



Politechnika Wroclawska

**„KRAJOWE STACJE
NAJWYŻSZYCH I WYSOKICH
NAPIĘĆ - PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ
I TECHNOLOGII”**

**Dr hab. inż. WALDEMAR DOŁĘGA Prof.P.Wr.
Seminarium IEEE DEIS, 6.04.2022**



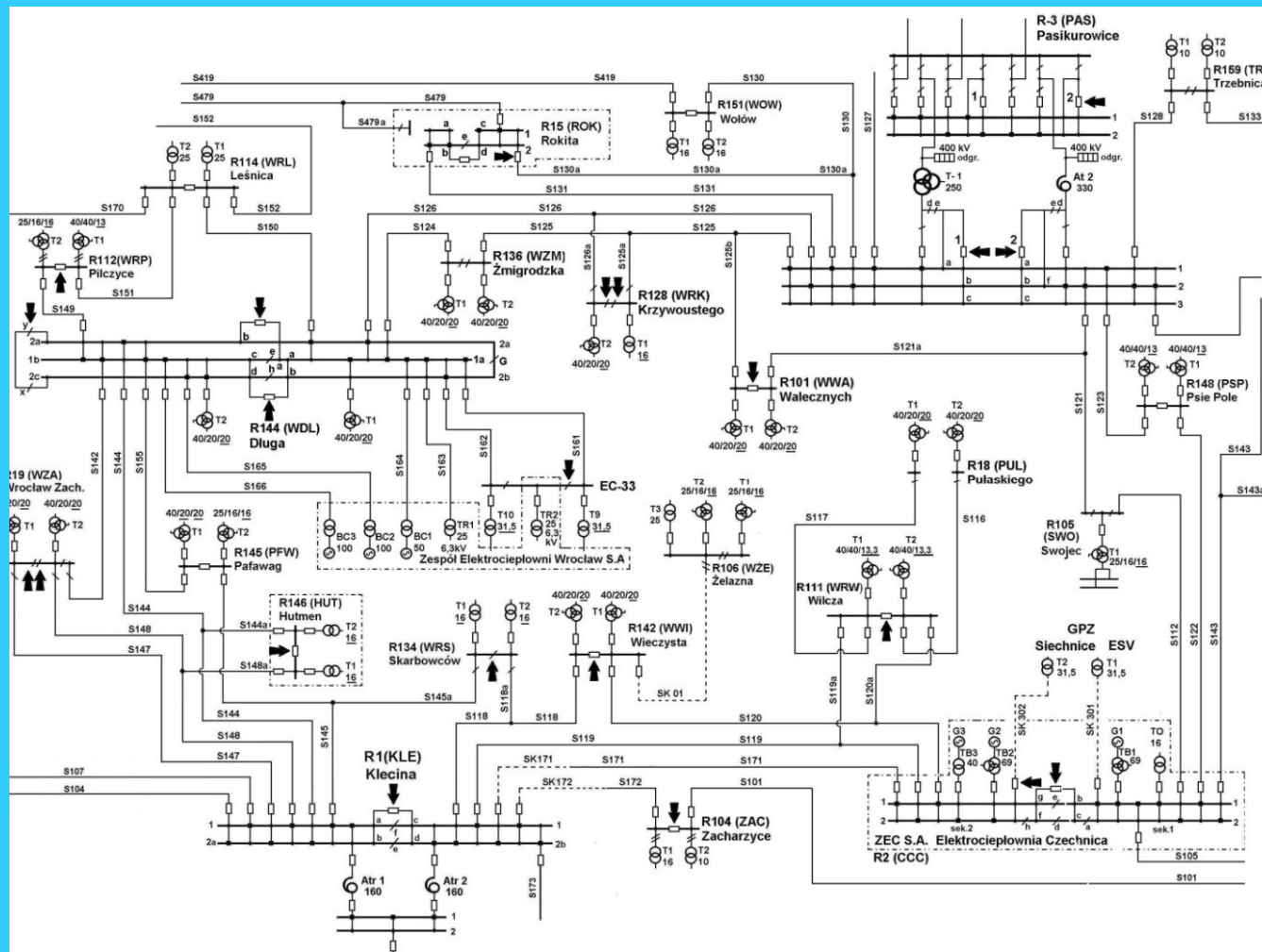
Wprowadzenie

Stacje NN

- ❑ Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć (NN) obejmują stacje: 400/220/110 kV, 400/110 kV i 220/110 kV.
- ❑ Stacje NN - elementy składowe 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.
- ❑ Sieć przesyłowa:
 - **Podstawowe zadanie** - zbilansowanie zapotrzebowania i wytwarzania energii elektrycznej z uwzględnieniem wymiany międzysystemowej przy zapewnieniu stabilnej pracy KSE i wymaganej jakości dostarczanej energii elektrycznej. Odpowiada m.in. za wyprowadzenie mocy z elektrowni i przesłanie jej często na znaczne odległości do obszarów zapotrzebowania.
 - **Zarządzanie siecią** - Operator Systemu Przesyłowego (OSP) - spółka ze 100% udziałem Skarbu Państwa - Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.



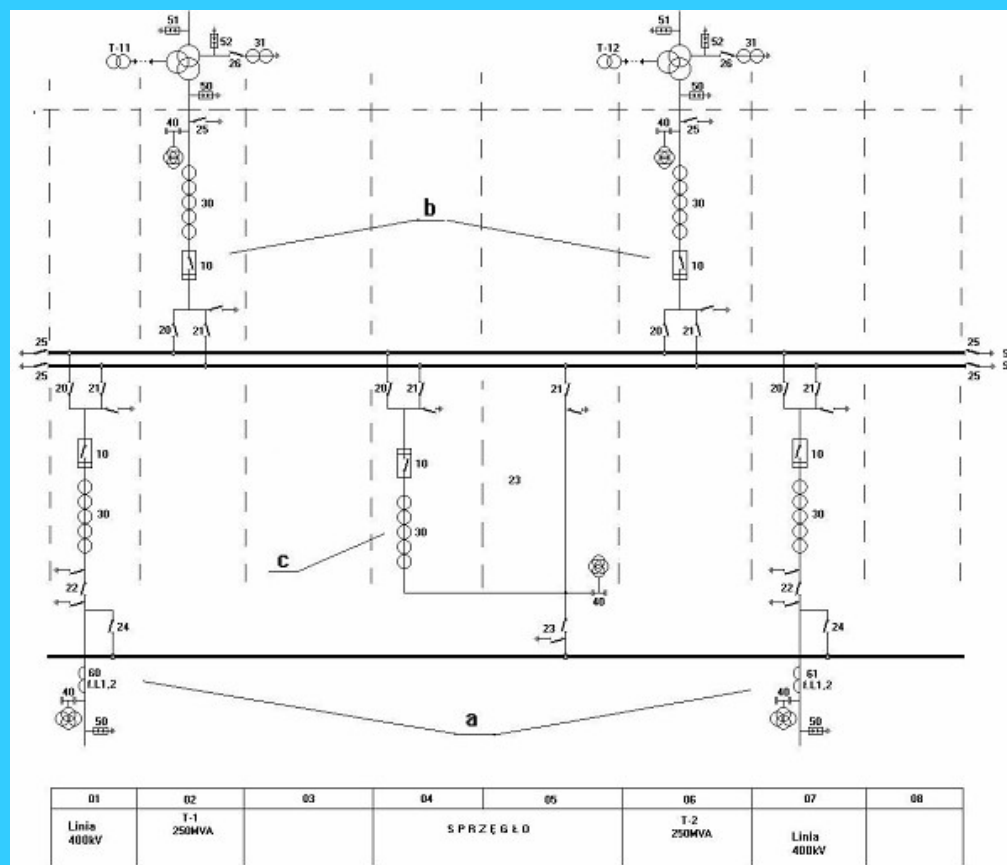
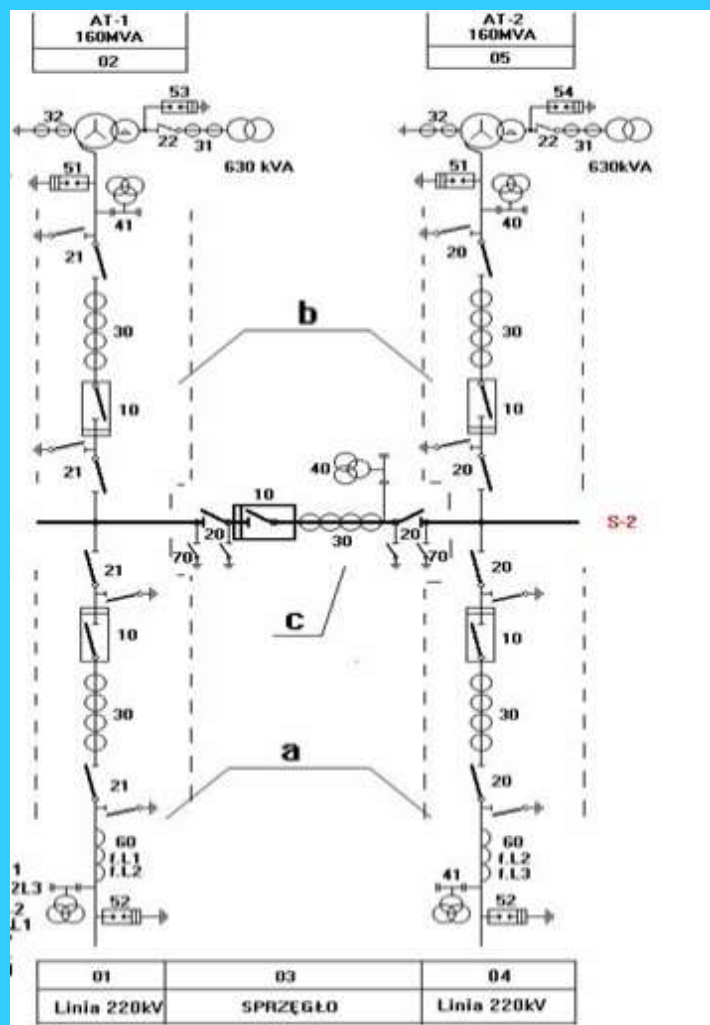
Wprowadzenie Stacje NN



Fragment układu
pracy sieci w
aglomeracji
wrocławskiej



Wprowadzenie Stacje NN



Stacja 220/110 kV, schemat zasadniczy rozdzielni 220 kV
Stacja 400/110 kV, schemat zasadniczy rozdzielni 400 kV



Wprowadzenie

Stacje NN



Stacja 400/220/110 kV Mikułowa

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



Wprowadzenie

Stacje NN

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

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.



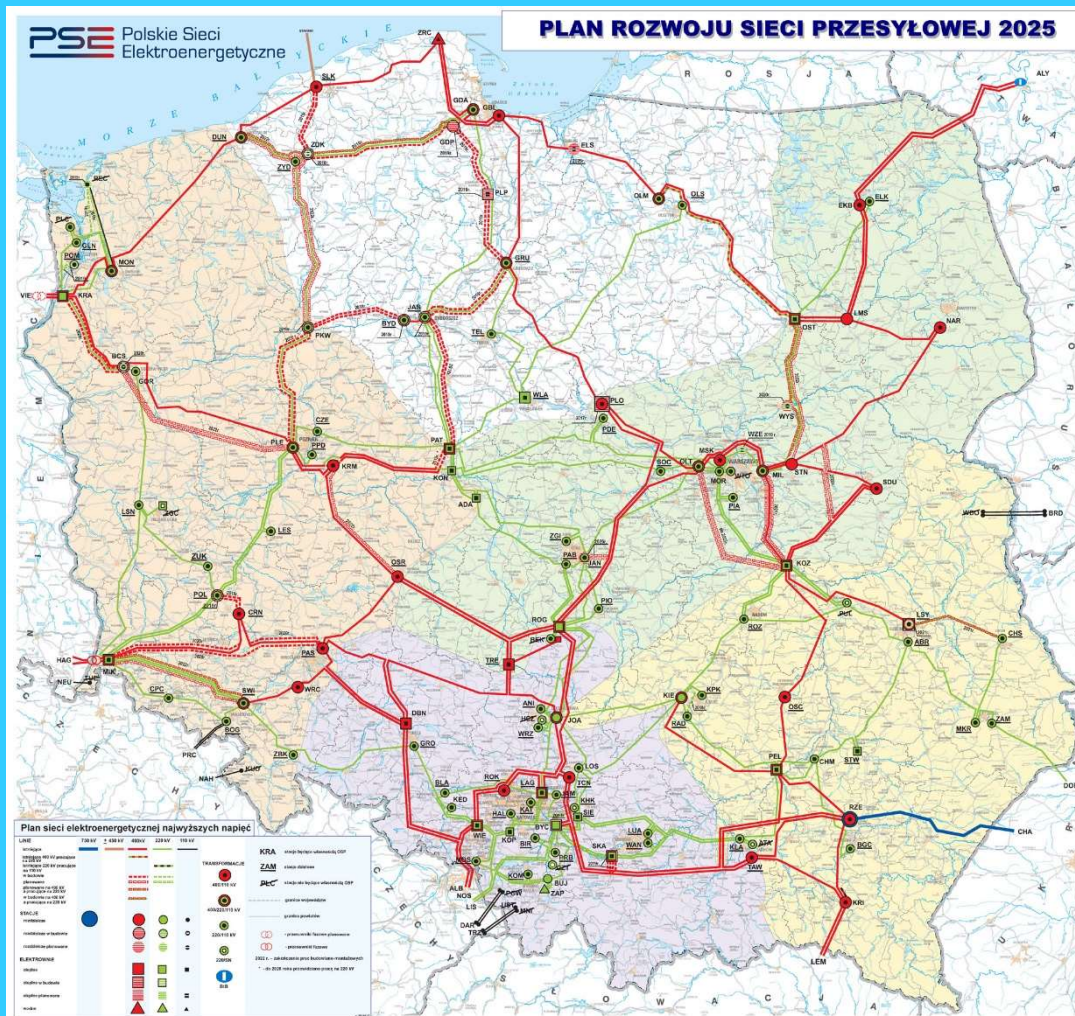
Wprowadzenie

Stacje NN

- ❑ Podstawowe wymagania techniczne dla nowobudowanych, rozbudowywanych i modernizowanych stacji NN są zawarte w standardowych specyfikacjach funkcjonalnych opracowanych przez Departament Eksploatacji PSE S.A.
- ❑ Przykłady specyfikacji:
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.1: *Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć*. PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.STACJE/2015: *Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć*. PSE, Konstancin - Jeziorna 2015.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.2.1: *Katalog pól - obwody pierwotne*. PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.BS/2005v1: *Standardowe wymagania budowlane dla obiektów stacyjnych należących do PSE S.A.* PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.budynki2PL/2007v2: *Budynek technologiczny dla stacji elektroenergetycznych dużych. Część architektoniczno - konstrukcyjna oraz instalacyjna*. PSE, Konstancin - Jeziorna 2014.
- ❑ 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.
- ✓ W specyfikacjach zawarto wymagania odnoszące się do stacji otwartych z izolacją powietrzną oraz stacji okapturzonych izolowanych przez zastosowanie gazu SF₆, w tym również wymagania budowlane i architektoniczne dla obiektów stacyjnych.
- ✓ Wymagania dotyczą pozostałych poziomów napięć które występują na stacji NN (napięcia związane z zasilaniem potrzeb własnych i określane jako napięcia pomocnicze do technologicznej funkcji stacji).



Wprowadzenie Stacje NN



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

Plan krajowej sieci przesyłowej



Wprowadzenie

Stacje WN

- ❑ Stacje 110kV (stacje WN) obejmują stacje elektroenergetyczne 110kV/SN i 110kV/SN/SN.
- Stacje 110kV stanowią:
 - składniki bardzo złożonych dystrybucyjnych systemów elektroenergetycznych,
 - mają kluczowe znaczenie dla funkcjonowania sieci dystrybucyjnych,
 - ważne elementy składowe sieci przesyłowej (w wielu regionach kraju sieć 110 kV pełni jeszcze ciągle funkcję przesyłową, na skutek niewystarczająco rozwiniętej sieci przesyłowej).
- ❑ W kraju znajduje się 1537 stacji 110kV, w których użytkowanych jest 2791 transformatorów 110 kV/SN lub 110 kV/SN/SN.
- Stacje 110 kV to przeważnie stacje jedno- lub dwutrasformatorowe.



Wprowadzenie

Stacje WN

- ❑ Z racji funkcji jakie pełnią w systemie elektroenergetycznym stacje WN określa się jako stacje GPZ (Główny Punkt Zasilania) lub RPZ (Rejonowy Punkt Zasilania).
- ❑ Stacje 110 kV dzieli się na dwie podstawowe grupy: węzłowe i odbiorcze.
 - Wyróżnia się stacje energetyki zawodowej (należą do przedsiębiorstw energetycznych - operatorów systemów dystrybucyjnych) i energetyki przemysłowej (należą do dużych zakładów przemysłowych).
 - Do grupy największych operatorów systemów dystrybucyjnych na terenie kraju należą: PGE Dystrybucja S.A., TAURON Dystrybucja S.A., ENEA Operator Sp. z o.o., ENERGA-OPERATOR S.A. oraz Stoen Operator Sp.z o.o.
- ❑ Stacje 110 kV odgrywają bardzo istotną rolę w zaopatrzeniu i dystrybucji energii elektrycznej w złożonych lokalnych miejskich systemach elektroenergetycznych, które występują szczególnie w aglomeracjach miejskich.
 - Przykładowo w aglomeracji warszawskiej znajduje się 51 stacji 110 kV, a w aglomeracji wrocławskiej 20.



Wprowadzenie

Stacje WN



- ❑ **Krajowa sieć dystrybucyjna** obejmuje:
 - 33757 km linii i 1537 stacji elektroenergetycznych 110 kV,
 - 311604 km linii i 261169 stacji elektroenergetycznych SN,
 - 470142 km linii niskiego napięcia.
- W stacjach 110 kV jest użytkowanych 2791 transformatorów 110 kV/SN, natomiast w stacjach SN - 261079 transformatorów SN/nn i 1179 transformatorów SN/SN.



Wprowadzenie

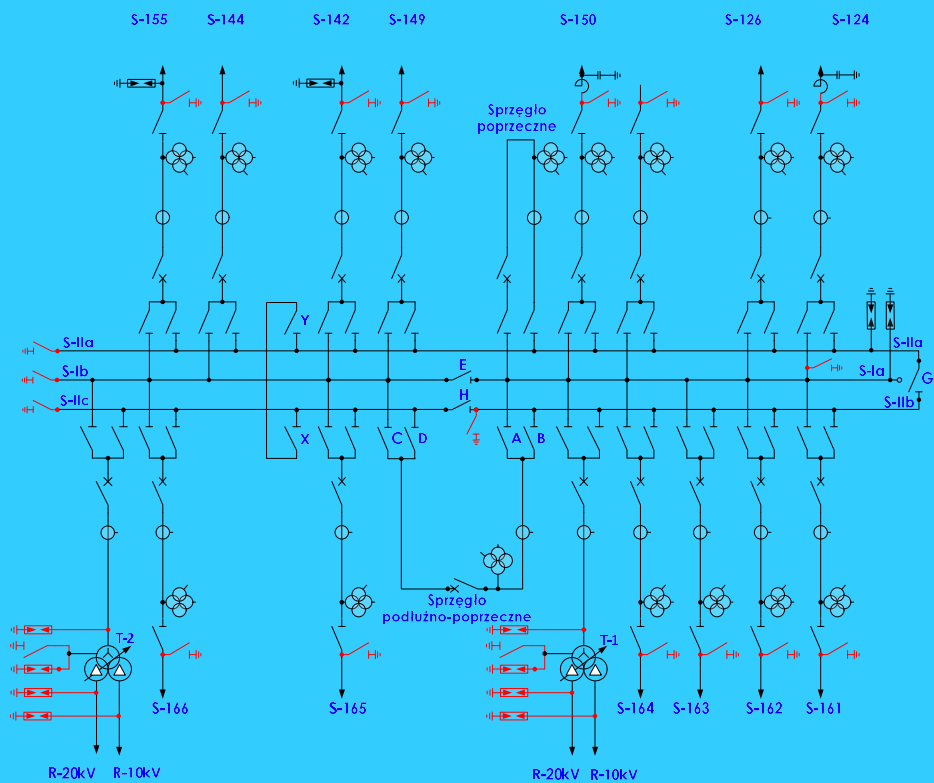
Stacje WN

Tabela. 2. Charakterystyka największych krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych na dzień 1.01.2019

	Obszar działalności [tys. km ²]	Liczba klientów [tys.]	Długość linii [km]	Udział linii napowietrznych	Liczba stacji [szt.]
PGE Dystrybucja S.A.	122,43	5 402,20	WN - 10 263 SN - 112 418 nn - 168 300	WN - 99,2% SN - 80,5% nn - 72,3%	WN - 458 SN - 93 744
TAURON Dystrybucja S.A	57,07	5 597,54	WN - 11 114 SN - 65 157 nn - 111 108	WN - 98,7% SN - 62,2% nn - 65,3%	WN - 490 SN - 59 876
ENEA Operator Sp. z o.o	58,21	2 588,90	WN - 5 339 SN - 45 871 nn - 53 726	WN - 99,4% SN - 73,1% nn - 50,7%	WN - 243 SN - 37 767
ENERGA-Operator S.A.	74,85	3 066,13	WN - 6 471 SN - 68 793 nn - 89 622	WN - 99,2% SN - 80,2% nn - 63,2%	WN - 288 SN - 60 990
Stoen Operator Sp. z o.o.	0,51	1 038,42	WN - 507 SN - 7 827 nn - 7 054	WN - 71,6% SN - 3,6% nn - 18,7%	WN - 41 SN - 6 604

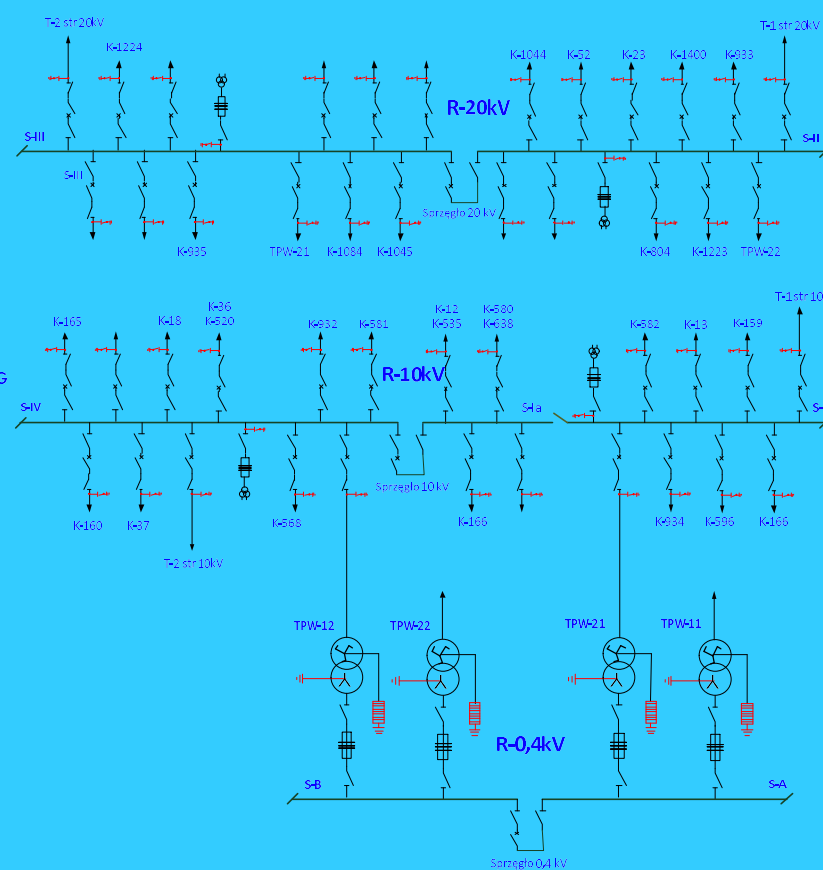


Wprowadzenie Stacje WN



Schemat rozdzielni 110 kV

**Przykładowa stacja GPZ 110/20/10 kV
w aglomeracji miejskiej**



**Ogólny schemat rozdzielni 20 kV, 10 kV i
potrzeb własnych 0,4 kV**



Wprowadzenie

Wymagania podstawowe

- ❑ Wymagania dotyczące rozwiązań technicznych w stacjach elektroenergetycznych obejmują:
 - dostateczną niezawodność pracy stacji,
 - łatwość eksploatacji,
 - spełnienie wymagań dotyczących warunków zasilania odbiorców (rezerwowanie zasilania),
 - możliwość łatwej rozbudowy,
 - bezpieczeństwo personelu obsługującego,
 - możliwie najmniejsze nakłady inwestycyjne i koszty eksploatacyjne.
- ❑ Wymagania muszą być spełnione zarówno w warunkach pracy normalnej jak i zakłóceń.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Uwarunkowania formalno-prawne

- Realizacja inwestycji związanej z budową stacji elektroenergetycznej NN i WN wymaga przygotowania złożonej dokumentacji na potrzeby procesu decyzyjnego z nią związanego.
- ✓ Prace obejmują zagadnienia techniczno-ekonomiczne oraz formalno-prawne.
- 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).



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Uwarunkowania formalno-prawne

- ❑ Ujęcie inwestycji w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy i wprowadzenie inwestycji do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy odbywa się na podstawie ustawy z dnia 27 marca 2003 r. - O planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (t.j. Dz. U. z 2020 r., poz. 293).
- ❑ Uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę jest realizowane w oparciu o ustawę z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (t.j. Dz. U. z 2019 r., poz. 1186).
- ❑ Uzyskanie decyzji o pozwoleniu na budowę wymaga:
 - opracowania projektu przez projektantów posiadających stosowne uprawnienia,
 - opracowania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko,
 - 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.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Uwarunkowania formalno-prawne

- ❑ W obecnym stanie prawnym realizacja budowy lub modernizacji stacji elektroenergetycznej NN i WN wymaga stosowania się przez inwestora (operatora systemu) 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.
- ✓ Szczególnie istotne są regulacje, które określają aspekty środowiskowe i społeczne dla procesu przygotowania i realizacji dużych inwestycji elektroenergetycznych.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne *Uwarunkowania formalno-prawne*

- ❑ 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.
- ❑ Utrudnienia:
 - Przejawiają się 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 z tytułu realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego.
 - 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 i WN może wynieść nawet kilka lat (minimum jest to 3-5 lat).
- ❑ Stacje elektroenergetyczne NN i WN należą do przedsięwzięć które mogą znacząco negatywnie oddziaływać na środowisko przyrodnicze, co powoduje powstawanie wielu konfliktów społecznych już na etapie ich lokalizacji.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne *Uwarunkowania formalno-prawne*

- ❑ Utrudnienia i bariery: formalno-prawne, środowiskowe i społeczne.
- ✓ Potencjalne oddziaływanie środowiskowe stacji NN i WN 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,
 - wpływ na zdrowie ludzi.
- ✓ Zróżnicowana waga czynników w zależności od miejsca lokalizacji stacji - konieczność zastosowania odpowiedniego rozwiązania konstrukcyjnego, minimalizującego negatywne oddziaływanie stacji na otoczenie.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Technologie budowy

- ❑ Decyzja o wyborze rozwiązania konstrukcyjnego i technologicznego stacji elektroenergetycznej NN i WN 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. Ponadto przy wyborze uwzględnia się przewidywane nakłady inwestycyjne oraz koszty utrzymania stacji w czasie całego okresu jej życia.
- ❑ W stacjach NN i WN stosuje się zasadniczo trzy technologie budowy:
 - rozdzielnie izolowane powietrzem (AIS - ang. Air Insulated Switchgear),
 - rozdzielnie izolowane gazem (GIS - ang. Gas Insulated Switchgear),
 - rozdzielnie hybrydowe, mieszane (MTS - ang. Mixed Technology Switchgear).
- ❖ Rozdzielnie hybrydowe obejmują rozdzielnice wykonane w technologii modułowej mieszanej wykorzystujące urządzenia typu DT (ang. Dead Tank) oraz moduły izolowane SF₆.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Zalecane układy konstrukcyjne - stacje NN

- Zgodnie zaleceniami Operatora Systemu Przesyłowego 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,
 - napowietrzne, mieszane - zintegrowane modułowe pola z izolacją gazową w wykonaniu napowietrznym przyłączane do klasycznych szyn zbiorczych,
 - napowietrzne, okapturzone z izolacją gazową SF₆,
 - wewnętrzne z izolacją gazową SF₆.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne *Dopuszczalne układy konstrukcyjne - stacje WN*

- Dopuszczalne układy konstrukcyjne w rozdzielniach 110 kV w stacjach należących do krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych:
 - 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.

- W przypadku braku możliwości zrealizowania rozwiązania napowietrznego otwartego przewiduje się zastosowanie rozdzielni hybrydowej lub wewnętrznej z izolacją gazową SF₆.



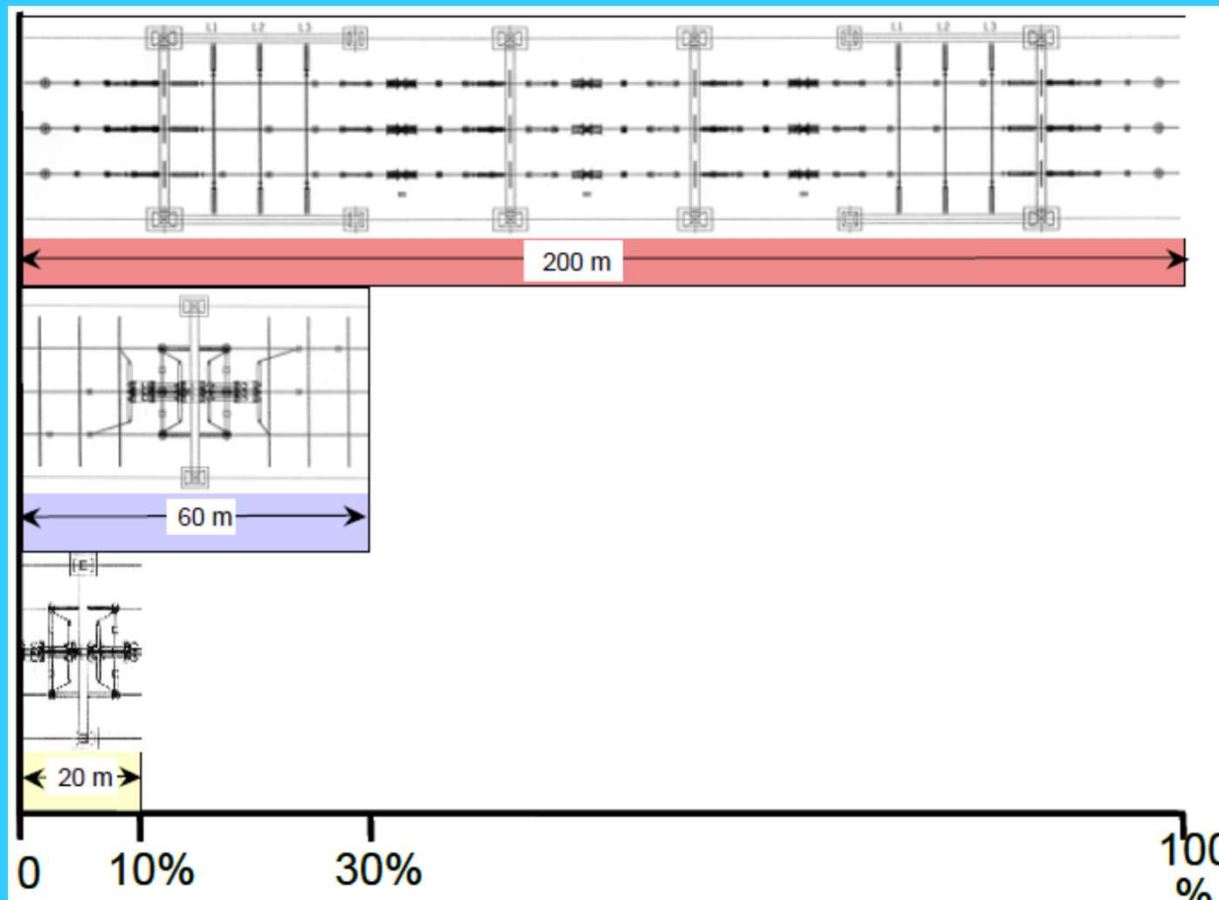
Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Dopuszczalne układy konstrukcyjne - stacje WN

Stacje w izolacji powietrznej

Stacje w izolacji gazowej SF₆

Stacje o wysokim stopniu integracji



Zestawienie % powierzchni terenu zajmowanego przez rozdzielnie stacji

Źródło: www.schneider-electric.pl



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN

- ❑ 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 wysokich z pionowymi izolatorami wsporczymi.
- ❑ 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 urządzeń modułowych zawiera 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.
- ✓ Zalety urządzeń modułowych - korzystny wpływ na skrócenie czasu budowy stacji, obniżenie nakładów inwestycyjnych.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN

- ❑ Rozdzielnie napowietrzne okapturzone z izolacją gazową SF₆ dopuszczają się w przypadku rozbudowy istniejącej rozdzielni otwartej z izolacją powietrzną przy jednoczesnym braku miejsca na utrzymanie już istniejącego rozwiązania konstrukcyjnego.
- ✓ Mogą być 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 odłączniko - uziemniki, przepustowe przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe w izolacji gazowej i silikonowe izolatory przepustowe.
- ❑ **W uzasadnionych ekonomicznie przypadkach są również stosowane rozwiązania w technologii HIS (z aparaturą o wysokim stopniu integracji).**
- ✓ Odznaczają się wysokim poziomem technicznym i technologicznym i bardzo dużą niezawodnością.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN



Fragment rozdzielni w stacji 400 kV Grudziądz

Fragment rozdzielni w stacji 400 kV Mikułowa





Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN



Fragment
rozdzielni
110 kV
w stacji 220 kV
Pelplin



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN



Fragment rozdzielni w stacji 400 kV



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN



Fragment
rozdzielni
w stacji
400 kV



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje NN



Fragment
rozdzielni w
stacji
400/220/110 kV



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe zbudowane są na bazie pól kompaktowych i aparatów wielofunkcyjnych.
- ❑ Zalety rozwiązań modułowych:
 - 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,
 - poprawa estetyki.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Na świecie jest wielu producentów rozdzielnic napowietrznych modułowych.
- Należą do nich renomowane koncerny branży elektrotechnicznej: ABB, Siemens, GE/Alstom itd.
- ❑ W kraju spotyka się głównie rozwiązania firm ABB i Siemens.
- Najbardziej popularne to rozdzielnice 110 kV wykorzystujące moduły PASS lub COMPASS firmy ABB oraz Simover C lub Simobreaker firmy Siemens.
- ❑ 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 tradycyjnymi rozwiązaniami otwartymi (konwencjonalnymi) jest mniejsza o ok. 60% w przypadku wykorzystania modułów PASS lub 50% w przypadku wykorzystania modułów COMPASS.

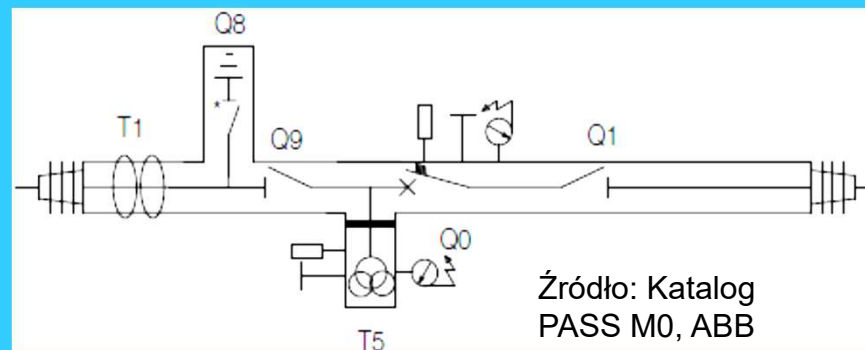


Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

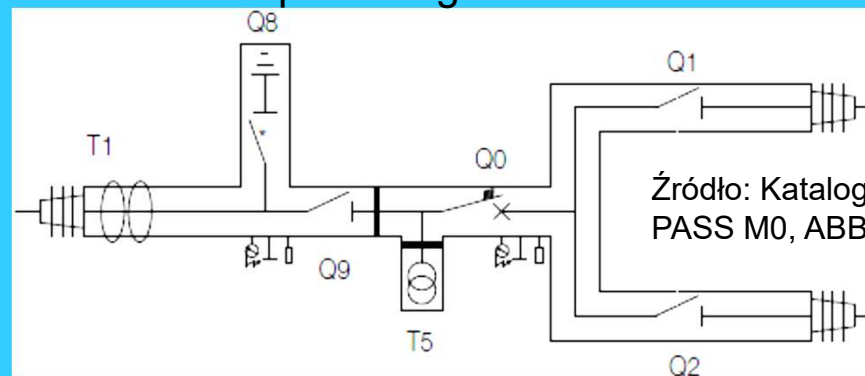
Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Kompaktowe moduły PASS M0 stanowią rozwiązanie dla rozdzielni napowietrznej 110 kV, gdzie występują ograniczenia powierzchni.
- ❑ Moduł jest równoważny polu rozdzielczemu 110 kV i może zawierać następujące elementy: wyłączniki (1 lub 2), odłącznik - uziemniki (1 lub 2), przepustowe przekładniki prądowe, przekładniki napięciowe w izolacji gazowej i silikonowe izolatory przepustowe.
- ❑ Wszystkie części aktywne w module umieszczone są w szczelnym, uziemionym zbiorniku aluminiowym, wypełnionym sprężonym gazem SF₆.
- ❑ Wymagana powierzchnia w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi mniejsza o 60%.



Źródło: Katalog
PASS M0, ABB

Budowa kompaktowego modułu PASS M0



Źródło: Katalog
PASS M0, ABB

Budowa kompaktowego modułu PASS M0 do pracy w rozdzielni dwusystemowej
Q0 – wyłącznik, Q1, Q2, Q9 – odłączniki,
Q8 – uziemnik, T1 – przepustowy przekładnik prądowy, T5 – przekładnik napięciowy



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

Tabela 3. Moduły PASS M0 - Podstawowe parametry

Napięcie znamionowe [kV]	72,5	145	170
Piorunowe udarowe napięcie wytrzymałwane w [kV]			
Napięcie doziemne i międzyfazowe [kV]	325	650	750
Napięcie przerwy izolacyjnej [kV]	375	750	860
Napięcie udarowe wytrzymałwane o częstotliwości sieciowej [kV]			
Napięcie doziemne i międzyfazowe [kV]	140	275	325
Napięcie przerwy izolacyjnej [kV]	160	315	375
Znamionowy prąd roboczy [A]	3150		
Znamionowy wytrzymałwany prąd zwarcioy [kA]	40		



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe



Kompaktowe moduły PASS M0 w rozdzielni 110 kV z podwójnym systemem szyn zbiorczych



Moduł PASS M0 dla rozdzielni jednosystemowej 110 kV



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

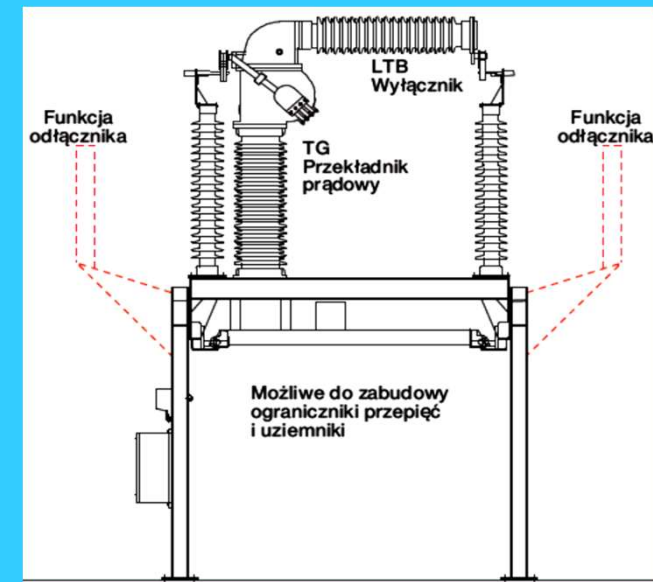
Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Kompaktowe moduły COMPASS M0 stanowią rozwiązanie dla rozdzielni napowietrznej 110 kV, gdzie występują ograniczenia powierzchni.
- ❑ Moduł zawiera wysuwany wyłącznik SF₆ z komorami łukowymi w układzie poziomym i wielordzeniowe elektromagnetyczne przekładniki prądowe z izolacją SF₆.



Trójbiegunowy moduł kompaktowy COMPASS



Funkcje modułu COMPASS



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

Tabela 4. Moduły COMPASS - Podstawowe parametry

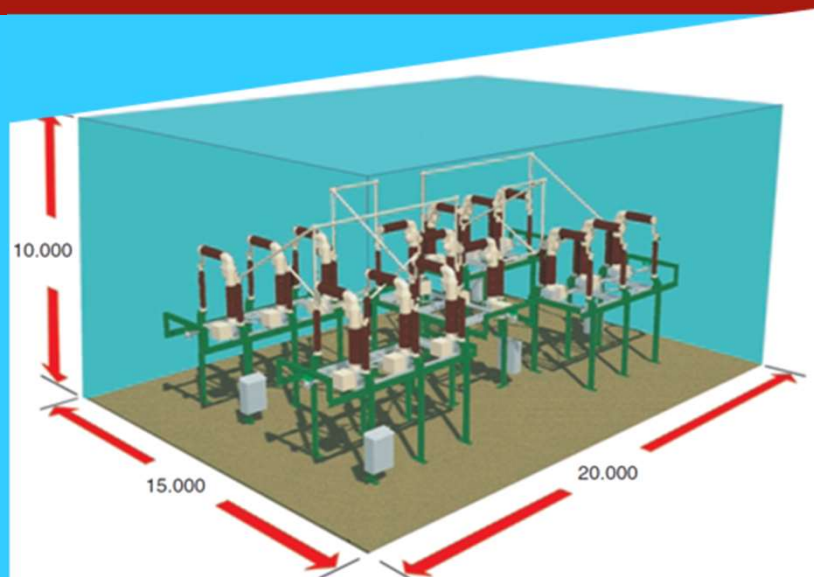
Napięcie znamionowe [kV]	123	145	170
Piorunowe udarowe napięcie wytrzymałwane w [kV]			
Napięcie doziemne i międzyfazowe [kV]	550	650	750
Napięcie przerwy izolacyjnej [kV]	630	750	860
Napięcie udarowe wytrzymałwane o częstotliwości sieciowej [kV]			
Napięcie doziemne i międzyfazowe [kV]	230	275	325
Napięcie przerwy izolacyjnej [kV]	265	315	375
Znamionowy prąd roboczy [A]	1600		
Znamionowy wytrzymałwany prąd zwarciový [kA]	31,5		



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe



Wymiary całkowite niezbędne do budowy modułowej rozdzielni 110 kV z modułów COMPASS

Źródło: Katalog COMPASS, ABB

Rozwiązanie techniczne oparte na modułach COMPASS redukuje powierzchnię potrzebną dla budowy stacji o ok. 50%.



Rozdzielnia 110 kV zbudowana z modułów COMPASS, (połączenia elektryczne między polami oraz między polem a szynami zbiorczymi są wykonane z aluminiowych samopodtrzymujących się rur, które pełnią rolę wsparcia szyn).

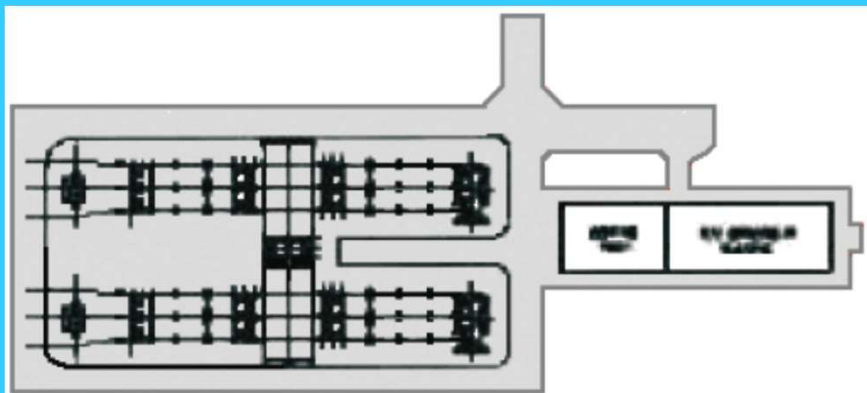
Źródło: Katalog COMPASS, ABB



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

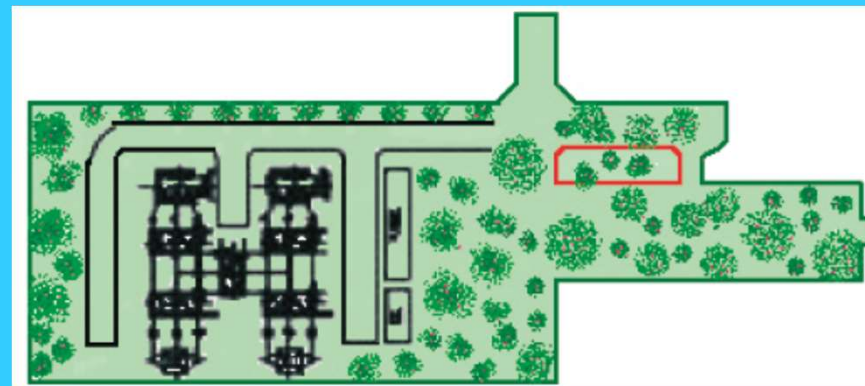
Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe



Plan stacji z tradycyjną rozdzielnią w układzie H

całkowity obszar stacji: 2600 m²
obszar rozdzielni 110 kV: 930 m²
obszar uziemienia: 3700 m²



Plan stacji z rozdzielnią w układzie H zbudowaną z pól kompaktowych systemu COMPASS

całkowity obszar stacji: 1200 m²
obszar rozdzielni 110 kV: 300 m²
obszar uziemienia: 1000 m²

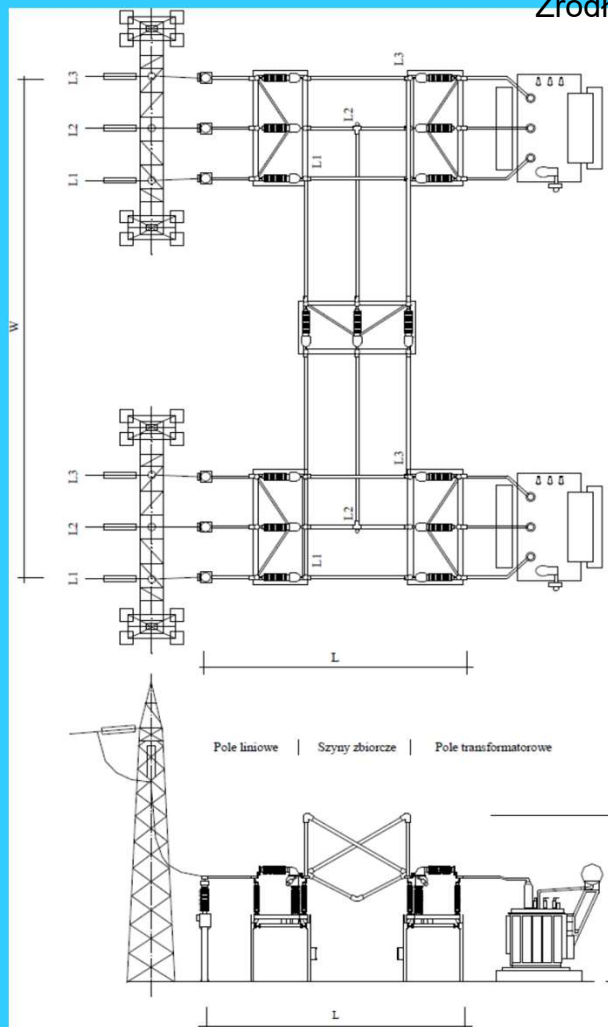
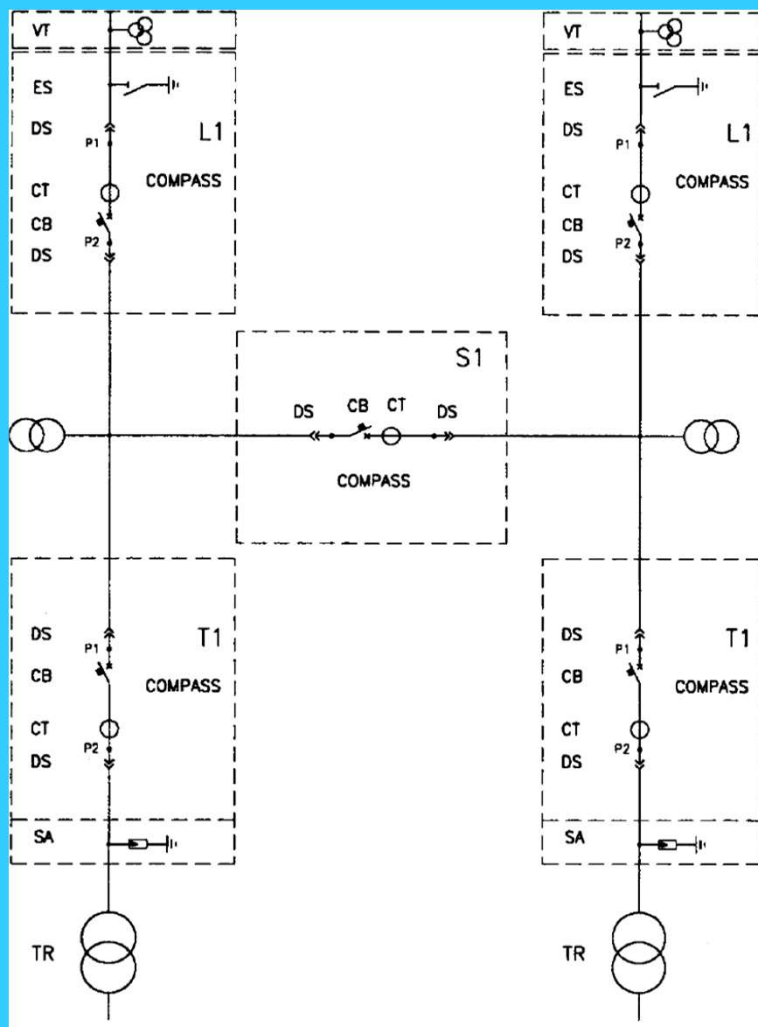


Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

Źródło: Katalog COMPASS, ABB



Rozdzielnia
110 kV w
układzie
mostkowym
H5
zrealizowana
w oparciu o
moduły
COMPASS

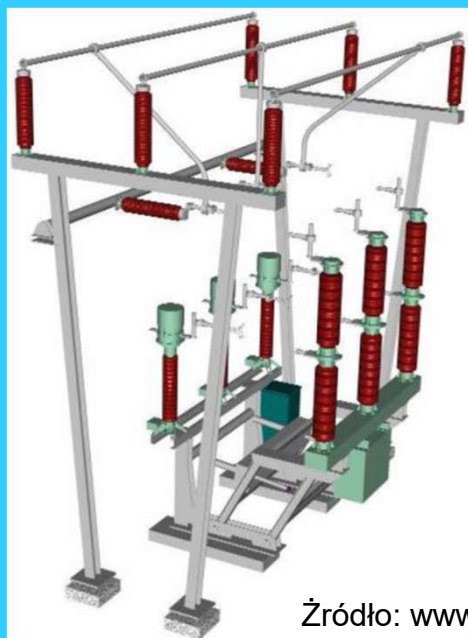


Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

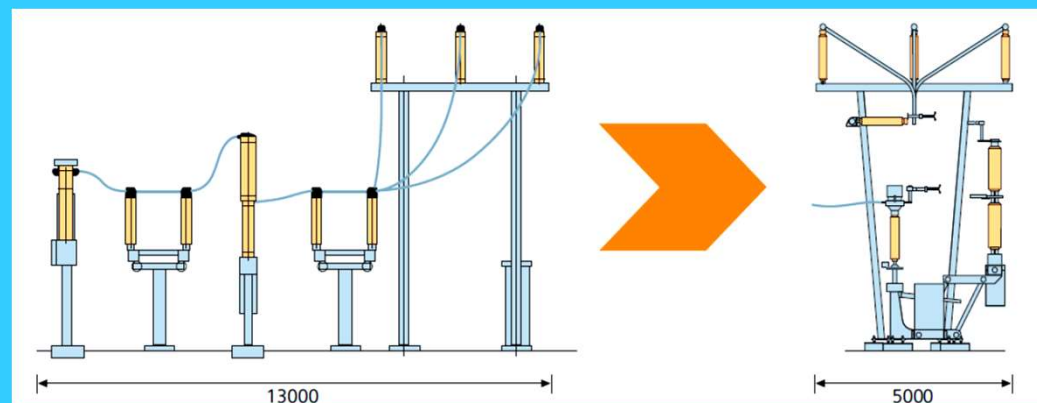
Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Kompaktowe moduły Simover C stanowią rozwiązanie dla rozdzielni napowietrznej 110 kV, gdzie występują ograniczenia powierzchni.
- ❑ Cechy charakterystyczne rozwiązania: ruchomy wyłącznik i widoczne i bezpieczne przerwy odłącznikowe w powietrzu (uzyskane dzięki ruchowi całego wyłącznika).



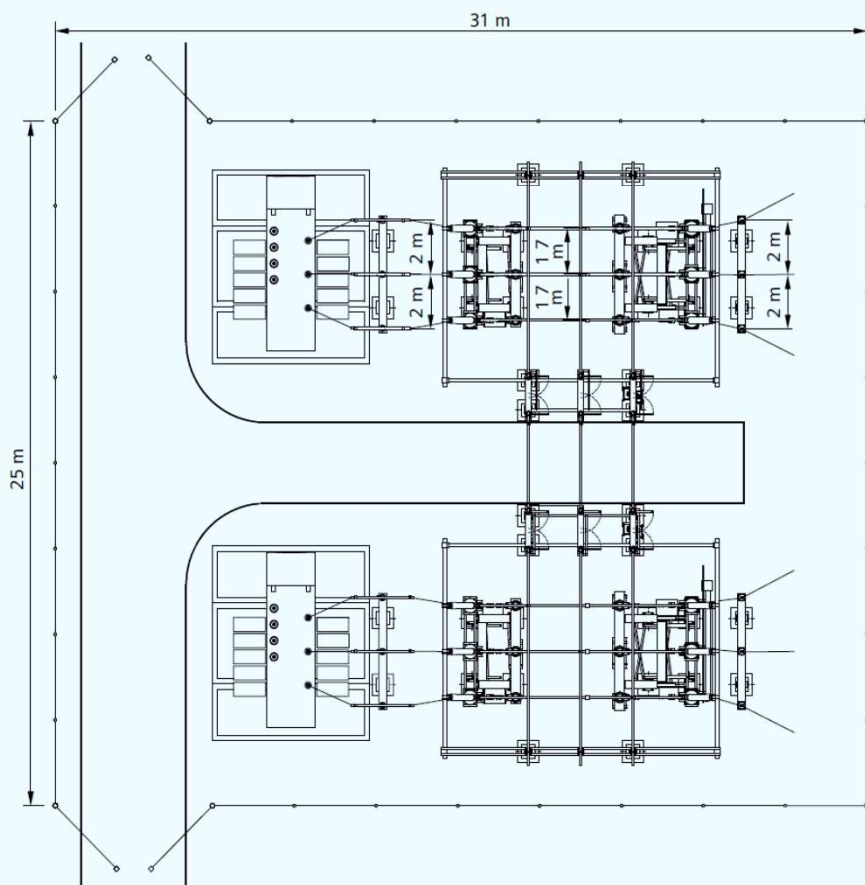
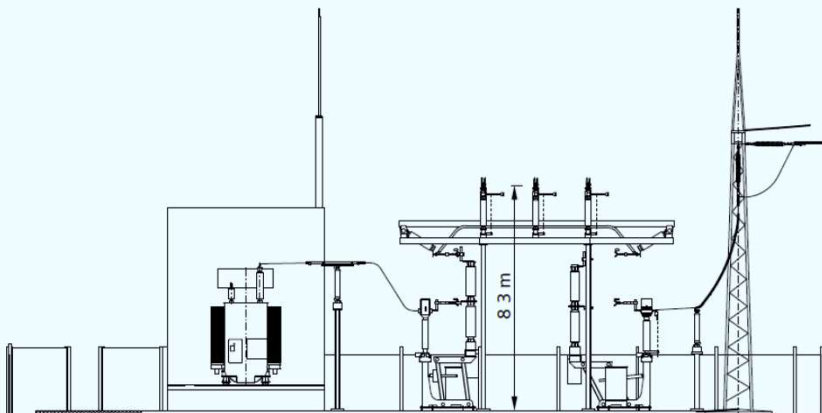
Źródło: www.siemens.pl



Źródło: www.siemens.pl

Z lewej pole konwencjonalne z prawej pole kompaktowe Simover C, podane wymiary zajmowanej powierzchni

Rzut izometryczny i zabudowa pola kompaktowego Simover C



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne
Rozwiązania napowietrzne - stacje WN
Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

Stacja z rozdzielnią 110 kV w układzie H z polami kompaktowymi Simover C

Źródło: www.siemens.pl



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe

- ❑ Kompaktowe moduły Simobreaker stanowią rozwiązanie dla rozdzielni napowietrznej 110 kV, gdzie występują ograniczenia powierzchni.
- ❑ Moduł kompaktowy 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.



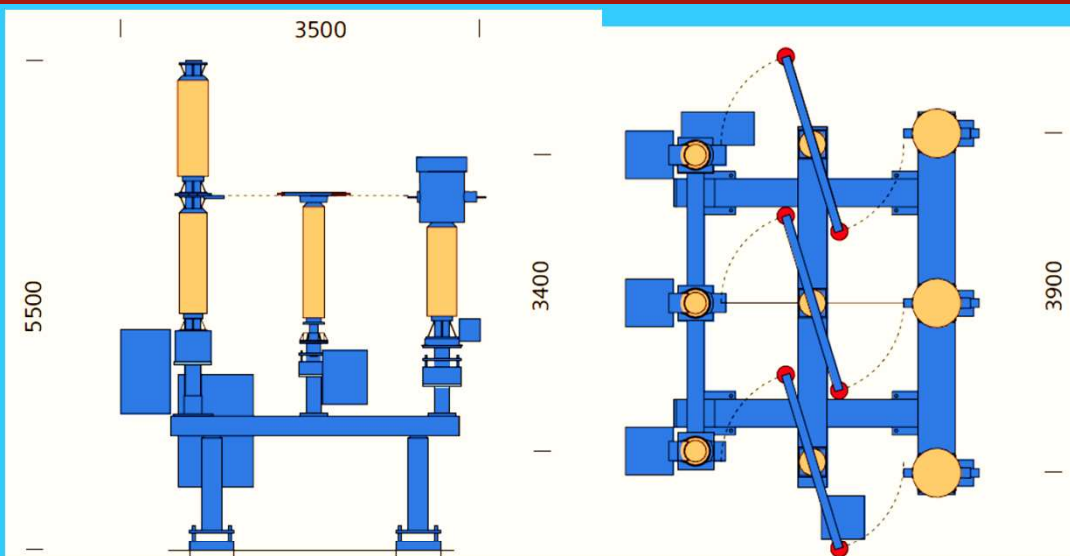
Widok ogólny rozdzielni napowietrznej 110 kV z modułami SIMOVER C i SIMOBREAKER



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

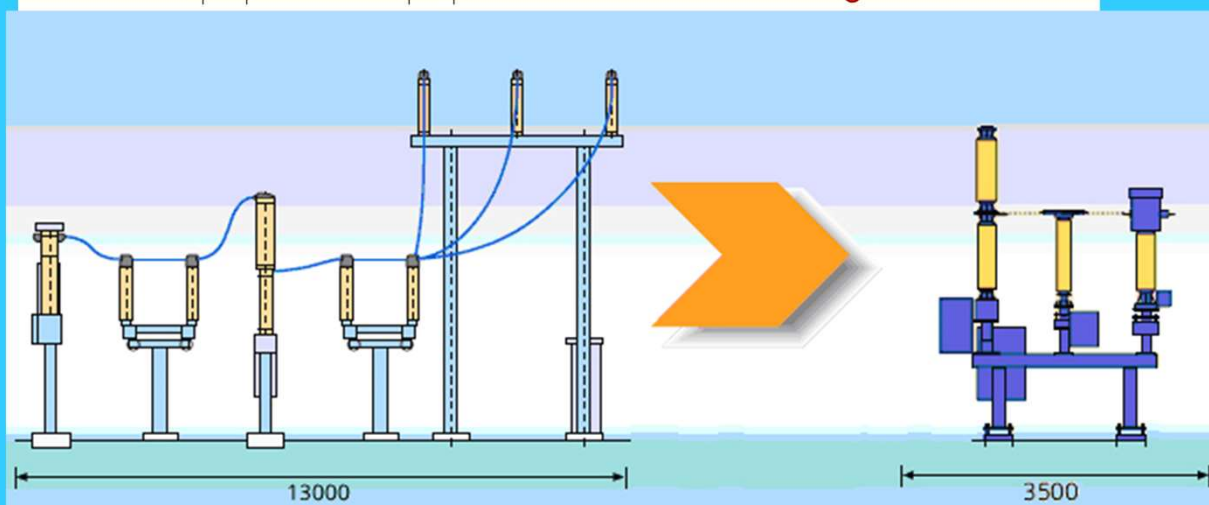
Rozwiązania napowietrzne - stacje WN

Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe



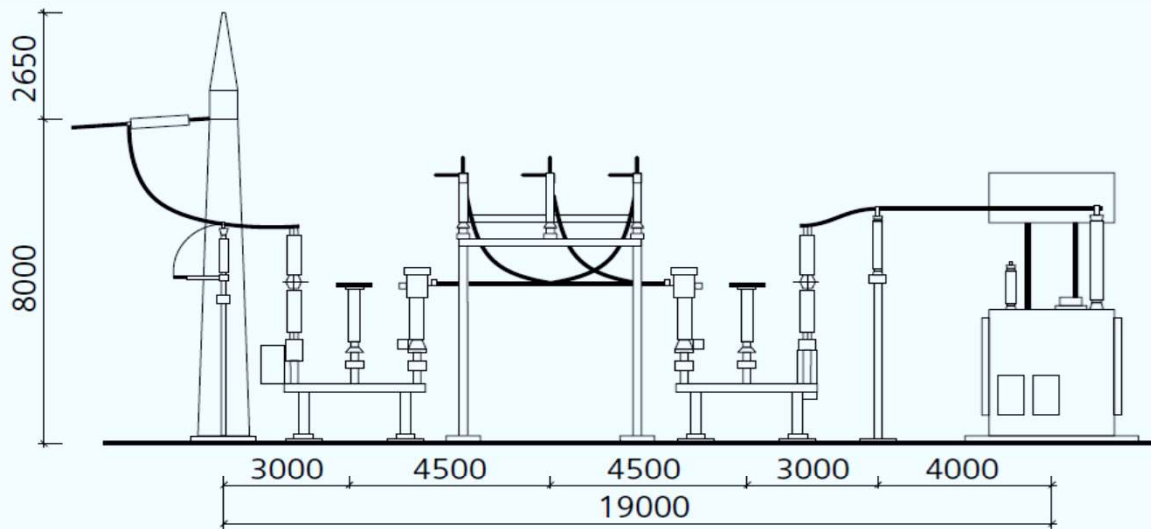
Kompaktowe pole
Simobreaker z
odłącznikiem
obrotowym, podane
wymiały pola

Źródło: www.siemens.pl

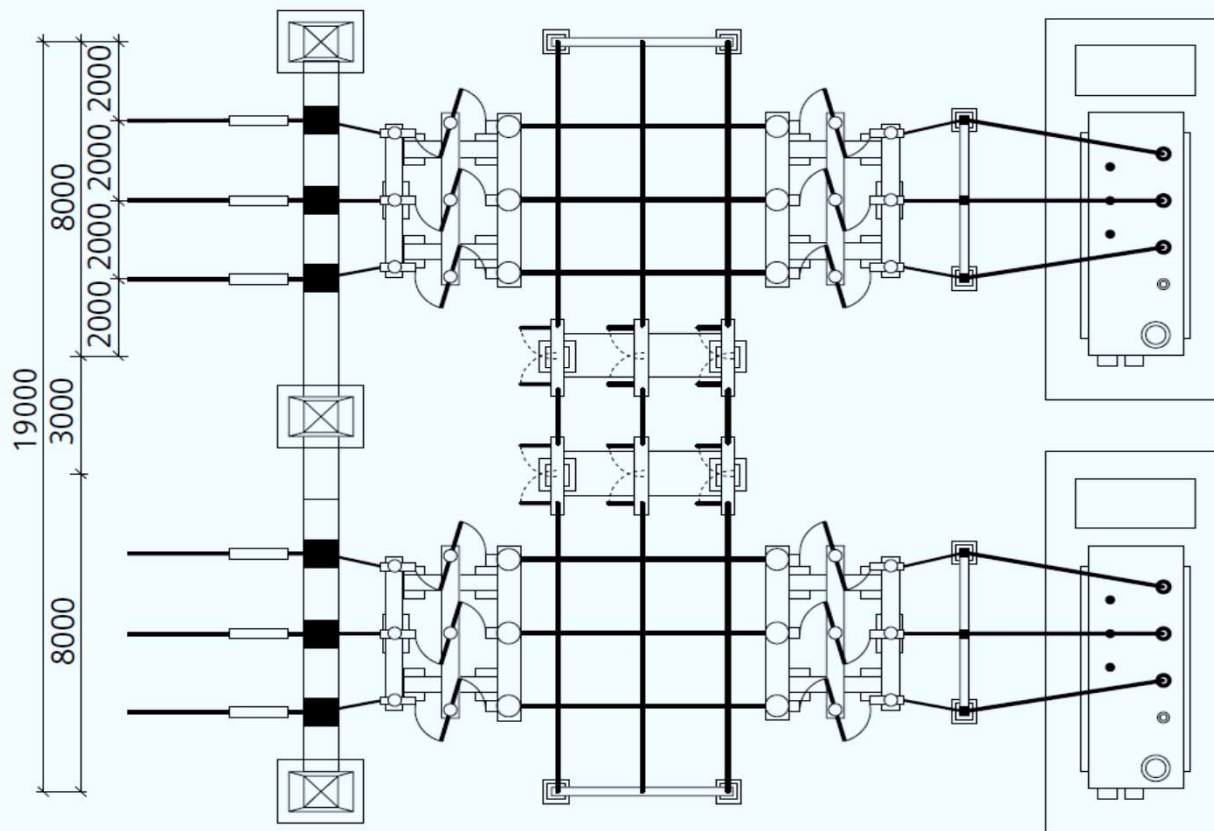


Z lewej pole
konwencjonalne z
prawej pole
kompaktowe
Simobreaker, podane
wymiały zajmowanej
powierzchni

Źródło: www.siemens.pl



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne
 Rozwiązania napowietrzne - stacje WN
 Rozdzielnie napowietrzne otwarte modułowe



Stacja z rozdzielnią 110 kV w układzie H z polami kompaktowymi Simobreaker



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne

- ❑ Rozdzielnie wewnętrzne z izolacją gazową SF₆ realizowane są w oparciu o rozdzielnice GIS najwyższych i wysokich napięć.
- ❑ Rozdzielnice GIS:
 - Stanowią nowoczesne rozwiązania o najwyższym poziomie technicznym i technologicznym.
 - Odznaczają się wieloma zaletami w porównaniu do tradycyjnych napowietrznych rozwiązań rozdzielni w stacjach elektroenergetycznych NN i WN.
 - Mogą być dostosowane ściśle do indywidualnych potrzeb inwestora (operatora systemu przesyłowego) i uwzględniać: warunki lokalizacyjne, wymiary budynków, przyszłą rozbudowę.
- ❑ **Zalety rozdzielnic GIS:** 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.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne

❑ Cechy charakterystyczne:

- Budowa odmienna niż w przypadku rozwiązań napowietrznych.
- Zastosowanie jako medium izolacyjnego gazu SF₆ (funkcje: czynnik służący do gaszenia łuku elektrycznego i czynnik izolujący).
- Każdy GIS składa się z komór gazowych, a w nich znajdują się urządzenia elektroenergetyczne.
- Komory gazowe są rozdzielone pomiędzy sobą grodziami gazoszczelnymi, a ciśnienie gazu jest monitorowane.
- Obudowa wytwarzana ze specjalnie zaprojektowanego pod względem wytrzymałościowym i szczelności stopu aluminium.

❑ Rozdzielnice GIS można podzielić na rozdzielnice w obudowie:

- jednobiegunowej (każda faza jest rozmieszczona w osobnej obudowie, rozdzielnice zajmują znacznie większą powierzchnię),
- trójbiegunowej (wszystkie fazy są rozmieszczone w osobnej obudowie (stosowane w stacjach w aglomeracjach miejskich)).
- Producenci rozdzielnic GIS: ABB, Siemens, GE/Alstom, Grupa ZARMEN/Elektrobudowa Konin (rozwiązania spotykane w kraju) oraz Koncar, GANZ, Hyosung i Mitsubishi Electric.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne

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



Przykład
rozdzielnic
110 kV
firmy GE/Alstom



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne



Kompaktowa
rozdzielnic
wnętrzowa w
izolacji SF₆ typu
T155 produkcji
Areva w stacji
przelektrownianej
400 kV Łagisza -
front rozdzielnicy



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne



Kompaktowa
rozdzielnica
wnętrzowa w izolacji
SF₆ typu T155
produkcji Areva w
stacji
przebielektrownianej
400 kV Łagisza –
przekładniki prądowe
pola liniowego



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne



Kompaktowa rozdzielnica wewnętrzna w izolacji SF₆ w stacji przyelektrownianej 400 kV Skawina - front rozdzielnicy



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

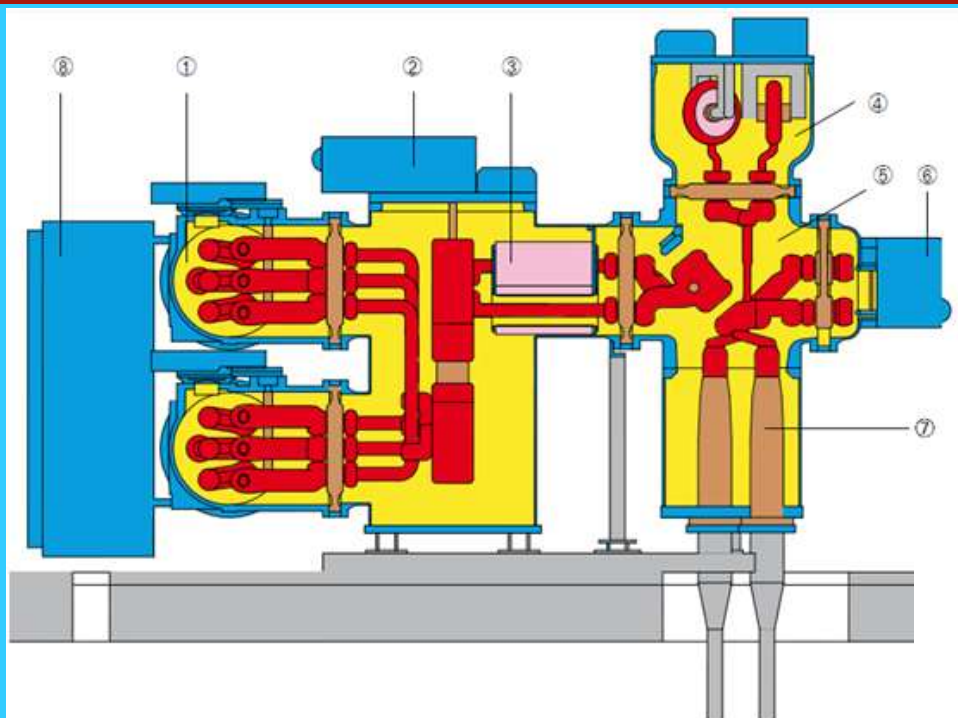
Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

- ❑ Na świecie jest kilkunastu producentów rozdzielnic GIS 110 kV.
 - Należą do nich m.in.: ABB, Siemens, GE/Alstom, Grupa ZARMEN/Elektrobudowa Konin, Koncar, GANZ, Hyosung i Mitsubishi Electric.
- ❑ W kraju spotyka się rozwiązania firm: ABB, Siemens, GE/Alstom i Grupa ZARMEN/Elektrobudowa Konin.
 - Najbardziej popularne to rozdzielnice GIS 110 kV: typu ELK 04 firmy ABB, 8DN8, 8DN9 firmy Siemens oraz Optima 145 firmy Grupa ZARMEN/Elektrobudowa Konin.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN



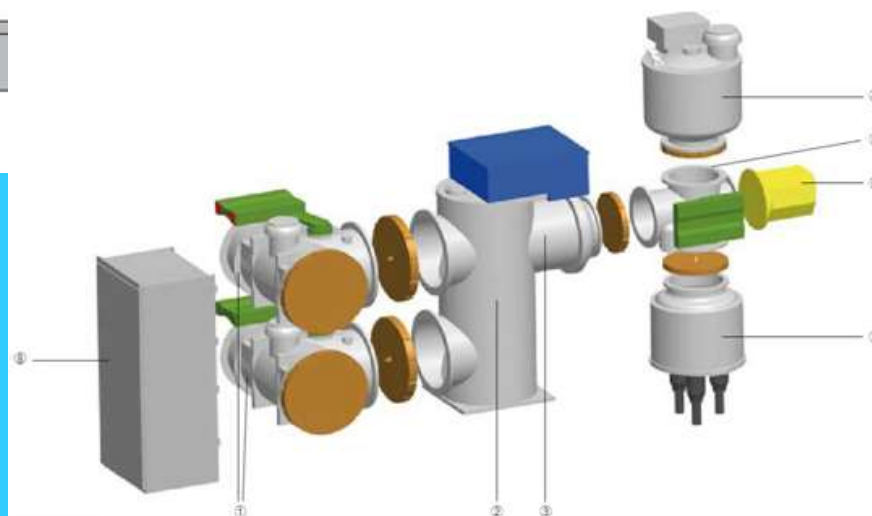
Schemat poprzeczny
rozdzielniczy typu ELK 04
produkcji ABB

Źródło: Katalog rozdzielnic ELK 04, ABB

Trójwymiarowy obraz rozdzielniczy
typu ELK 04 produkcji ABB

Źródło: Katalog rozdzielnic ELK 04, ABB

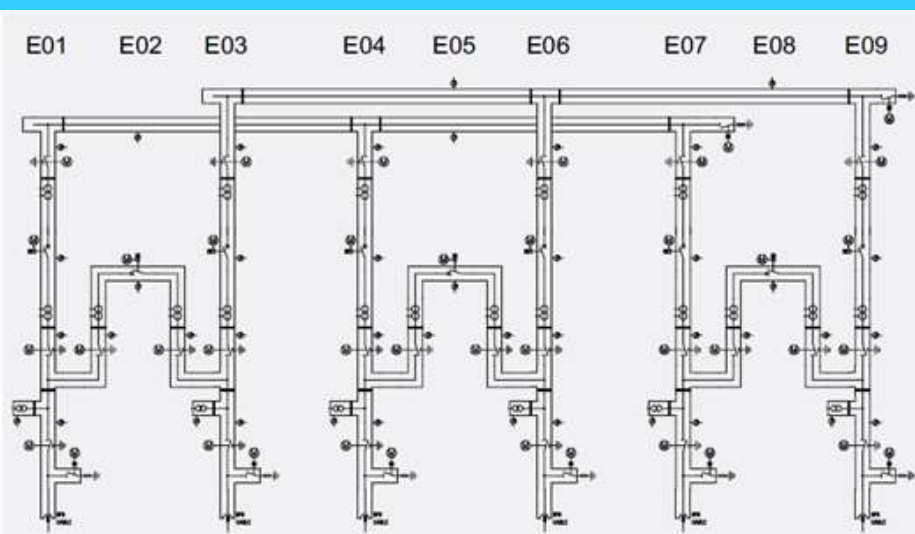
1. System szyn zbiorczych z kombinowanym odłączniko-uziemnikiem, 2. Wyłącznik, 3. Przekładnik prądowy, 4. Przekładnik napięciowy, 5. Odłącznik liniowy z uziemnikiem, 6. Szybki uziennik liniowy, 7. Wtykowa głowica konektorowa, 8. Lokalna szafa sterownicza.





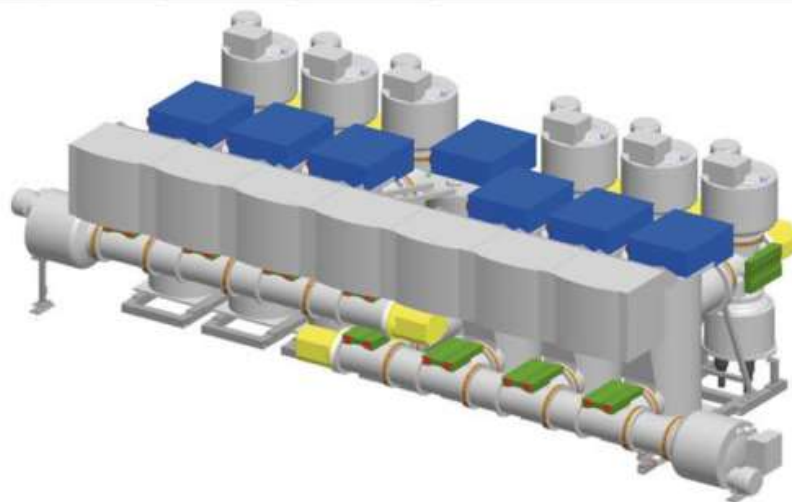
Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN



Przykład rozdzielnic typu ELK 04
w układzie
półtorawyłącznikowym - schemat
jednokreskowy

Źródło: Katalog rozdzielnic ELK 04, ABB



Przykład rozdzielnic typu ELK 04 w
układzie półtorawyłącznikowym - 3D

Źródło: Katalog rozdzielnic ELK 04, ABB



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

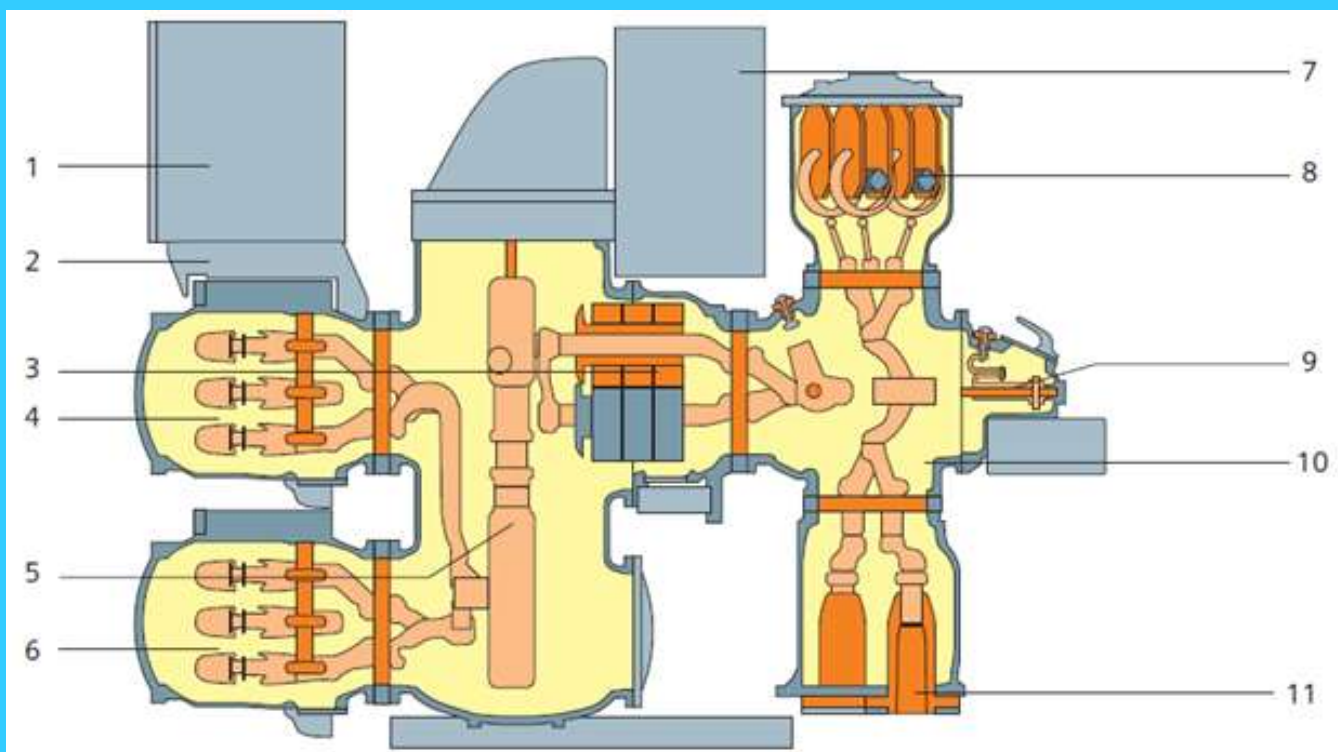
Tabela 5. Rozdzielnicze typu ELK 04 - Podstawowe parametry rozdzielnic

Napięcie robocze	kV	123/126	145	170
Częstotliwość pracy	Hz	50/60	50/60	50/60
Napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe do ziemi	kV	550	650	750
Napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe na przerwie izolacyjnej	kV	630	750	860
Napięcie wytrzymywane krótkotrwałe o częstotliwości sieciowej do ziemi	kV	230	275	325
Napięcie wytrzymywane krótkotrwałe o częst. sieciowej na przerwie izolacyjnej	kV	265	315	375
Prąd ciągły	A	1250 - 4000	1250 - 4000	1250 - 4000
Prąd szczytowy wytrzymywany	kA	80 -164	80 -130	80 -130
Prąd krótkotrwały wyłączalny	kA	31,5 - 63	31,5 - 50	31,5 - 50
Minimalne ciśnienie gazu izolacyjnego przy temperaturze 20 °C	kPa	520/600	520/600	520/600
Minimalne ciśnienie gazu gaszeniowego przy temp. 20 °C	kPa	600/630	600/630	600/630
Dopuszczalna temperatura otoczenia	°C	-30/40	-30/40	-30/40
Obudowa		trójbiegunowa	trójbiegunowa	trójbiegunowa
Lokalizacja instalacji		Wewnętrzny/ napowietrzny	Wewnętrzny/ napowietrzny	Wewnętrzny/ napowietrzny
Wymiary	m	1,0 x 3,6 x 2,7 - 1,2 x 5,3 x 3,2	1,0 x 3,6 x 2,7 - 1,2 x 5,3 x 3,2	1,0 x 3,6 x 2,7 - 1,2 x 5,3 x 3,2
Masa	kg	2400 - 3800	2400 - 3800	2400 - 3800



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN



Źródło: Katalog rozdzielnic
typu 8DN8, Siemens

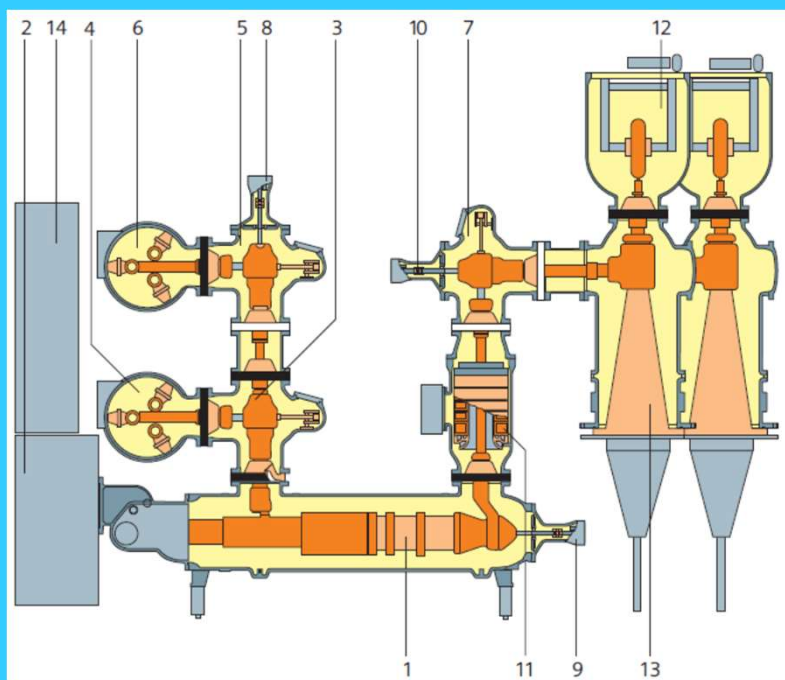
Budowa rozdzielnic 8DN8

1. obudowana szafka sterownicza, 2. Konsola pod szafkę sterowniczą, 3. Przekładnik prądowy, 4. Szyny zbiorcze I z odłącznikiem i uziemnikiem, 5. Komora gasząca wyłącznika, 6. Szyny zbiorcze II z odłącznikiem i uziemnikiem, 7. Napęd zasobnikowo-sprężynowy z zespołem sterowniczym wyłącznika, 8. Przekładnik napięciowy, 9. Uziemnik szybki, 10. Moduł obejściowy z odłącznikiem i uziemnikiem, 11. Głowica kablowa



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN



Pole rozdzielnic typu 8DN9 w izolacji trójbiegunowej

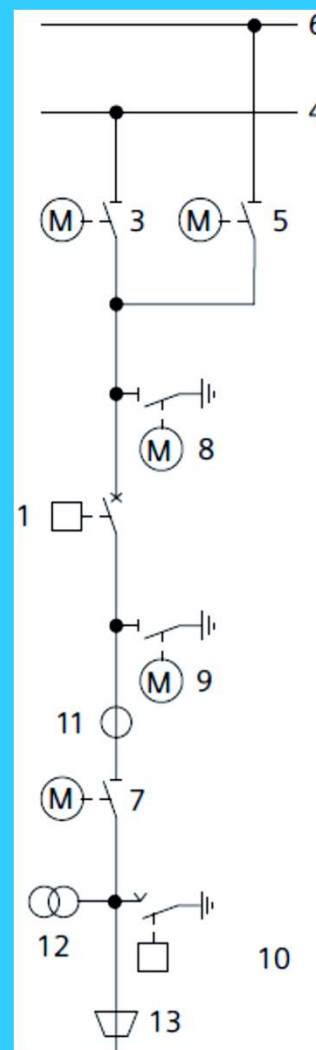
Źródło: Katalog rozdzielnic typu 8DN9, Siemens



gazoszczelny izolator przepustowy



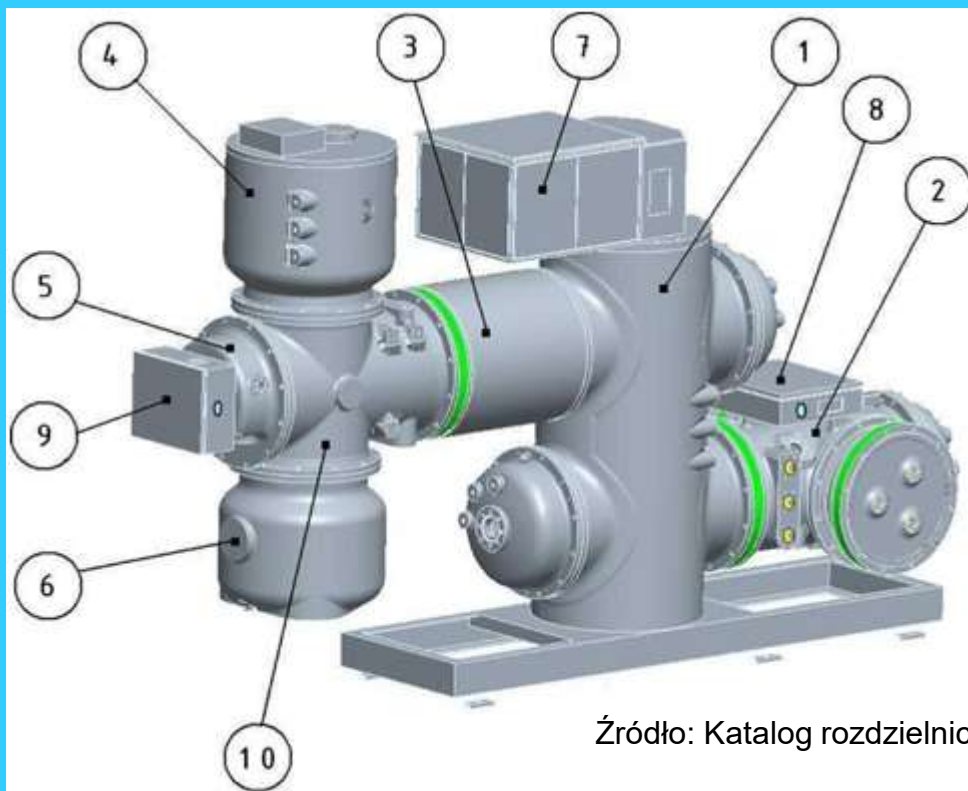
gazoprzepuszczalny izolator przepustowy



1. Komora gasząca wyłącznika
2. Napęd zasobnikowo-sprężynowy z zespołem sterowniczym wyłącznika
3. Odłącznik szynowy I
4. Szyny zbiorcze I
5. Odłącznik szynowy II
6. Szyny zbiorcze II
7. Odłącznik liniowy
8. Uziemnik roboczy
9. Uziemnik roboczy
10. Uziemnik szybki
11. Przekładnik prądowy
12. Przekładnik napięciowy
13. Głowica kablowa
14. Zabudowana szafka sterownicza



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne *Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN*



Budowa pola rozdzielnicy
Optima 145 firmy Grupa
ZARMEN/Elektrobudowa
Konin

Źródło: Katalog rozdzielnicy typu Optima 145, Elektrobudowa Konin

1. moduł wyłącznika – GCB, 2. moduł szyn zbiorczych z uziemnikiem i odłącznikiem BUS1, 3. moduł przekładnika prądowego CT, 4. moduł przekładnika napięciowego VT, 5. moduł uziemnika szybkiego FES, 6. moduł przyłącza kablowego CTS, 7. napęd zasobnikowo - sprężynowy wyłącznika, 8. napęd odłączniko – uziemnika, 9. napęd uziemnika szybkiego, 10. moduł łącznika trójpozycyjnego – TPS,



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

Tabela 6. Rozdzielnica typu Optima 145 - Podstawowe parametry rozdzielnic

Parametr		
Napięcie znamionowe	kV	126/146
Częstotliwość znamionowa	Hz	50
Prąd znamionowy	A	2000/2500/3150
Znamionowy prąd krótkotrwały wytrzymywany	kA/s	31,5/4 ; 40/4
Znamionowy prąd zwarciov	kA	80 ; 100
Napięcie 1-minutowe wytrzymywane	kV	230 (między ziemią a fazą)
		230+73 (między otwartymi stykami)
Napięcie wytrzymywane przy zerowym ciśnieniu (5 min)	kV	109
Napięcie udarowe (1,2/50uS)	kV	550 (między fazą a ziemią)
		550+103 (przez otwarte styki)
Ciśnienie znamionowe/ciśnienie alarmowe (dla 20°C)	MPa	0.7/0.6 (dla przedziału wyłącznikowego)
		0.6/0.5 (dla pozostałych przedziałów)
Poziom wyładowań niepełnych	pC	<=5
Roczny ubytek gazu	%/rok	<=0,5
Szerokość zestawu (pola)	m	0,8

Źródło: Katalog rozdzielnic typu Optima 145, Elektrobudowa Konin



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

Przykłady nowych stacji



Przykłady rozdzielnic 110 kV firmy Siemens
typu 8DN8



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

Przykłady nowych stacji



Stacja elektroenergetyczna RPZ Wilanów 110/15 kV w Warszawie, budynek stacji wewnętrznej 110/15 kV i rozdzielnica 110 kV firmy Siemens typu 8DN8

Bezobsługowa dwutransformatorowa stacja RPZ Wilanów zasilana dwiema liniami kablowymi 110 kV.

Wygląd budynku harmonizuje z sąsiadującą niską zabudową mieszkalną. Umieszczenie samochłodzących się transformatorów wewnątrz budynku i wyciszenie komór transformatorowych, spowodowało że generowany poziom hałasu przez pracujące urządzenia jest niesłyszalny z zewnątrz.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

Przykłady nowych stacji



Stacja elektroenergetyczna GPZ R-111 Wilcza we Wrocławiu,
dwutransformatorowa z rozdzielnią 110 kV w izolacji gazowej z SF₆.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN

Przykłady modernizacji stacji



Stacja elektroenergetyczna RPZ Młynów 110/15 kV w Warszawie, budynek stacji wewnętrznej 110/15 kV i rozdzielnica 110 kV firmy ABB typu EXK-0 Classic
Budynek zabytkowy – przedwojenna rozdzielnia elektryczna



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne *Rozwiązania wewnętrzne - Stacje WN* *Przykłady modernizacji stacji*



Stacja elektroenergetyczna GPZ Jezyce 110/15 kV w Poznaniu, budynek stacji wewnętrznej 110/15 kV i rozdzielnica 110 kV firmy Siemens typu 8DN8





Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Wybór rozwiązania i technologii

- ❑ Wybór rozwiązania i technologii rozdzielni w wykonaniu napowietrznym lub wewnątrzowym wymaga zarówno właściwej oceny układów jak i pełnej znajomości charakterystyki pracy poszczególnych urządzeń.
- ❑ Czynniki odgrywające ważną rolę procesie wyboru rozwiązania:
 - 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 rozdzielnic, urządzeń, aparatury;
 - liczba i częstotliwość wymaganych zabiegów eksploatacyjnych;
 - warunki wykonywania prac eksploatacyjnych dla personelu eksploatacyjnego.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Wybór rozwiązania i technologii

Specyfikacje funkcjonalne

- ❑ Standardowe specyfikacje funkcjonalne 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.
- ❑ Specyfikacje stanowią zbiór wytycznych dla projektantów stacji, którego celem jest typizacja rozwiązań konstrukcyjnych stacji i osiągnięcie wysokiej powtarzalności konstrukcji rozdzielni.
- ❑ Przykłady specyfikacji:
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.1: *Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć*. PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.STACJE/2015: *Stacje elektroenergetyczne najwyższych napięć*. PSE, Konstancin - Jeziorna 2015.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna 2.2.1: *Katalog pól - obwody pierwotne*. PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.BS/2005v1: *Standardowe wymagania budowlane dla obiektów stacyjnych należących do PSE S.A.* PSE Operator, Konstancin - Jeziorna 2005.
 - Standardowa Specyfikacja Funkcjonalna PSE-SF.budynki2PL/2007v2: *Budynek technologiczny dla stacji elektroenergetycznych dużych. Część architektoniczno - konstrukcyjna oraz instalacyjna.* PSE, Konstancin - Jeziorna 2014.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

- ❑ Porównanie technologii budowy rozdzielni o napięciu 400 kV, 220 kV i 110 kV wg różnych aspektów środowiskowych, warunków przygotowania inwestycji, zasadniczych cech charakteryzujących poszczególne technologie na etapie ich budowy, eksploatacji, wymagań niezawodności oraz bezpieczeństwa ich pracy.
- ❑ Uwagi:
 - "++" technologia ta daje zdecydowaną przewagę w stosunku do pozostałych;
 - "+" technologia ta daje przewagę;
 - "0" oznacza stan neutralny;
 - "-" oznacza wadę;
 - "--" oznacza zdecydowaną wadę.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

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	+	++	++



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

Zagadnienie	AIS	GIS	MTS
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	+



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

Zagadnienie	AIS	GIS	MTS
Eksplatacja 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	+	++	+



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

Zagadnienie	AIS	GIS	MTS
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	--	++	+



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

- ❑ Przedstawione porównanie wskazuje na zróżnicowane zalety i wady analizowanych technologii budowy rozdzielnic AIS, GIS i MTS.
- Technologia AIS wykazuje najwięcej zdecydowanych wad, a technologia GIS najwięcej zdecydowanych zalet.
- 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.



Rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne

Porównanie technologii budowy rozdzielni

- ❑ Na podstawie przedstawionej w tabeli analizy zalet i wad technologii można z dużą skutecznością dopasować właściwe rozwiązanie dla zadanych warunków i postawionych wymagań.
- ❑ 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.



Wnioski

- ❑ Stacje NN odgrywają kluczową rolę w KSE i mają strategiczne znaczenie dla jego funkcjonowania, dlatego bardzo istotne jest stosowanie odpowiednich i właściwych 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.



Wnioski

- ❑ Stacje WN posiadają bardzo zróżnicowaną budowę, co jest podyktowane optymalizacją rozwiązania techniczno-ekonomicznego. Przy projektowaniu i wyborze rozwiązania konstrukcyjnego takiej stacji brane są 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.
- ❑ Rozdzielnie GIS są zalecane do budowy stacji 110 kV szczególnie w aglomeracjach miejskich. 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. Rozdzielnie 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.



Wnioski

- ❑ 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 WN 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.



Politechnika Wroclawska



Dziękuję za uwagę