

STACJE 110 kV W AGLOMERACJACH MIEJSKICH

Waldemar DOŁĘGA

Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny
tel.: 71 320-34-65, e-mail: waldemar.dolega@pwr.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane aspekty dotyczące realizacji procesu budowy, stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych oraz stosowanych systemów sterowania i nadzoru w stacjach elektroenergetycznych 110 kV w aglomeracjach miejskich. Przedstawiono stacje elektroenergetyczne w aglomeracjach miejskich i określono ich rolę w złożonych lokalnych miejskich systemach elektroenergetycznych. Omówiono uwarunkowania formalno-prawne realizacji budowy miejskich stacji elektroenergetycznych 110 kV. Przeanalizowano stosowane w stacjach elektroenergetycznych w aglomeracjach rozwiązania konstrukcyjne oraz systemy sterowania i nadzoru.

Słowa kluczowe: stacja elektroenergetyczna, aglomeracja miejska, rozwiązanie konstrukcyjne, system sterowania i nadzoru.

1. WPROWADZENIE

Stacje elektroenergetyczne w aglomeracjach miejskich wchodzą w zakres bardzo złożonych lokalnych miejskich dystrybucyjnych systemów elektroenergetycznych i mają kluczowe znaczenie dla jego funkcjonowania. Decydują w znacznej mierze o jakości, niezawodności i pewności dostawy energii elektrycznej w miastach.

Przykładowo, system elektroenergetyczny Warszawy obejmuje 51 stacji 110/15 kV (42 – energetyki zawodowej, 9 przemysłowych) i 5376 stacji 15/0,4 kV [22].

W aglomeracjach miejskich spotyka się stacje 110 kV i stacje SN. Z racji funkcji jakie pełnią w systemie elektroenergetycznym stacje 110kV/SN lub 110kV/SN/SN to stacje GPZ (Główny Punkt Zasilania) lub RPZ (Rejonowy Punkt Zasilania), natomiast stacje SN/SN to stacje RSM (Rozdzielnia Sieciowa Miejska), a stacje SN/nN to stacje PT (Punkt Transformatorowy) [9].

Stacje 110kV w aglomeracjach miejskich realizuje się jako: napowietrzne, wewnętrzne lub kontenerowe.

Rozwiązania techniczne i konstrukcyjne stosowane w stacjach 110 kV podobnie jak w innych stacjach elektroenergetycznych muszą spełniać określone 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 [9]. Wymagania te muszą być spełnione zarówno w warunkach pracy normalnej jak i zakłóceń.

Stacje 110kV w aglomeracjach miejskich należą najczęściej do operatorów systemów dystrybucyjnych.

W przypadku aglomeracji warszawskiej jest to innogy Stoen Operator Sp.z o.o., poznańskiej - ENEA Operator Sp. z o.o., gdańskiej - ENERGA-OPERATOR S.A., łódzkiej - PGE Dystrybucja S.A., a w przypadku aglomeracji krakowskiej wrocławskiej i śląskiej jest to TAURON Dystrybucja S.A.

2. UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE REALIZACJI BUDOWY STACJI ELEKTROENERGETYCZNEJ

Realizacja inwestycji związanej z budową nowej stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej wymaga przygotowania złożonej dokumentacji na potrzeby procesu decyzyjnego z nią związanego. Prace te obejmują zagadnienia techniczno-ekonomiczne oraz formalno-prawne. Przy czym zagadnienia formalno-prawne stanowią najistotniejszą i najdłuższą stronę przygotowania realizacji inwestycji [8].

Podstawowe etapy realizacji procedur formalno-prawnych w przypadku inwestycji dotyczących stacji elektroenergetycznych obejmują:

- ujęcie inwestycji w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy,
- wprowadzenie inwestycji do miejscowego planu zagospodarowania terenu lub ustalenie lokalizacji inwestycji celu publicznego w drodze decyzji,
- uzyskanie pozwolenia na budowę,
- uzyskanie pozwolenia na użytkowanie inwestycji (po zakończeniu budowy) [8].

Ujęcie inwestycji w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy i wprowadzenie inwestycji do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy odbywa się na podstawie ustawy [4].

Uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę jest realizowane w oparciu o ustawę [2] i wymaga:

- opracowania projektu przez projektantów posiadających stosowne uprawnienia,
- opracowania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko,
- uzyskania wymaganych uzgodnień, opinii i pozwoleń dla rozwiązań projektowych, wynikających m.in. z: przepisów ochrony środowiska, o ochronie gruntów rolnych i leśnych, przepisów przeciwpożarowych, o ewidencji uzbrojenia podziemnego i innych; uzyskania prawa do dysponowania nieruchomością na cele budowlane; przeprowadzenia postępowania w sprawie oceny oddziaływania

na środowisko planowanej inwestycji i uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach [8].

W obecnym stanie prawnym realizacja budowy nowej stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej wymaga stosowania się przez inwestorów (operatorów systemów) do postanowień zawartych w bardzo wielu ustawach, szczegółowych aktach wykonawczych do tych ustaw, w formie rozporządzeń opracowanych przez właściwych Ministrów, oraz wielu przepisów szczegółowych, wytycznych i norm. Zagadnienie to szczegółowo przedstawiono m.in. w publikacji [8].

Wśród wspomnianych ustaw znajduje się grupa ustaw dotyczących ochrony środowiska, które określają aspekty środowiskowe przygotowania i realizacji inwestycji elektroenergetycznych. Obejmują one m.in. ustawy: [2,3,4,5,6,7]. Ponadto bardzo duży nacisk na ochronę środowiska zawarty jest również w kluczowej dla funkcjonowania sektora elektroenergetycznego ustawie - prawo energetyczne [1]. Postanowienia zawarte w tych ustawach wprowadzają rozwiązania i procedury dotyczące ochrony środowiska. Konieczne jest m.in. przeprowadzenie postępowania związanego z oceną oddziaływania na środowisko przyrodnicze planowanego przedsięwzięcia inwestycyjnego z udziałem społeczeństwa i uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji inwestycji.

Wśród wymienionych ustaw znajduje się również grupa ustaw, które wprowadzają aspekty społeczne przygotowania i realizacji inwestycji sieciowych. Obejmują one m.in. ustawy: [2,3,4,5]. Postanowienia zawarte w tych ustawach wprowadzają rozwiązania i procedury które wymagają konsultacji społecznych i akceptacji społeczności lokalnej dla procesu realizacji budowy nowych stacji elektroenergetycznych. Akceptacja społeczna jest szczególnie istotna w sprawach dotyczących: ujęcia inwestycji w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy i pozyskania decyzji środowiskowej [8].

Nadmierne rozproszenie i skomplikowanie przepisów dotyczących procesu budowy nowych stacji elektroenergetycznych oraz utrudnienia z nich wynikające przyczyniają się do powstania wielu barier formalno-prawnych, środowiskowych i społecznych skutecznie ograniczających szybkość i efektywność procesu inwestycyjnego dla tych obiektów oraz do znacznego obciążenia finansowego operatorów systemów z tytułu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.

Na skutek niejednoznaczności i sprzeczności przepisów oraz odmiennej ich interpretacji przez organy administracji samorządowej, skomplikowanych procedur, wielu stron uczestniczących na wszystkich etapach postępowania i pogodzenia ich różnych interesów czas trwania procedur formalno-prawnych koniecznych do uzyskania pozwolenia na budowę może wynieść nawet kilka lat w przypadku wykorzystania przez właścicieli i użytkowników terenów procedur odwoławczych [10]. Taki stan wynika również z konieczności pozyskania terenów dla potrzeb budowy nowej stacji elektroenergetycznej często od różnych właścicieli gruntów oraz sąsiedztwa planowanej lokalizacji stacji elektroenergetycznej z obszarami należącymi do wielu właścicieli i użytkowników gruntów. Ponadto stacje elektroenergetyczne 110 kV należą do przedsięwzięć, które mogą znacząco negatywnie oddziaływać na środowisko przyrodnicze, co powoduje powstawanie wielu konfliktów

społecznych już na etapie ich lokalizacji. Potencjalne oddziaływanie środowiskowe stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej obejmuje m.in.: oddziaływanie pól elektromagnetycznych, wpływ na krajobraz, wpływ na klimat akustyczny, wpływ na wodę (podziemną i powierzchniową), wpływ na jakość gleb, wpływ na zwierzęta i rośliny oraz wpływ na zdrowie ludzi [10]. Przyczyną wagi tych czynników jest zróżnicowana w zależności od miejsca lokalizacji stacji i wymusza konieczność zastosowania odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjnego.

3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE STACJI 110 kV W AGLOMERACJI MIEJSKIEJ

Decyzja o wyborze rozwiązania konstrukcyjnego stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej zależy, obok wspomnianych już uwarunkowań środowiskowych, od takich elementów jak: możliwość pozyskania terenu i koszty terenu pod budowę stacji elektroenergetycznej, warunki architektoniczne otoczenia i ograniczenie terenu przeznaczonego pod budowę stacji oraz konieczność nawiązania do istniejącej zabudowy, co wymaga zrealizowania stacji wewnętrznej z budynkiem o architekturze komponującej się z otoczeniem [10].

Ponadto inwestorem i zarazem przyszłym użytkownikiem nowych stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej są przeważnie, jak wspomniano, operatorzy systemów dystrybucyjnych dla których jednym z najważniejszych zadań jest stałe obniżanie kosztów eksploatacyjnych [11]. Dlatego przy wyborze rozwiązania technicznego takiej stacji oprócz bezpośrednich kosztów związanych z budową uwzględnia się również kryteria eksploatacyjne uwzględniające takie elementy jak: awaryjność, okresy przeglądów czy żywotność urządzeń.

Czynniki lokalizacyjne przy wyborze rozwiązania konstrukcyjnego stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej obejmują:

- mały koszt pozyskania terenu,
- zapewnienie rozbudowy stacji przez zarezerwowanie odpowiedniego terenu,
- możliwość dostosowania stacji do otoczenia pod względem architektonicznym,
- możliwie centralne położenie w stosunku do stacji zasilanych i odbiorców,
- łatwość wyprowadzenia linii napowietrznych i kablowych ze stacji,
- możliwie najmniejszy obszar dotknięty skutkami zakłóceń występujących w stacji,
- korzystne rozwiązanie stacji pod względem nakładów inwestycyjnych i kosztów eksploatacji [10].

Zlokalizowanie stacji elektroenergetycznej 110 kV w aglomeracjach miejskich często stanowi poważny problem, bowiem wywołuje zakłócenia funkcjonalne zarówno w bezpośrednim jak i dalszym sąsiedztwie stacji. Trudno jest uzyskać dla lokalizacji takiej stacji możliwie centralne położenie w stosunku do stacji zasilanych i odbiorców z racji wysokiej zabudowy i dużej koncentracji mocy odbieranej na stosunkowo małym obszarze [10].

W stacjach należących do krajowych operatorów systemów dopuszczalne układy konstrukcyjne w rozdzielniach 110 kV obejmują:

- napowietrzne otwarte z szynami linkowymi,
- napowietrzne otwarte z szynami rurowymi,

- napowietrzne otwarte modułowe – z zastosowaniem rozwiązań kompaktowych,
- napowietrzne hybrydowe – zintegrowane pola z izolacją gazową przyłączane do klasycznych szyn zbiorczych,
- napowietrzne z izolacją gazową SF₆,
- wewnętrzne z izolacją gazową SF₆ [21,22,25].

W przypadku braku możliwości zrealizowania rozwiązania napowietrzego otwartego przewiduje się zastosowanie rozdzielni hybrydowej lub wewnętrznej z izolacją gazową SF₆ [11].

Rozdzielnice GIS stosowane w stacjach 110 kV w aglomeracjach miejskich mają budowę odmienną niż w przypadku rozwiązań napowietrznych. Zastosowano w nich jako medium izolacyjne gaz SF₆ który pełni funkcje zarówno czynnika izolującego jak i czynnika służącego do gaszenia łuku elektrycznego. Każda rozdzielnica GIS składa się z komór gazowych, w których zlokalizowane są urządzenia elektroenergetyczne. Komory gazowe są rozdzielone między sobą grodziami gazoszczelnymi, a ciśnienie gazu jest monitorowane. Obudowa komór wytwarzana jest ze specjalnie zaprojektowanego pod względem wytrzymałościowym i szczelności stopu aluminium.

Zasadniczo rozdzielnice GIS można podzielić na rozdzielnice w obudowie: jednobiegunowej (każda faza jest rozmieszczona w osobnej obudowie, rozdzielnice zajmują znacznie większą powierzchnię) oraz trójbiegunowej (wszystkie fazy są rozmieszczone w osobnej obudowie) [9]. Te ostatnie są stosowane w stacjach 110 kV w aglomeracjach miejskich.

Na świecie jest kilkunastu producentów rozdzielnic GIS. Należą do nich m.in. ABB, Siemens, GE/Alstom, Elektrobudowa Konin, Koncar, GANZ, Hyosung i Mitsubishi Electric. Przy czym w kraju w aglomeracjach miejskich spotyka się rozwiązania firm: ABB, Siemens, GE/Alstom i Elektrobudowa Konin [10]. Najbardziej popularne to rozdzielnice GIS 110 kV: typu ELK 04 firmy ABB [17], 8DN8 firmy Siemens [24] oraz Optima 145 firmy Elektrobudowa Konin [18]. Wśród wielu nowych krajowych stacji 110 kV z rozdzielnicą GIS 110 kV znajdują się m.in. nowoczesne bezobsługowe stacje elektroenergetyczne RPZ Stadion 110/15 kV i RPZ Wilanów 110/15 kV w Warszawie, GPZ R-111 Wilcza 110/20 kV we Wrocławiu [10].

Rozdzielnice GIS odznaczają się całą gamą zalet. Należą do nich: elastyczność rozwiązania, oszczędność miejsca, kompaktowość, wysoka niezawodność i bezpieczeństwo pracy, duża trwałość, modułowa konstrukcja z możliwością łatwej rozbudowy, ułatwiona obsługa oraz dostępność dodatkowych komponentów. Podstawową wadą tych rozdzielnic jest niestety znaczny koszt ich realizacji (średnio dwukrotnie większy od rozwiązań napowietrznych) [10].

W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach są również budowane stacje w technologii HIS (stacje z aparaturą o wysokim stopniu integracji), np. do zasilania centrów finansowo-biurowych w aglomeracjach miejskich, gdzie wysokie wymagania zasilania wymagają stosowania rozwiązań o najwyższej dostępnej niezawodności zasilania [11].

Wprowadzenia linii 110 kV do stacji wewnętrznych 110 kV są z reguły kablowe, a linie napowietrzne kończą się w pewnej odległości od stacji, tym większej im bliżej centrum aglomeracji zlokalizowana jest taka stacja. We wszystkich nowych projektach jest zauważalna

tendencja do redukcji liczby aparatów i rezygnacji z budowy pól w układzie klasycznym [11]. Nie powoduje to jednak obniżenia funkcjonalności pierwotnych i wtórnych obwodów stacyjnych.

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe w stacjach 110 kV zbudowane są na bazie pól kompaktowych i aparatów wielofunkcyjnych.

Na świecie jest wielu producentów rozdzielnic napowietrznych modułowych. Należą do nich renomowane koncerny branży elektrotechnicznej: ABB, Siemens, GE/Alstom itd. Przy czym w kraju w aglomeracjach miejskich spotyka się głównie rozwiązania firm ABB i Siemens [10]. Najbardziej popularne to rozdzielnice 110 kV wykorzystujące moduły PASS lub COMPASS firmy ABB [13] oraz Simover C lub Simobreaker firmy Siemens [15]. Te kompaktowe moduły są bardzo dobrym rozwiązaniem dla rozdzielni napowietrznej 110 kV w sytuacji, gdy występują ograniczenia powierzchni. Dzięki ich zastosowaniu wymagana powierzchnia rozdzielni w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi jest mniejsza o ok. 60% w przypadku wykorzystania modułów PASS lub 50% w przypadku wykorzystania modułów COMPASS [13].

Moduł kompaktowy PASS M0 jest równoważny polu rozdzielczemu 110 kV i może zawierać następujące elementy: wyłączniki (1 lub 2), odłączniko–ziemniki (1 lub 2), przepustowe przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe w izolacji gazowej i silikonowe izolatory przepustowe [17]. Wszystkie części aktywne w module umieszczone są w szczelnym, uziemionym zbiorniku aluminiowym, wypełnionym sprężonym gazem SF₆.

Moduł kompaktowy COMPASS M0 zawiera wysuwany wyłącznik SF₆ z komorami łukowymi w układzie poziomym i wielordzeniowe elektromagnetyczne przekładniki prądowe z izolacją SF₆ [14].

Moduł kompaktowy Simover C jest rozwiązaniem w którym występuje ruchomy wyłącznik oraz widoczne i bezpieczne przerwy odłącznikowe w powietrzu (uzyskane dzięki ruchowi całego wyłącznika) [15].

Moduł kompaktowy Simobreaker jest rozwiązaniem z odłącznikiem obrotowym, w którym pole jest zbudowane z umieszczonych na wspólnej ramie następujących aparatów: wyłącznika z izolacją SF₆, przekładnika prądowego lub kombinowanego, odłącznika poziomo-obrotowego, napędu silnikowego odłącznika i uziemnika [16].

Rozwiązania modułowe odznaczają się szeregiem zalet. Należą do nich: znaczne zmniejszenie powierzchni terenu zajmowanego przez rozdzielnię w stosunku do rozwiązań konwencjonalnych, uproszczenie projektu rozdzielni dzięki zastosowaniu rozwiązań typowych pól, skrócenie czasu budowy oraz obniżenie kosztów inwestycji, zwiększenie przejrzystości układu rozdzielni, większa niezawodność pracy dzięki zintegrowaniu wielu funkcji w jednym urządzeniu, zwiększenie bezpieczeństwa obsługi, szybka i skuteczna reakcja w przypadku awarii elementu pola kompaktowego (naprawa polega na wymianie całego pola lub uszkodzonego modułu, elementu), ograniczenie prac montażowych, ograniczenie koniecznych prac serwisowych oraz poprawa estetyki [10].

4. SYSTEMY STEROWANIA I NADZORU STACJI 110 kV W AGLOMERACJI MIEJSKIEJ

Proces prowadzenia ruchu w stacji 110 kV w

aglomeracji miejskiej realizowany przez dyspozytora jest skomplikowany i złożony. Z jednej strony stale zwiększa się liczba i rodzaj zainstalowanych urządzeń i aparatów w takich stacjach, złożoność układów pracy, a z drugiej - następuje ciągły wzrost wymagań stawianych obsłudze w zakresie sterowania i nadzoru oraz bardzo silny nacisk na niezawodność pracy takiej stacji, pewność i bezpieczeństwo dostawy energii dla odbiorców z niej zasilanych. Istotną pomoc dla dyspozytora stanowią obecnie systemy sterowania i nadzoru (SSiN) stacji elektroenergetycznych, które umożliwiają m.in. ciągłe nadzorowanie pracy stacji i współdziałanie z układami automatyki zabezpieczeniowej, układami sterowania, blokad i sygnalizacji [12]. Systemy te uwzględniają specyfikę stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej w których z jednej strony występuje duża różnorodność układów ze względu na wiele wersji urządzeń i elementów systemu podlegających ochronie, a z drugiej są stosowane urządzenia wytwarzane przez różne firmy zarówno krajowe jak i zagraniczne. Dodatkowo w takich stacjach występują obok nowych urządzeń i układów, modernizacje już istniejących, przy jednoczesnym istnieniu sprawnie działających urządzeń i aparatów zainstalowanych w przeszłości [9].

Standardowe funkcjonalności SSiN obejmują następujące takie obszary jak: SCADA/HMI, sygnalizacja i pomiary, sterowania i blokady, automatyki, łącze inżynierskie, synchronizacja czasu, redundancja i diagnostyka [12].

SCADA (ang. *Supervisory Control and Data Acquisition*) ogólnie stanowi system wspomagający zarządzanie procesami technologicznymi przebiegającymi na obiekcie, którym w analizowanym przypadku jest stacja elektroenergetyczna 110 kV [12].

SCADA jest centralnym elementem systemu sterowania i nadzoru odpowiedzialnym za zbieranie i archiwizację danych oraz umożliwiającym wykonywanie zdalnych sterowań. Wszystkie te dane są udostępniane dla graficznego interfejsu użytkownika HMI (ang. *Human-Machine Interface*), gdzie są prezentowane w formie wizualizacji.

Podstawowe możliwości systemu SCADA/HMI obejmują: przybliżanie i oddalanie widoku; „odszerzanie” informacji przy oddalaniu widoku; obsługę wielu ekranów; zarządzanie alarmami (sygnalizację wizualną i dźwiękową oraz kwitowanie); zarządzanie kontami użytkowników; zarządzanie notatkami; eksport danych do plików oraz administrację i diagnostykę systemu [12].

Rozwiązania systemów sterowania i nadzoru w stacjach elektroenergetycznych zasadniczo dzieli się na: standardowe, zaawansowane i kompleksowe.

Standardowe SSiN są rozwiązaniami najtańszymi, posiadają jedynie podstawowe funkcje systemowe i opierają się na najprostszych architekturach sieciowych (głównie komunikacja szeregową) [12].

Zaawansowane SSiN posiadają dodatkowe funkcjonalności, takie jak np. redundancja, zaawansowane technologie sieciowe, łącze inżynierskie itp. Ukierunkowane są na większą bezawaryjność i optymalizację przepływu danych.

Kompleksowe SSiN posiadają szeroką gamę funkcjonalności i obejmują kilka stacji. Stosuje się w nich najnowsze i najlepsze technologie i urządzenia. Systemy te umożliwiają również integrację z systemami obsługującymi

inne procesy technologiczne w przedsiębiorstwie energetycznym.

Systemy sterowania i nadzoru w swojej pełnej wersji umożliwiając dla stacji 110 kV w aglomeracji miejskiej: prezentację sieci i stacji elektroenergetycznej, prezentację stanu urządzeń stacyjnych, selekcję obiektów, realizację operacji makietowych, prowadzenie dziennika dyspozytorskiego i list informacyjnych, sterowanie (blokady i uprawnienia), przekazywanie kompetencji, analizę bilansów, prezentację układu normalnego, wykorzystanie symulatora treningowego, eksport danych, prowadzenie rejestrów i dzienników operacyjnych, sygnalizację świetlną i akustyczną alarmów, stosowanie profili użytkownika, administrację i diagnostykę systemu, realizację wykresów, analizę topologiczną i prezentację braku zasilania [12].

W stacjach 110 kV w aglomeracjach miejskich są obecnie powszechnie stosowane różnorodne systemy sterowania i nadzoru, które umożliwiają wspomaganie, nadzorowanie i kierowanie pracą stacji. Do najczęściej stosowanych przez krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych należą systemy: SYNDIS [20], WindEx [19] i PACiS [23].

5. WNIOSKI

Stacje 110 kV w aglomeracjach miejskich posiadają bardzo zróżnicowaną budowę. Wynika to z konieczności optymalizacji rozwiązania technicznego – ekonomicznego takiej stacji przez operatora systemu dystrybucyjnego. Przy projektowaniu i wyborze rozwiązania konstrukcyjnego stacji bierze się pod uwagę zarówno względy inwestycyjne jak i eksploatacyjne. Należą do nich m.in.: liczba instalowanych aparatów rozdzielczych, zajmowany teren, możliwość etapowej budowy, niezawodność, elastyczność oraz wymagania wynikające z roli danej stacji w lokalnym systemie dystrybucyjnym aglomeracji miejskiej.

Do budowy stacji 110 kV w aglomeracjach miejskich zalecane są rozdzielnice GIS. Mogą spełniać różnorodne wymogi architektoniczne, być zlokalizowane w centrach aglomeracji, blisko budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej oraz w miejscach w których jest wymagane ograniczenie powierzchni terenu zajmowanego przez stację elektroenergetyczną. Rozdzielnice w izolacji SF₆ cechują się wieloma zaletami w porównaniu z tradycyjnymi napowietrznymi rozwiązaniami stacji wyposażonymi w aparaturę stacyjną w izolacji powietrznej. Należą do nich przede wszystkim: duża niezawodność, niskie koszty eksploatacyjne oraz duża trwałość.

Budowa stacji napowietrznych 110 kV w aglomeracjach miejskich wymaga stosowania nowoczesnych rozwiązań modułowych lub hybrydowych (z aparaturą o wysokim stopniu integracji), aby maksymalnie ograniczyć powierzchnię niezbędną do budowy stacji.

Przy doborze rozwiązań stacji elektroenergetycznych 110 kV w aglomeracjach miejskich należy zwracać szczególną uwagę na koszty eksploatacyjne i dążyć do ich maksymalnego ograniczenia. Uzyskuje się to m.in. poprzez ograniczenie powierzchni terenów zajmowanych przez stacje i stosowanie kompaktowych rozwiązań modułowych. Rozdzielnice modułowe zajmują obszar średnio o 40 – 60% mniejszy niż klasyczne rozdzielnice napowietrzne. Kompresję tych rozwiązań uzyskuje się przez zintegrowanie funkcji spełnianych przez kilka aparatów w jednym rozwiązaniu konstrukcyjnym. Stacje elektroenergetyczne z rozdzielnicami modułowymi w porównaniu

z rozwiązaniami tradycyjnymi wymagają mniejszej liczby odłączników, fundamentów, konstrukcji wsporczych i połączeń elektrycznych, mają krótszy czas montażu, mają niższe koszty eksploatacji oraz zapewniają większe bezpieczeństwo obsługi dzięki redukcji liczby przeglądów i konserwacji.

W stacjach 110 kV w aglomeracjach miejskich powszechnie stosuje się systemy sterowania i nadzoru, które umożliwiają uzyskanie ogromnych korzyści zarówno dla operatorów systemów dystrybucyjnych jak i odbiorców energii.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89 , poz. 625 z późn. zm.).
2. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 1994 r., Nr 89, poz. 414 z późn. zm.).
3. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2001 r., Nr 62, poz.627 z późn. zm.).
4. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. - O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003 r., Nr 80, poz. 717 z późn. zm.).
5. Ustawa z dnia 3 października 2008 r. - O udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2008 r., Nr 199, poz. 1227).
6. Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. - O ochronie przyrody (Dz.U. z 2004 r., Nr 92, poz. 880 z późn. zm.).
7. Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. - O ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. z 1995 r., Nr 16, poz. 78 z późn. zm.).
8. Dołęga W.: Planowanie rozwoju sieciowej infrastruktury elektroenergetycznej w aspekcie bezpieczeństwa dostaw energii i bezpieczeństwa ekologicznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2013.
9. Dołęga W.: Stacje elektroenergetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007.
10. Dołęga W. Nowoczesne stacje elektroenergetyczne w aglomeracjach miejskich. Energetyka, nr 8, sierpień 2016, str. 473-476.
11. Dołęga W. Stacje wysokich napięć – wybrane aspekty doboru schematów głównych i rozwiązań konstrukcyjnych. Elektro Info, nr 12 grudzień 2016, str. 73-75.
12. Dołęga W. Systemy sterowania i nadzoru w stacjach elektroenergetycznych. Elektro Info, nr 3 marzec 2016, str. 24-29.
13. Materiały informacyjne firmy ABB: Nowoczesne rozwiązania stacji i systemów elektroenergetycznych. Warszawa 2010.
14. Materiały informacyjne firmy ABB: COMPASS Rozwiązania dla stacji elektroenergetycznych wysokiego napięcia. Kraków 2004.
15. Materiały informacyjne firmy Siemens: SIMOBREAKER and SIMOVER – Space-saving air-insulated switchgear. Erlangen 2008.
16. Materiały informacyjne firmy Siemens: High-voltage substations. Siemens Energy Sector – Power Engineering Guide – Edition 7. Erlangen 2013.
17. www.abb.pl [Dostęp 25.08.2017].
18. www.elbudowa.com.pl [Dostęp 25.08.2017].
19. www.elkomtech.com.pl [Dostęp 25.08.2017].
20. www.mikronika.pl [Dostęp 25.08.2017].
21. www.pse.pl [Dostęp 25.08.2017].
22. www.rwestoenoperator.pl [Dostęp 25.08.2017].
23. www.schneider-energy.pl [Dostęp 25.08.2017].
24. www.siemens.com [Dostęp 25.08.2017].
25. www.tauron-dystrybucja.pl [Dostęp 25.08.2017].

110 kV CITY POWER SUBSTATIONS

In this paper, selected aspects concerned realization of construction process, applied constructional solutions and applied monitoring and control systems in 110 kV city power substations are shown. City power substations are shown and their role in complex local city power systems is described. Formal, legal conditionings of realization of construction of 110 kV city power substations are described. Constructional solutions and monitoring and control systems of 110 kV city power substations are analysed.

Keywords: power substation, city, constructional solution, monitoring and control system

