku [2]. Pomieszczenia stacyjne nie mają okien i są wykonane z materiałów niepalnych, a ściany i stropy stanowią oddzielenie pożarowe i są zabezpieczone przed przedostawaniem się cieczy i gazów. Drzwi komór transformatorowych wychodzą na zewnątrz budynków. W stacjach tych muszą być spełnione rygorystyczne warunki stawiane zarówno transformatorom jak i komorom transformatorowym. Przy czym szczególnie ostre wymagania dotyczą aspektów przeciwpożarowych i odnoszą się do komór z transformatorami olejowymi.

Stacje transformatorowe prefabrykowane budynkowe realizuje się w budynku prefabrykowanym. Rozwiązania są zróżnicowane w zależności od mocy zainstalowanego transformatora i jego budowy. Stacje te umieszcza się w zabudowie miejskiej przy zewnętrznych ścianach budynków jeśli spełnione są warunki odporności ogniowej ścian lub jako wolnostojące. Składają się z wydzielonych pomieszczeń: rozdzielni SN, rozdzielni nN oraz jednej lub dwóch komór transformatorów i w zależności od potrzeb mogą być budowane jako jedno lub dwupoziomowe. Przy czym transformatory i rozdzielnia SN są umieszczane na niższym poziomie. W stacjach tych przeważnie użytkowane są transformatory suche. Obecnie w zabudowie miejskiej z uwagi na dużą zajmowaną powierzchnię oraz wygląd zewnętrzny (estetykę) odchodzi się od budowy tego typu stacji na rzecz prefabrykowanych kontenerowych stacji transformatorowych (kioskowych) w obudowie betonowej lub metalowej [2].

Stacje wewnętrzne wieżowe stanowią specyficzną kategorię stacji wewnętrznych SN/nN przeznaczonych do zasilania przeważnie z sieci napowietrznej odbiorców zlokalizowanych w miastach i na terenach wiejskich. Wysokość stacji była dostosowana do doprowadzeń linii napowietrznych. Obecnie stacje tego typu są z konieczności likwidowane i zastępowane stacjami prefabrykowanymi kontenerowymi lub słupowymi.

Stacje podziemne SN/nN są stacjami przeznaczonymi do zasilania odbiorców miejskich i osiedlowych z sieci kablowo-napowietrznej SN w układzie pierścieniowym lub promieniowym w oparciu o sieć kablową niskiego napięcia. Są to rozwiązania stosowane w miastach w miejscach charakteryzujących się gęstą zabudową terenu, gdzie nie ma możliwości budowy stacji nadziemnej. Brak takiej możliwości może być np. związany z charakterem architektonicznym zabudowy, lokalizacją w obszarze podlegającym całkowitej ochronie konserwatora zabytków i wieloma innymi czynnikami.

Stacja ta stanowi szczelny stalowy lub betonowy kontener o wymiarach dostosowanych do wielkości montowanych urządzeń, który wstawia się pod powierzchnię terenu. Z racji ograniczonych wymiarów zewnętrznych i trudnych warunków pracy najczęściej stacje te są wyposażone w transformator o maksymalnej mocy 630 kVA, czteropolową rozdzielnicę SN w izolacji gazowej SF₆ oraz dwunastopolową rozdzielnicę nN z rozłącznikami bezpiecznikowymi [2]. W kanałach nad włazem i transformatorem zlokalizowane są otwory wentylacyjne które zapewniają wymagane chłodzenie zarówno transformatora jak i rozdzielnic SN i nN. Wejście do stacji realizowane jest od góry poprzez otwory wentylacyjne. Rozwiązania konstrukcyjne, rozmieszczenia elementów stacji i jej wyposażenie jest zbliżone do tego które jest stosowane w małogabarytowych stacjach kontenerowych [11]. Różnica dotyczy sposobu uszczelnienia takiej stacji i doprowadzenia z niej wilgoci.

Stacje podziemne są stacjami o stosunkowo małej lub średniej mocy znamionowej, posiadają bowiem ograniczenia, do których należą m.in. wymiary stacji, dostęp z zewnątrz do urządzeń zainstalowanych w stacji i

zapewnienie skutecznej wentylacji. Są ponadto dość uciążliwe w prowadzeniu eksploatacji.

Wnioski

W kraju spotyka się wiele rozwiązań technicznych i konstrukcyjnych stacji elektroenergetycznych SN, są wśród nich stacje: prefabrykowane (betonowe i metalowe, kontenerowe, zagłębione i podziemne), wewnętrzne (wbudowane, prefabrykowane budynkowe i wieżowe), kontenerowe (tymczasowe i przemieszczalne) oraz słupowe. Przy czym najczęściej w sieci dystrybucyjnej SN występują stacje słupowe i stacje prefabrykowane kontenerowe.

Obecnie na rynku krajowym jest dostępnych bardzo wiele nowoczesnych różnorodnych rozwiązań stacji SN o zróżnicowanych parametrach technicznych odznaczających się wysokim poziomem jakości, niezawodności i bezpieczeństwa, które w pełni umożliwiają wybór przez projektanta konstrukcji najbardziej przydatnej do określonych warunków eksploatacyjnych i środowiskowych z jednoczesnym uwzględnieniem możliwości finansowych i życzeń inwestora (użytkownika).

Proces projektowania i budowy stacji SN musi być realizowany zgodnie z zasadami wiedzy technicznej i obowiązującymi w tym zakresie aktami prawnymi (ustawami i rozporządzeniami), instrukcją ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnej opracowaną przez operatora systemu dystrybucyjnego właściwego dla terenu lokalizacji stacji oraz dokumentami technicznymi opracowanymi przez wspomnianego operatora i normami przedmiotowymi, z których najważniejszymi są normy PN-EN 62271-202:2014-12 oraz PN-EN IEC 61936-1:2022-04.

Autor: dr hab. inż. Waldemar Dołęga, Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny, Katedra Energoelektryki, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-372 Wrocław, E-mail:Waldemar.dolega@pwr.edu.pl;

LITERATURA

- [1] Dołęga W., Stacje elektroenergetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, Wrocław 2007.
- [2] Dołęga W., Stacje elektroenergetyczne SN – przegląd rozwiązań technicznych i konstrukcyjnych. *Energetyka* (2018), nr 3, s. 136-141.
- [3] Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej za okres od dnia 1 stycznia 2015 do dnia 31 grudnia 2016. Minister Energii, Warszawa, 2017.
- [4] Standard techniczny 25/2017 - Stacje transformatorowe słupowe SN/nN do stosowania w TAURON Dystrybucja S.A.. TAURON Dystrybucja S.A. Kraków 2017.
- [5] Wytyczne nr 5 / 1 / B / 2013 w sprawie standaryzacji stacji transformatorowych wewnętrznych SN/nN w TAURON Dystrybucja S.A. TAURON Dystrybucja S.A., 2013.
- [6] Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej. Tekst jednolity. TAURON Dystrybucja S.A. Kraków 2017.
- [7] PN-EN 62271-202:2014-12 Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie.
- [8] PN-EN IEC 61936-1:2022-04 Instalacje elektroenergetyczne o napięciu wyższym od 1 kV AC i 1,5 kV DC - Część 1: AC.
- [9] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (T.j. Dz. U. z 2019 r., poz. 1186).
- [10] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (T.j. Dz. U. z 2019 r., poz. 1065 z późn. zm.).
- [11] zpue.pl [Dostęp 06.12.2022].