

**KRAJOWE STACJE NAJWYŻSZYCH NAPIĘĆ – PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ
I TECHNOLOGII****Waldemar DOŁĘGA**Politechnika Wroclawska, Wydział Elektryczny
tel.: 71 320 3465,

e-mail: waldemar.dolega@pwr.edu.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane aspekty dotyczące realizacji procesu budowy, stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych oraz technologii w stacjach najwyższych napięć. Przedstawiono stacje elektroenergetyczne 400 i 220 kV i określono ich rolę w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Omówiono uwarunkowania formalno-prawne realizacji budowy stacji najwyższych napięć. Przeanalizowano stosowane w stacjach elektroenergetycznych 400 i 220 kV rozwiązania konstrukcyjne oraz technologie.

Słowa kluczowe: stacja elektroenergetyczna, rozwiązanie konstrukcyjne, technologia.

1. WPROWADZENIE

Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć (NN) obejmują stacje: 400/220/110 kV, 400/110 kV i 220/110 kV. Są elementami składowymi sieci przesyłowej, która z racji swojego usytuowania w systemie elektroenergetycznym i funkcji jaką w nim pełni odgrywa kluczową rolę w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) i ma strategiczne znaczenie dla jego funkcjonowania. Stanowi „rdzeń” systemu elektroenergetycznego i decyduje o jego „wydolności” [4]. Jej podstawowym zadaniem jest zbilansowanie zapotrzebowania i wytwarzania energii elektrycznej z uwzględnieniem wymiany międzysystemowej przy zapewnieniu stabilnej pracy KSE i wymaganej jakości dostarczanej energii elektrycznej. Odpowiada więc m.in. za wyprowadzenie mocy z elektrorowni i przesłanie jej często na znaczne odległości do obszarów zapotrzebowania. W kraju siecią przesyłową zarządza Operator Systemu Przesyłowego (OSP) którym jest spółka ze 100% udziałem Skarbu Państwa – Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.

Stacje NN ze względu na pełnioną rolę, oraz realizowane funkcje w KSE w obszarze przesyłu energii elektrycznej dzieli się zasadniczo na 6 kategorii zdefiniowanych w tabeli 1.

Podstawowe wymagania techniczne dla nowobudowanych, rozbudowywanych i modernizowanych stacji NN są zawarte w standardowych specyfikacjach funkcjonalnych opracowanych przez Departament Eksploatacji PSE S.A. Należą do nich specyfikacje [11-15]. Zakres specyfikacji obejmuje warunki techniczne dla wszystkich typów rozdzielni i stacji elektroenergetycznych oraz ich wyposażenia, realizowanych na poziomie napięcia: 400 kV, 220 kV i 110 kV.

Tabela 1. Podział stacji ze względu na pełnioną rolę, oraz realizowane funkcje w Krajowym Systemie Przesyłowym (KSP) [11]

Lp.	Kategoria stacji	Główne funkcje
1.	Stacje przyelektrowniane Systemowe	Stacje z miejscem dostarczania energii z bloków konwencjonalnych o mocy co najmniej 100 MVA.
2.	Stacje przyelektrowniane międzysystemowe	Stacje z miejscem dostarczania energii z bloków o mocy co najmniej 100 MVA, posiadające powiązania liniowe na napięciu 220 kV lub 400 kV z systemami państw współpracujących z KSP synchronicznie lub przez sprzęgła AC/DC/AC.
3.	Stacje systemowe	Wszystkie stacje z transformatorami sprzęgłowymi 400/220 kV bez odbioru energii przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD) lub z transformacją 400/110 kV lub 220/110 kV i z odbiorem przez OSD w polach linii 110 kV.
4.	Stacje systemowe z miejscem odbioru	Wszystkie stacje bez lub z transformatorami sprzęgłowymi 400/220 kV i z transformatorami NN/110 kV z miejscem odbioru energii przez OSD po stronie 110 kV transformatorów NN/110 kV, posiadające, co najmniej 3 powiązania liniowe 220 kV lub 400 kV.
5.	Stacje międzysystemowe	Wszystkie stacje posiadające powiązania liniowe na napięciu 220 kV lub 400 kV z systemami państw współpracujących z KSP synchronicznie lub przez sprzęgła AC/DC/AC.
6.	Stacje odbiorcze	Stacje zasilane, co najwyżej dwoma liniami 400 kV lub 220 kV, z miejscem odbioru energii przez OSD po stronie 110 kV transformatorów 400/110 kV lub 220/110 kV.

W specyfikacjach zawarto wymagania odnoszące się do stacji otwartych z izolacją powietrzną oraz stacji okapturzonych izolowanych przez zastosowanie gazu SF₆ [16], w tym również wymagania budowlane i architektoniczne dla obiektów stacyjnych.

Wymagania dotyczą również pozostałych poziomów napięć które występują na stacji NN. Są to napięcia związane z zasilaniem potrzeb własnych i określane jako napięcia pomocnicze do technologicznej funkcji stacji.

Rozwiązania techniczne i konstrukcyjne stosowane w stacjach NN 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 zakłóceńowej.

Obecnie w kraju znajduje się 69 stacji 220 kV i 37 stacji 400 kV w których użytkowanych jest 211 autotransformatorów i transformatorów najwyższych napięć [17].

2. UWARUNKOWANIA FORMALNO-PRAWNE

Realizacja inwestycji związanej z budową nowej stacji elektroenergetycznej NN wymaga przygotowania bardzo 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 [4].

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 oraz uzyskanie pozwolenia na użytkowanie inwestycji (po zakończeniu budowy) [3].

Ujęcie inwestycji w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy i wprowadzenie inwestycji do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy odbywa się na podstawie ustawy [2]. Natomiast uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę jest realizowane w oparciu o ustawę [1] i wymaga: opracowania projektu przez projektantów posiadających stosowne uprawnienia, opracowania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko oraz uzyskania bardzo wielu 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 [4].

W obecnym stanie prawnym realizacja budowy nowej stacji elektroenergetycznej NN wymaga stosowania się przez inwestora (operatora systemu przesyłowego) do postanowień

zawartych w bardzo wielu ustawach, szczegółowych aktach wykonawczych do tych ustaw (rozporządzeniach) oraz wielu przepisów szczegółowych, wytycznych i norm. Przedstawiono je w publikacji [4]. W kontekście stacji elektroenergetycznej NN szczególnie istotne są te, które określają aspekty środowiskowe i społeczne dla procesu przygotowania i realizacji dużych inwestycji elektroenergetycznych, do jakich zaliczają się wspomniane stacje.

Niska jakość istniejących regulacji prawnych w tym obszarze, nadmierne rozproszenie i skomplikowanie przepisów dotyczących procesu budowy nowych stacji elektroenergetycznych, ich niejednoznaczność, sprzeczność i duża zmienność powoduje powstanie wielu utrudnień [3]. Przejawiają się one w postaci powstania wielu barier formalno-prawnych, środowiskowych i społecznych skutecznie ograniczających szybkość i efektywność procesu inwestycyjnego dla tych obiektów oraz do znacznego obciążenia finansowego operatora systemu przesyłowego z tytułu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego. Ponadto stwarzają duże zagrożenie dla wykorzystania środków unijnych przy ich finansowaniu.

Czas trwania procedur formalno-prawnych koniecznych do uzyskania pozwolenia na budowę nowej stacji elektroenergetycznej NN może wynieść nawet kilka lat [3]. Przy czym minimum jest to 3-5 lat [4]. Stacje elektroenergetyczne NN 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 takiej stacji 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 [3]. Przy czym waga tych czynników jest zróżnicowana w zależności od miejsca lokalizacji stacji i wymusza konieczność zastosowania odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjnego, minimalizującego negatywne oddziaływanie stacji na otoczenie.

3. ROZWIĄZANIA KONSTRUKCYJNE I TECHNOLOGICZNE STACJI NN

Decyzja o wyborze rozwiązania konstrukcyjnego i technologicznego stacji elektroenergetycznej NN zależy, obok uwarunkowań środowiskowych, od takich elementów jak: rola stacji w KSE, wymagane funkcjonalności stacji (np. elastyczność, pewność pracy, poziom automatyzacji stacji), lokalizacja stacji, uwarunkowania topograficzne i geologiczne terenu stacji, powiązanie stacji z siecią przesyłową i dystrybucyjną 110 kV, układ połączeń stacji, plan generalny stacji czy układy konstrukcyjne [7]. Ponadto przy wyborze uwzględnia się przewidywane nakłady inwestycyjne oraz koszty utrzymania stacji w czasie całego okresu jej życia.

W stacjach NN stosuje się zasadniczo trzy technologie budowy: rozdzielnie izolowane powietrzem (AIS – ang. Air Insulated Switchgear), rozdzielnie izolowane gazem (GIS – ang. Gas Insulated Switchgear) i rozdzielnie hybrydowe, mieszane (MTS - ang. Mixed Technology Switchgear). Te ostatnie obejmują rozdzielnice wykonane w technologii modułowej mieszanej wykorzystujące urządzenia typu DT (ang. Dead Tank) oraz moduły izolowane SF₆.

Zgodnie zaleceniami OSP w stacjach NN w rozdzielniach o napięciu 400 kV, 220 kV i 110 kV, jako dopuszczalne układy konstrukcyjne przyjmuje się następujące rozwiązania:

- napowietrzne otwarte z szynami rurowymi (AIS),
- napowietrzne, mieszane – zintegrowane modułowe pola z izolacją gazową w wykonaniu napowietrznym przyłączane do klasycznych szyn zbiorczych (MTS),
- napowietrzne, okapturzone z izolacją gazową SF₆ (GIS - napowietrzny),
- wewnętrzne z izolacją gazową SF₆ (GIS).

Dla rozwiązań napowietrznych otwartych jest zalecane stosowanie szyn rurowych, które wymagają niższych konstrukcji w porównaniu z tradycyjnym oszynowaniem linkowym. Szyny z rur aluminiowych instalowane są na konstrukcjach wsporczych wysokich z pionowymi izolatorami wsporczymi [11].

W nowoczesnych rozdzielnicach napowietrznych zabudowuje się modułowe prefabrykowane urządzenia łączące w sobie funkcje wyłączników, odłączników, przekładników prądowych i przekładników napięciowych bądź wybrane kombinacje urządzeń. Budowa tego typu urządzeń zawiera w sobie współpracujące elementy pól rozdzielnic ograniczając przestrzeń nawet do 45% w stosunku do tej jaką zajmowały by te same urządzenia przy zastosowaniu osobnych konwencjonalnych konstrukcji. Najczęściej łączone są ze sobą przekładniki prądowe i napięciowe tworząc tzw. przekładnik kombinowany, wyłącznik z przekładnikami prądowymi i/lub napięciowymi oraz wyłącznik z odłącznikiem. Do zalet urządzeń modułowych oprócz wymienionych wcześniej należy dodać, że ich stosowanie korzystnie wpływa na skrócenie czasu budowy stacji i pozwala na obniżenie nakładów inwestycyjnych

Rozdzielnie napowietrzne, okapturzone z izolacją gazową SF₆ dopuszcza się w przypadku rozbudowy istniejącej rozdzielni otwartej z izolacją powietrzną przy jednoczesnym braku miejsca na utrzymanie już istniejącego rozwiązania konstrukcyjnego. Mogą one być także stosowane w stacjach przyelektrownianych, które znajdują się w pobliżu elektrowni, jeżeli mała ilość miejsca uniemożliwia zastosowanie rozwiązań otwartych z izolacją powietrzną. Rozwiązania modułowe w formie napowietrznej otwartej są dopuszczalne tylko dla rozdzielni 220 kV i 110 kV. Każdy kompaktowy moduł jest równoważny polu wysokonapięciowemu i może zawierać następujące elementy: jeden lub dwa wyłączniki, jeden lub dwa odłączniki – uziemniki, przepustowe przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe w izolacji gazowej i silikonowe izolatory przepustowe [7]. W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach są również stosowane rozwiązania w technologii HIS (z aparaturą o wysokim stopniu integracji). Oznaczają się one wysokim poziomem technicznym i technologicznym i bardzo dużą niezawodnością [9].

Rozdzielnie wewnętrzne z izolacją gazową SF₆ realizowane są w oparciu o rozdzielnice GIS najwyższych i wysokich napięć. Stanowią nowoczesne rozwiązania o najwyższym poziomie technicznym i technologicznym, które odznaczają się wieloma zaletami w porównaniu do tradycyjnych napowietrznych rozwiązań rozdzielni w stacjach elektroenergetycznych NN. Należą do nich przede wszystkim: modułowa kompaktowa budowa, wysoka niezawodność, duża elastyczność, niewielkie wymagania przestrzenne, stosunkowo mała powierzchnia zajmowana,

łatwość, prostota i bezpieczeństwo obsługi, niskie koszty eksploatacyjne, łatwość rozbudowy oraz duża trwałość. Mogą być dostosowane ściśle do indywidualnych potrzeb inwestora (operatora systemu przesyłowego) i uwzględniać: warunki lokalizacyjne, wymiary budynków, przyszłą rozbudowę.

Z racji uwarunkowań lokalizacyjnych i środowiskowych rozdzielnice GIS są coraz częściej stosowane w stacjach elektroenergetycznych NN w rozdzielniach o napięciu 400 kV, 220 kV i 110 kV na terenie kraju, przy czym są to rozwiązania zalecane szczególnie w aglomeracjach miejskich.

Wybór rozwiązania i technologii rozdzielni w wykonaniu napowietrznym lub wewnętrznym wymaga zarówno właściwej oceny układów jak i pełnej znajomości charakterystyki pracy poszczególnych urządzeń. Ważną rolę w tym procesie odgrywają też następujące czynniki: powierzchnia niezbędnego terenu dla budowy /modernizacji rozdzielni; spełnienie wymagań pewności i niezawodności pracy; wrażliwość na zakłócenia zewnętrzne; emisja hałasu i wytwarzanie pól elektromagnetycznych; czas życia rozdzielni, urządzeń, aparatury; liczba i częstotliwość wymaganych zabiegów eksploatacyjnych oraz warunki wykonywania prac eksploatacyjnych dla personelu eksploatacyjnego [12].

Standardowe specyfikacje funkcjonalne [12], [13] i [15] zawierają odpowiednio warianty planów sytuacyjnych rozdzielni i rozwiązań technicznych budynku technologicznego stacji z których podczas projektowania stacji należy wybrać najbardziej optymalny oraz rysunki przekrojów pól: liniowych, transformatorowych, pomiarowych, sprzęgłowych, itp. z podaną przykładową lokalizacją aparatów. Jest to zbiór wytycznych dla projektantów stacji, którego celem jest typizacja rozwiązań konstrukcyjnych stacji i osiągnięcie wysokiej powtarzalności konstrukcji rozdzielni.

Na zastosowane w stacji NN rozwiązanie konstrukcyjne wpływa, jak wspomniano, wiele czynników, wśród których istotne znaczenie mają układy połączeń rozdzielni. Kładzie się w nich nacisk na dużą niezawodność i elastyczność zarówno ruchową jak i eksploatacyjną [7].

W stacjach NN stosuje się różnorodne schematy główne rozdzielni 400 kV, 220 kV i 110 kV. Należą do nich:

- układ z podwójnym systemem szyn zbiorczych - 2S,
- układ z podwójnym systemem szyn zbiorczych i szyną obejściową - 2S+SO,
- układ z potrójnym systemem szyn zbiorczych - 3S,
- układ półtorawyłącznikowy - 3/2W,
- układ dwuwyłącznikowy bez wyłączników w polach transformatorów – czworobok,
- pełny układ dwuwyłącznikowy z dwoma wyłącznikami w polach linii i w polach transformatorów - 2W.

Na bazie analiz wskaźników prawdopodobieństwa wystąpienia przerw funkcji przesyłu i transformacji, symulacji i analiz niezawodności ruchowej schematów głównych oraz analiz kosztów rozwiązań technicznych Departament Eksploatacji PSE S.A. sformułował zalecenia doboru schematów głównych rozdzielni 400 kV, 220 kV i 110 kV w stacjach NN w formie specyfikacji funkcjonalnej [12].

Dla większości nowych rozdzielni 400 kV zaleca się układy wielowyłącznikowe 2W lub 3/2 W. Układ 2S proponowany jest tylko dla „mniejszych” stacji systemowych lub systemowych z miejscem odbioru oraz dla stacji odbiorczych [12].

Dla nowych rozdzielni 220 kV zaleca się układ 2S lub czworobok (dla stacji odbiorczych) lub indywidualny dobór schematu. Nie zaleca się stosować droższych układów wielowyłącznikowych z racji dużych kosztów takiego rozwiązania i faktu, że nie przewiduje się dalszego rozwoju sieci 220 kV.

W przypadku modernizacji istniejących rozdzielni 400 kV lub 220 kV zrealizowanych w układzie 2S+SO dopuszcza się utrzymanie dotychczasowego schematu [12].

Dla rozdzielni 110 kV zaleca się schematy 2S lub 3S w zależności od liczby przyłączonych linii 110 kV [12]. Układy wielosystemowe posiadają wystarczającą niezawodność ruchową i umożliwiają sekcjonowaną pracę rozdzielni 110 kV. W wielu miejscach KSE praca taka jest konieczna ze względu na wymagane ograniczenie poziomów mocy zwarciowej w sieci 110 kV.

W tabeli 2 przedstawiono porównanie technologii budowy rozdzielni o napięciu 400 kV, 220 kV i 110 kV w różnych aspektach środowiskowych, warunków przygotowania inwestycji, zasadniczych cech charakteryzujących poszczególne technologie na etapie ich budowy, eksploatacji, wymagań niezawodności oraz bezpieczeństwa ich pracy.

Tabela 2. Porównanie rozdzielni 400, 220 i 110 kV w wykonaniu AIS, GIS i MTS [12]

Zagadnienie	AIS	GIS	MTS
Lokalizacja			
Tereny wiejskie	++	--	+
Tereny miejskie	--	++	+
Projektowanie, wyposażenie, produkcja komponentów (elementów wyposażenia rozdzielni)			
Proces projektowania koncepcyjny i jego ocena	++	0	+
Dobór materiałów i wyposażenia	+	+	+(-)
Proces budowy/produkcji, kontrola, jakości i montaż (z punktu widzenia montażu na miejscu zabudowy)	-	++	+
Przygotowanie inwestycji - Projektowanie			
Złożoność projektu	++	0	+
Harmonogram realizacji/Plan kontraktu	0	++	+
Plan zagospodarowania terenu	-	++	++
Obwody pierwotne / Prace projektowe część -budowlana	+	++	++
Schematy obwodów wtórnych	++	++	++
Budowa			
Przygotowanie placu budowy	+	++	+
Transport i magazynowanie	-	++	+
Prace budowlane (fundamenty)	+	++	+
Wykwalifikowanie personelu	++	-	+
Prace montażowe	--	++	+
Odbiory	+	++	++
Oddziaływanie na środowisko			
Estetyka	-	++	0
Przyroda	-	++	+
Hałas	0	++	+
Wycieki	-	++	+
EMF/ EMC (pole elektromagnetyczne/ kompatybilność elektromagnetyczna)	0	++	+
Wpływ środowiska			
Warunki klimatyczne (* zastosowanie wewnętrzne)	-	+(++)*	+(++)*

Zanieczyszczenie (* zastosowanie wewnętrzne)	-	0(++)*	0(++)*
Czas czynności wykonywanych na placu budowy/miejscu zabudowy rozdzielni			
Czas przygotowania miejsca pod zabudowę	0	++	+
Czas transportu	-	++	+
Czas budowy	-	++	+
Czas rozruchu	++	++	+
Czas napraw	++	0	+
Czas konserwacji	++	0	+
Eksploatacja i obsługa			
Nadzór	++	0	+
Monitorowanie stanu	-	0	0
Oczekiwany czas życia/eksploatacji	+	+	+
Unieruchomienie i likwidacja	0	+	0
Części zamienne	++	-	0
Zależność od producenta	++	-	+
Zależność od specjalistycznej wiedzy	++	-	+
Nowa stacja	+	++	+
Średni czas konserwacji	+	++	++
Niezawodność	0	++	+
Średni czas naprawy	++	0	+
Narzędzia, obsługa gazu	+	0	0
Badania wyrobu	+	++	+
Badania na budowie	++	++	+
Sprawdzanie wyposażenia	++	++	0
Wykorzystanie do modernizacji/remontu terenu istniejących stacji	+	++	++
Dostępność			
Łatwość konserwacji	-	++	++
Badania			
Badania typu	+	++	+
Elastyczność			
Rozbudowa istniejących stacji	++	+	+
Wykorzystanie do rozbudowy istniejących stacji	0	++	+
Modernizacja/remont istniejących stacji	+	++	+
Bezpieczeństwo obsługi			
Możliwość wypadku/zranienia podczas obsługi	-	++	+
Możliwość wypadku/zranienia podczas konserwacji	-	++	+
Możliwość wypadku/zranienia w przypadku poważnego błędu	--	++	+
Bezpieczeństwo fizyczne			
Zabezpieczenie przed atakiem terrorystycznym	0	++	+
Zabezpieczenie przed wandalizmem	0	++	+
Zabezpieczenie przed kradzieżą metalu	0	++	+
Koszt stacji			
Koszt nabycia	++	-	0
Koszt likwidacji	--	++	+
Uwagi: "++" technologia ta daje zdecydowaną przewagę w stosunku do pozostałych; "+" technologia ta daje przewagę; "0" oznacza stan neutralny; "-" oznacza wadę; "--" oznacza zdecydowaną wadę.			

Przedstawione porównanie wskazuje na zróżnicowane zalety i wady analizowanych technologii budowy rozdzielnic AIS, GIS i MTS. Przy czym technologia AIS wykazuje

najwięcej zdecydowanych wad, a technologia GIS najwięcej zdecydowanych zalet. Natomiast technologia MTS nie wykazuje żadnej zdecydowanej wady przy wykazywaniu wyraźnych zalet w tych samych obszarach w jakich wykazuje je technologia GIS. Technologia AIS charakteryzuje się m.in. najniższym kosztem wybudowania stacji, najszerszym spektrum doboru materiałów, urządzeń i aparatów oraz stanowi najprostszą w obsłudze technologię, która nie wymaga specjalistycznej wiedzy. Technologia GIS charakteryzuje się m.in. największym poziomem niezawodności i pewności pracy oraz bezpieczeństwem zarówno w zakresie fizycznym jak i w procesie jej eksploatacji.

Na podstawie przedstawionej w tabeli 2 analizy zalet i wad technologii można z dużą skutecznością dopasować właściwe rozwiązanie dla zadanych warunków i postawionych wymagań. Przy czym decyzja o wyborze rozwiązania rozdzielni w wykonaniu napowietrznym (AIS) lub w wykonaniu GIS lub MTS powinna być podjęta w zależności od czynników, które są najważniejsze dla danej lokalizacji stacji w KSE. Najczęściej obejmują one: rolę i znaczenie stacji w systemie elektroenergetycznym; wymagania pewności, niezawodności i dyspozycyjności oraz ciągłości zasilania odbiorców; lokalizację stacji oraz efektywność techniczno-ekonomiczną.

4. WNIOSKI

Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć odgrywają kluczową rolę w KSE i mają strategiczne znaczenie dla jego funkcjonowania, dlatego bardzo istotne jest właściwe stosowanie odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych.

Rozwiązania konstrukcyjne rozdzielni 400 kV, 220 kV i 110 kV w stacjach NN zależą od wielu elementów, wśród których szczególnie istotne dotyczą: terenu stacji, jej powiązania z siecią przesyłową i dystrybucyjną 110 kV, układu połączeń, planu generalnego stacji oraz układów konstrukcyjnych. Rozdzielnie realizuje się jako napowietrzne: otwarte, hybrydowe lub z izolacją gazową SF₆ bądź wewnętrzne z izolacją gazową SF₆. Przy czym wśród rozwiązań napowietrznych otwartych dominują rozwiązania modułowe kompaktowe lub z szynami rurowymi.

Rozwiązania schematów głównych rozdzielni 400 kV, 220 kV i 110 kV w stacjach NN powinny odznaczać się bardzo dużą niezawodnością i elastycznością ruchową i eksploatacyjną, co wiąże się z koniecznością stosowania układów: z podwójnym systemem szyn zbiorczych (2S), z podwójnym systemem szyn zbiorczych i szyną obejściową (2S+SO), z potrójnym systemem szyn zbiorczych (3S), półtorawyłącznikowego (3/2W), dwuwyłącznikowego bez wyłączników w polach transformatorów (czworobok) lub pełnego układu dwuwyłącznikowego (2W). Przy czym zalecane układy zależą m.in. od kategorii, rodzaju i parametrów technicznych stacji.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 1994 r., Nr 89, poz. 414 z późn. zm).
2. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. - O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2003 r., Nr 80, poz. 717 z późn. zm).
3. Dołęga W.: Nowoczesne rozwiązania miejskich stacji elektroenergetycznych. XIV Konferencja Naukowo-Techniczna „Instalacje elektryczne niskiego, średniego i wysokiego napięcia” – „Stacje elektroenergetyczne”, Poznań 11.05.2016, Materiały Konferencyjne, Oddział Poznański SEP, Poznań 2016. str.11-19.
4. Dołęga W.: Planowanie rozwoju sieciowej infrastruktury elektroenergetycznej w aspekcie bezpieczeństwa dostaw energii i bezpieczeństwa ekologicznego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2013.
5. Dołęga W.: Rozdzielnice GIS wysokich i najwyższych napięć. Wiadomości Elektrotechniczne, nr 08/2017, str. 29-34.
6. Dołęga W.: Stacje elektroenergetyczne. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2007.
7. Dołęga W.: Stacje najwyższych napięć – wybrane aspekty doboru schematów głównych i rozwiązań konstrukcyjnych, Wiadomości Elektrotechniczne, nr 04/2016, str. 25-28.
8. Materiały informacyjne firmy ABB: Nowoczesne rozwiązania stacji i systemów elektroenergetycznych. Warszawa 2010.
9. Materiały informacyjne firmy Siemens Polska: Rozdzielnice w izolacji gazowej, rozdzielnice HIS. Warszawa 2006.
10. Materiały informacyjne firmy Siemens: High-voltage substations. Siemens Energy Sector – Power Engineering Guide – Edition 7. Erlangen 2013.
11. Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.1: Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć. PSE Operator, Konstancin – Jeziorna 2005.
12. Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.STACJE/2015: Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć. PSE, Konstancin – Jeziorna 2015.
13. Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.2.1: Katalog pól – obwody pierwotne. PSE Operator, Konstancin – Jeziorna 2005.
14. Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.BS/2005v1: Standardowe wymagania budowlane dla obiektów stacyjnych należących do PSE S.A. PSE Operator, Konstancin – Jeziorna 2005.
15. Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.budynki2PL/2007v2: Budynek technologiczny dla stacji elektroenergetycznych dużych. Część architektoniczno – konstrukcyjna oraz instalacyjna. PSE, Konstancin – Jeziorna 2014.
16. Standardy sieci przesyłowej: <http://pse.pl/index.php?dzid=194&did=1882> [Dostęp 18.02.2019].
17. www.pse.pl [Dostęp 18.02.2019].

NATIONAL UHV POWER SUBSTATIONS – REVIEW OF SOLUTION AND TECHNOLOGIES

In this paper, selected aspects concerned realization of construction process, applied constructional solutions and technologies in Ultra High Voltage (UHV) power substations are shown. 400 and 220 kV power substations are shown and their role in National Electric Power System (NEPS) is described. Formal, legal conditionings of realization of construction of UHV power substations are described. Constructional solutions and technologies of 400 and 220 kV power substations are analyzed.

Keywords: power substation, constructional solution, technology.