

**Stacja 400 kV Choczewo – pierwsze
wyprowadzenie mocy ze źródeł offshore do
Krajowego Systemu Elektroenergetycznego**

Docelowo moc generowana w lokalizacjach wskazanych na rysunku 1 zostanie rozproszona na kilka węzłów energetycznych rozlokowanych na polskim wybrzeżu. W pierwszym etapie rozwoju MFW zostaną jednak przyłączone do stacji elektroenergetycznej Choczewo. Docelowa moc wprowadzana do rozdzielni 400 kV tej stacji została zaprojektowana na poziomie 5 GW.

W pierwszej kolejności do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) zostaną przyłączone (finalizowane obecnie) projekty ORLEN NEPTUN (Baltic Power 1 i 2 o mocach zainstalowanych 600 MW) oraz PGE Baltica 2 (2 x 750 MW). W dalszej kolejności planowane jest przyłączenie projektu Ocean Winds (ok 350 MW).

Należy podkreślić, że rozdzielnia 400 kV stacji Choczewo posiada również miejsce na pola rezerwowe, które będą mogły przyłączyć następne źródła offshore, ale także inne układy OZE, np. magazyny energii.

Układ budowany w Choczewie jest porównywalny z największymi obecnie eksploatowanymi układami wyprowadzenia mocy w KSE, takimi jak Rogowiec–Bełchatów.

2. Charakterystyka SE Choczewo

Stacja elektroenergetyczna Choczewo wybudowana została jako pierwsze ogniwo z obiektów przeznaczonych do wyprowadzenia mocy z MFW.

Jej lokalizacja w miejscowości Osieki Łęborskie w gminie Choczewo (rys. 2), oddalona w prostej linii ok 6 km od wybrzeża Morza Bałtyckiego, wynika z:

- stosunkowo dogodnych warunków przyłączenia do KSE;
- zgodności z dokumentami planistycznymi państwa i regionu – możliwościami odpowiedniego zagospodarowania terenu;
- możliwości wspólnego z inwestorami morskich farm wiatrowych zakupu dużych działek terenu pod SE Choczewo i stacje abonenckie MFW;
- możliwości wyprowadzenia linii kablowych w kierunku Morza oraz linii napowietrznych 400 kV do systemu przesyłowego.



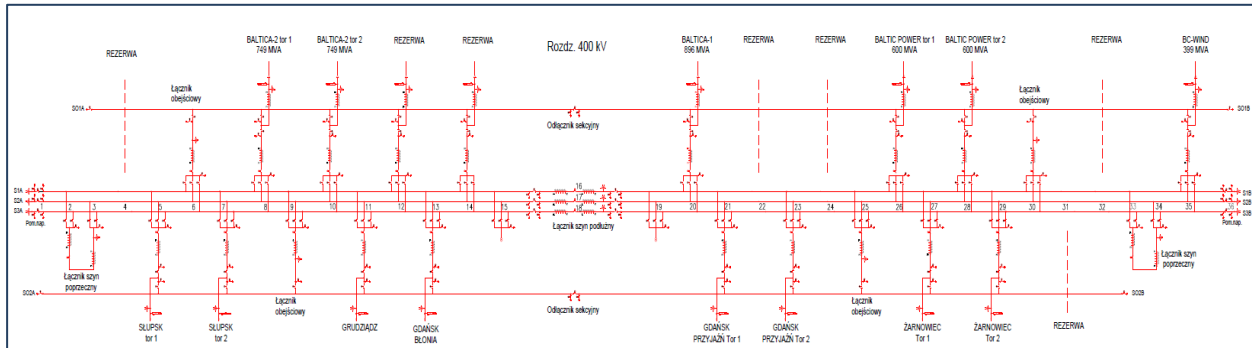
Rys. 2. Stacje lodowe MFW i stacje PSE w Osiekach Łęborskich

Widok lądowych stacji abonenckich MFW i stacji PSE w Osiekach Łęborskich w gminie Choczewo przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Widok lądowych stacji abonenckich MFW i stacji PSE w Osiekach Lęborskich w gminie Choczewo (stan na stycznię 2025)

Stacja Choczewo jest wyposażona w jedną rozdzielnię o napięciu znamionowym 400 kV rozmieszczoną na planie prostokąta o wymiarach 800 x 300 m. Planując schemat elektryczny rozdzielni, zadbano o maksymalną elastyczność ruchową tego obiektu. Schemat ideowy SE Choczewo przedstawiono na rysunku 4.



Rys. 4. Schemat ideowy SE Choczewo (stacji PSE)

Rozdzielnia składa się z:

- 3 systemów szyn zbiorczych, sekcjonowanych podłużnie sprzęgłami wyłącznikowymi;
- 2 szyn obejściowych, podzielonych odłącznikami sekcjonującymi, z dwoma łącznikami (sprzęgłami) obejściowymi (możliwość bezprzerwowego zastępowania każdego pola przez każdy z łączników);
- 2 łączników szyn poprzecznych (sprzęgł) wyposażonych w odłączniki systemowe umożliwiające spinanie 3 systemów szyn zbiorczych we wszystkich kombinacjach;
- 2 pól pomiaru napięcia z uziennikami systemowymi;
- 8 pól dla linii wprowadzających moc od strony farm morskich;
- 8 pól dla linii wyprowadzających moc w stronę systemu przesyłowego;
- 6 podziałek rezerwowych, dla przyszłych potrzeb.

Szyny główne zaprojektowane zostały na obciążenia 6200 A a szyny łączące aparaturę na 4200 A. Wytrzymałość na prądy zwarciovowe – 63 kA.

Rozdzielnia Choczewo jest obecnie jednym z największych i najlepiej wyposażonych tego typu obiektów w KSE.

3. Wyzwania dt. SE Choczewo

Wiedza (edukacja, nauka, doświadczenie, szkolenia) i kompetencje (umiejętności, postawy, praktyka) zawsze były fundamentem umożliwiającym opracowanie oraz interpretację wymagań technicznych (standardy i wymagania PSE oraz wymagania prawne). Dzięki temu fundamentowi w skomplikowanym w procesie inwestycyjnym (etapowość projektu, weryfikacja i testowanie, dialogi techniczne, walidacja projektu) mogły pojawić się rozwiązania techniczne i cała infrastruktura elektroenergetyczna PSE dla odbioru mocy z pierwszych MFW.

PSE publikuje na swoich stronach około 200 technicznych dokumentów (standardy i wymagania), których znakomita większość została wykorzystana w projekcie SE Choczewo. Część z tych rozwiązań jest dobrze znana z innych rozwiązań obiektów budowanych równolegle, natomiast kilka z nich jest stosowana w KSE pierwszy raz na tym obiekcie.

Pakiet urządzeń pierwotnych i potrzeb własnych to blisko 50 dokumentów z pierwszym na tak ogromną skalę zastosowaniem aparatury łączeniowej przystosowanej do prądu 63kA. Wyłączniki, odłączniki, przekładniki oraz ograniczniki przepięć stanowiły w tym przypadku dostawę inwestorską PSE.

Innowacyjnym rozwiązaniem branży obwodów pierwotnych na SE Choczewo było między innymi zastosowanie 2 kompletów przekładników 400KV/0,4kV SSVT, które stanowią będą podstawowe źródła zasilania potrzeb własnych. Jest to pierwsze w KSE rozwiązanie wykorzystujące taki rodzaj zasilania z powodu braku dostępności transformatorów na tym obiekcie. Potrzeby własne, oprócz zasilania z przekładników mocy rezerwowo, będą również posiadały zasilanie z linii 15kV Energa. Rezerwowo na stacji znajduje się jeszcze zasilanie agregatowe.

Pakiet urządzeń wtórnych i SSiN to również około 50 dokumentów. W tym pakiecie warto zwrócić uwagę na pierwsze na tak szeroką skalę wykorzystanie standardów projektów typowych wdrożonych w PSE w 2021 r., czyli tuż przed podpisaniem Umowy z Wykonawcą. Drugim wyzwaniem wartym podkreślenia jest wykonanie systemu sterowania i nadzoru wg Nowego standardu budowy SSiN uwzględniającego między innymi segmentację systemu SSiN (dedykowane wirtualne sieci VLAN do komunikacji), zastosowanie urządzeń typu firewall do komunikacji pomiędzy poszczególnymi VLAN oraz pierwszą UZDA SSiN. Lista sygnałów z tego obiektu to ponad 16000 pozycji (zdarzenia i sterowania ponad 5000, alarmy - blisko 10000, pomiary – blisko 1000). Warto zauważyć, że FAT SSiN zrealizowany został przy skompletowaniu i połączeniu i zasymulowaniu całego obiektu energetycznego składającego się z około 40 szaf. Dzięki temu już na tym etapie możliwe było sprawdzenie powiązań międzypolowych w jednym miejscu jeszcze przed montażem urządzeń na obiekcie. Pakiety urządzeń telekomunikacyjnych, pomiarowych oraz związanych z bezpieczeństwem i systemami SOT wraz z pakietem standardów infrastruktury stacji stanowią uzupełnienie wcześniej wspomnianych urządzeń, które się wzajemnie uzupełniają. Pełna ich integracja i powiązanie wzajemne stanowi podstawę kompleksowego obiektu energetycznego.

Wyzwanie integracji w jedną całość wszystkich niezbędnych skomplikowanych pojedynczych układów wymaga odpowiedniego nowoczesnego podejścia projektowego. Poniżej kilka przykładów z procesu projektowania wybranych aspektów aparatury łączeniowej.

Jak zdobyć wiedzę do projektowania?

- DTR + Dane gwarantowane (wiedza darmowa);
- dane gwarantowane (przetargi-standardy aparatury) – (wiedza płatna kontraktowa);
- raporty z prób wyrobu + prób typu (przetargi-standardy aparatury) – (wiedza płatna kontraktowa);
- dodatkowe dane poza standardowymi (przetargi-dodatkowe zapisy) – (wiedza płatna kontraktowa).

Kiedy i na jakim etapie zdobyć wiedzę w procesie inwestycyjnym?

- dane gwarantowane – umożliwiają projektowanie;
- projekty wykonawcze – umożliwiają zamówienia i realizację;
- testy FAT – umożliwiają transporty na obiekty energetyczne, montaż i rozruchy;
- testy SAT i Odbiór – umożliwiają podanie napięcia i obciążenia.

Gdzie wykorzystać wiedzę w cyklu życia projektu inwestycyjnego?

- etap planowania (studia wykonalności, specyfikacje, projekty + analizy do tych etapów);
- etap przetargu (SIWZ, standardy, dane gwarantowane, próby typu);
- etap realizacji (dane gwarantowane, projekty, testy FAT, testy SAT, odbiory, podanie napięcia);
- etap przekazania do eksploatacji (potwierdzenie usunięcia usterek i wad);
- etap eksploatacji (gwarancja, diagnostyka, przeglądy, utylizacja).

Bardziej szczegółowe dane wykorzystywane są w szczególności do modelowania aparatury łączeniowej na potrzeby analiz wysokoczęstotliwościowych, gdzie prawidłowość tych analiz jest pochodną poprawnego przyjęcia założeń zdobytych dzięki szczegółowej wiedzy pozyskanej we wskazanych powyżej etapach.

Podsumowując, warto zwrócić uwagę na kilka istotnych aspektów tego projektu, które umożliwiły jego realizację w założonych pierwotnie terminach:

1. na posiedzeniu Komitetu Sterującego **przyjęto układ rozdzielni i sposoby pracy pól**, co wpłynęło na rozwiązania projektowe i usprawniło opiniowanie dokumentacji (marzec 2022 r.);
2. zrealizowano **dostawy inwestorskie dla całej aparatury pierwotnej** (wyłączniki, odłączniki/uziemniki, przekładniki prądowe/napięciowe, ograniczniki przepięć) – wyzwanie;
3. wdrożono nowe rozwiązania techniczne w zakresie podstawowego zasilania potrzeb własnych, zastosowano **przekładniki mocy** (pionierskie rozwiązanie w KSE);
4. wdrożono nowe rozwiązania techniczne obwodów wtórnych w oparciu o **Projekty Typowe** (Standard ogłoszony w 2021 r. tuż przed podpisaniem umowy z Wykonawcą), co usprawniło proces projektowania i opiniowania dokumentacji, zmniejszyło ryzyko pomyłek na etapie realizacji oraz przyspieszyło weryfikację na obiekcie;
5. wykonano SSiN wg. **nowego Standardu budowy SSiN** uwzględniający między innymi:
 - segmentację sytemu SSiN (dedykowane wirtualne sieci VLAN do komunikacji);
 - zastosowanie urządzeń typu firewall do komunikacji pomiędzy poszczególnymi VLAN;
 - UZDA SSiN.

W całym procesie transformacji energetycznej przy okazji realizacji takich projektów warto podkreślać również aspekt zdobytego bezcennego doświadczenia nowej kadry co stanowi fundament dla każdej organizacji długofalowo patrzącej w przyszłość. Zaangażowanie nowych pracowników poskutkowało zdobyciem większego doświadczenia i znacznym podniesieniem ich kompetencji.

4. Wyzwania przyłączania MFW – incydentalna utrata mocy

Morskie farmy wiatrowe stanowią instalacje wytwórcze o dużym wolumenie mocowym. Obserwowane kolejne etapy ich projektowania, budowy i przyłączania do KSE jednoznacznie wskazują, że w nieodległej przyszłości staną się istotnym składnikiem sektora wytwórczego KSE. Wobec powyższego ewentualna utrata generacji mocy z MFW może prowadzić do materializacji ryzyka zaburzenia stabilnych warunków pracy KSE. Mitygacja tego ryzyka wymaga odpowiedniego rezerwowania mocy czynnej w KSE. Prognozowanie rezerwy jest częścią działań OSP związanych z zarządzaniem pracą KSE, w ramach planowania jego pracy. Rezerwa jest planowana w krajowych jednostkach wytwórczych z uwzględnieniem struktury technologicznej i wolumenowej instalacji wytwórczych i odbiorczych przyłączonych do KSE. Co do zasady, rezerwa jest zapewniana z wykorzystaniem dostępnych środków nabywanych rynkowo. Jedynie w sytuacjach skrajnych OSP może korzystać z nierynkowych narzędzi do poprawy bilansu (patrz rys. 5).



Rys. 5. Dostępne narzędzia awaryjnego bilansowania KSE

Duża jednostkowa koncentracja mocy w największych MFW planowanych do przyłączenia do KSE, przekraczająca moc istniejących synchronicznych jednostek wytwórczych, implikuje wysokie ryzyko niepożądanych skutków ewentualnej znacznej utraty generacji z MFW wskutek awarii m.in. w układzie wyprowadzenia mocy. Determinowało to potrzebę uwzględnienia partycypowania MFW w wysiłku technicznym związanym z minimalizacją skutków wpływu takiej incydentalnej utraty mocy na bilansowanie w KSE. Wymóg ten sformułowano w §24 Rozporządzenia [1]. Przedmiotowy wymóg ustanawia obowiązek zaprojektowania, wykonania i eksploatacji układu wyprowadzenia mocy z MFW w taki sposób, aby maksymalna utrata mocy wyprowadzanej z MFW – w następstwie jego ewentualnej awarii – nie przekraczała progu określonego w Rozporządzeniu [1]. Zdefiniowano dwa progi, tj. 1100 MW lub 2/3 mocy przyłączeniowej MFW. Wymiar pierwszego z progów – 1100 MW – wynika z mocy największych istniejących synchronicznych jednostek wytwórczych przyłączonych do KSE i dotyczy wszystkich układów wyprowadzenia mocy z MFW, niezależnie od technologii i liczby równoległych połączeń między MFW a punktem przyłączenia. Natomiast drugi próg – 2/3 mocy przyłączeniowej MFW – dotyczy układów wyprowadzenia mocy z więcej niż jednym połączeniem między MFW a punktem przyłączenia, w których wyłączenie jednego z takich połączeń nie powinno wpływać na dostępność pozostałych, co umożliwi dalsze wyprowadzenie części mocy z MFW do KSE. W Rozporządzeniu [3] dodatkowo wskazano, że do wymiarowania incydentalnej utraty mocy dla danej MFW należy wziąć niższą z wartości progowych.

Wymaganie dt. incydentalnej utraty mocy sformułowane dla układów wprowadzenia mocy z MFW stanowiło pierwsze podejście do formalizacji technicznego partycypowania dużych podmiotów we wspólnym celu utrzymania stabilnego bilansu mocy czynnej w KSE. OSP predykcyjnie prowadzi wieloscenariuszowe analizy pracy KSE, ukierunkowane na ocenę wpływu na KSE różnorodnych czynników zewnętrznych i wewnętrznych. Jedną z takich analiz jest szacowanie maksymalnej wartości incydentalnej utraty mocy czynnej. Jako podstawowe kryterium wymiarujące – zgodnie z metodyką stosowaną przez praktycznie wszystkich operatorów na świecie – traktuje się moc największych niepodzielnych instalacji wytwórczych lub odbiorczych przyłączonych lub planowanych do przyłączenia do danego SEE. W niektórych publikacjach – m.in. w [4] – wskazuje się, że zestaw kryteriów można rozszerzyć o tzw. czynniki stabilnościowe (patrz rys. 6).



Rys. 6. Rodzaje stabilności SEE [4]

Dla obecnie krytycznego czynnika wymiarującego, tj. mocy jednostkowej niepodzielnych obiektów elektroenergetycznych, w analizach systemowych zwykle uwzględnia się:

- synchroniczne moduły wytwarzania energii i moduły parku energii – jako obiekty należące do dużych instalacji wytwórczych, których awaria może prowadzić do znacznej utraty generacji mocy czynnej w SEE;
- systemy HVDC – jako obiekty należące do dużych instalacji przesyłowych lub układów wyprowadzenia mocy z dużych modułów parku energii, w których awaria może prowadzić do znacznych zmian w przesyłach mocy czynnej między dużymi obszarami w SEE (dla systemów HVDC stanowiących instalacje przesyłowe) lub znacznej utraty generacji mocy czynnej w SEE (dla systemów HVDC stanowiących układ wyprowadzenia mocy z modułów parku energii);
- elektrolizery lub – uogólniając – obiekty Power-To-Gas (P2G) – jako obiekty należące do dużych instalacji odbiorczych, w których awaria może prowadzić do znacznego nadmiaru mocy czynnej w SEE.

Wybrane wyniki prac przeglądowych realizowanych przez OSP dla poszczególnych rodzajów obiektów, przedstawiono na rysunku 7, z uwzględnieniem planów inwestycyjnych w KSE.



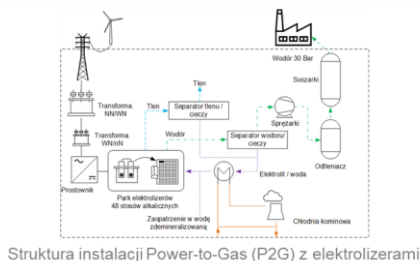
- ∞ **Status** | dostępność komercyjna
Wielu potencjalnych dostawców, w różnych technologiach.
- 🔥 **Moc jednostkowa** | obecnie 1,66 GWe netto
W KSE w EJ „Lubiatowo-Kopalino” planuje się 3 reaktory o łącznej mocy 3,75 GWe (1,25 GWe mocy jednostkowej).
- 💎 **Cechy szczególne** | moc jednostkowa dostępnych komercyjnie modułów wytwarzania przekracza 2,2 GVA
Rozwiązania m.in. Arabelle solutions i Siemens Energy.



- ∞ **Status** | dostępność komercyjna
Wielu potencjalnych dostawców, w różnych technologiach.
- 🔥 **Moc jednostkowa** | plan na 4,1 GW MFW Berwick Bank
Największe MPE to MFW. W KSE największa planowana MFW ma łączną moc 1,56 GW. W I fazie wsparcia: 1,5 GW.
- 💎 **Cechy szczególne** | wyprowadzenie mocy AC lub DC
W KSE obecnie wszystkie układy wyprowadzenia mocy to AC (możliwa wysoka redundancja – kilka równoległych kabli).



- ∞ **Status** | dostępność komercyjna
Kilku potencjalnych dostawców, w różnych technologiach.
- 🔥 **Moc jednostkowa** | nawet 5 GW (Chiny)
Obecnie najpopularniejsze rozwiązania to 1,3 GW dla monopolar ±320 kV i 2 GW dla bipolar ±525 kV.
W KSE | SwePol Link 600 MW; długoterminowe plany PSE na HVDC N-S i długoterminowe plany Inwestorów w offshore.
- 💎 **Cechy szczególne** | szybkie tempo rozwoju
Skokowe przyrosty mocy dla coraz wyższych napięć kabli.



- ∞ **Status** | BiR dla dużych instalacji
Przewidywany czas osiągnięcia dostępności komercyjnej: 10 lat. Duży nacisk na rozwój na poziomie UE, szczególnie dla offshore.
- 🔥 **Moc jednostkowa** | obecnie pilotaże na 0,2 GW
Plany komercjalizacji obejmują skalowanie do 1 GW (nawet 2,1 GW – limitem jest moc transformatorów 1f).
- 💎 **Cechy szczególne** | szybka regulacja obciążenia
Nawet 20% obciążenia znamionowego na sekundę.

Rys. 7. Identyfikacja maksymalnej mocy jednostkowej obiektów elektroenergetycznych spodziewanych w KSE w perspektywie dekady

Przeprowadzone prace przeglądowe pozwalają na wnioskowanie, że dla bieżącej i spodziewanej w przyszłości struktury KSE krytycznymi obiektami wymiarującymi są niepodzielne synchroniczne jednostki wytwórcze. Dla takich obiektów brak rozwiązań umożliwiających „podział” niepodzielnych instalacji wytwórczych, które pozwoliłyby na ograniczenie skutków utraty mocy czynnej. Natomiast MFW – jako największe moduły parku energii spodziewane w KSE – nie muszą stanowić obiektów krytycznych w toku wymiarowania, ponieważ istnieją rozwiązania techniczne umożliwiające podział ich układów wprowadzenia mocy, pozwalając na ograniczenie skutków utraty mocy czynnej w sytuacji ewentualnej awarii w takim układzie; także MFW składa się z wielu pojedynczych turbin wiatrowych łączonych w kilka lub kilkanaście grup, zatem jest układem podzielnym i nawet wyłączenie jednej grupy turbin nie powinno przekładać się na utratę dużego wolumenu generacji mocy czynnej. Również dla systemów HVDC istnieją rozwiązania techniczne umożliwiające ich podział celem ograniczenia skutków utraty mocy czynnej – zastosowanie technologii bipolarnej z DMR pozwala na uzyskanie układu wysoce elastycznego w warunkach n-1 linii przesyłowych DC lub układów przekształtnikowych, umożliwiając dalszy przesył mocy przez system HVDC na poziomie $\geq 50\%$. Z kolei instalacje elektrolizerów lub – rozszerzając – instalacje P2G osiągną wystarczający poziom komercjalizacji dopiero w przeciągu dekady, tym samym obecnie nie stanowią instalacji odbiorczej krytycznej dla wymiarowania maksymalnej wartości incydentalnej utraty mocy czynnej w KSE. Niemniej, OSP monitoruje parametry instalacji odbiorczych, w tym P2G.

Mając na względzie długoterminowe plany rozwoju KSE i realne zwiększanie mocy niepodzielnych synchronicznych jednostek wytwórczych w przyszłości, OSP zaproponował wprowadzenie zharmonizowanej reguły dla wszystkich instalacji wytwórczych, zapewniającej dostosowanie wartości maksymalnej utraty generacji mocy z modułów wytwarzania energii (w tym z morskich farm wiatrowych) do wartości maksymalnej mocy w wydanych warunkach przyłączenia. Umożliwi to dostosowywanie wartości i daty obowiązywania danego wymiaru tego wymogu do aktualnych i możliwych do uzyskania w przyszłości warunków zapewniających stabilną i bezpieczną pracę KSE. Dla interpretacji celowościowej, przedmiotowy wymóg ustanawia obowiązek stosowania rozwiązań ograniczających maksymalny skutek utraty generacji mocy czynnej z instalacji wytwórczej do największej mocy przyłączeniowej niepodzielnego synchronicznego modułu wytwarzania energii, określonej w warunkach przyłączenia do sieci przesyłowej lub koordynowanej sieci 110 kV. Wartość progowa tego wymagania oraz data obowiązywania tej wartości będą określone w IRIESP. Przedmiotowa reguła została zapisana w zaktualizowanej ustawie Prawo Energetyczne [5].

5. Podsumowanie

Stacja elektroenergetyczna 400 kV Choczewo stanowi pierwszy i kluczowy węzeł umożliwiający wprowadzenie mocy z MFW do KSE. W początkowej fazie rozwoju offshore w Polsce pełni ona rolę głównego punktu przyłączenia projektów MFW. Lokalizacja stacji w Osiekach Lęborskich została uwarunkowana zarówno względami systemowymi i planistycznymi, jak i możliwościami technicznymi realizacji połączeń kablowych z morza oraz linii napowietrznych 400 kV do sieci przesyłowej. Przyjęte rozwiązania techniczne rozdzielni 400 kV zapewniają wysoką elastyczność eksploatacyjną oraz rezerwę dla przyszłych przyłączy, co czyni stację Choczewo jednym z największych i kluczowych obiektów przesyłowych wspierających integrację morskiej energetyki wiatrowej z KSE.

Obserwowane i prognozowane dalsze zmiany w SEE skłaniają do wnioskowania, że rośnie złożoność procesu utrzymania ich stabilnej pracy. Dotyczy to także KSE, w którym transformacja energetyczna prowadzi do istotnych zmian strukturalnych i funkcjonalnych. Coraz trudniejsze staje się zapewnienie wystarczającego wolumenu odpowiednich środków rezerwowania mocy czynnej, niezbędnych do utrzymania niezawodności i bezpieczeństwa pracy KSE. Choć – co do zasady – zarządzającym procesem rezerwowania jest OSP, to jednak utrzymanie stabilnej pracy KSE powinno stanowić cel długo- i krótkoterminowy każdego użytkownika KSE, od etapu formułowania założeń funkcjonowania, poprzez projektowanie rozwiązań technicznych i formalnych, aż po korzystanie z infrastruktury KSE, we wszystkich warunkach jego pracy. Mając na względzie powyższe, w ustawie Prawo Energetyczne zdefiniowano wymaganie jakościowe dla instalacji wytwórczych przyłączanych do KSE odnoszące się do maksymalnego wymiaru incydentalnej utraty mocy czynnej. Przyjęta postać tej zharmonizowanej reguły określa wymagane cechy układu, bez deterministycznego wskazania sposobu ich uzyskania. Oczekuje się, że takie podejście ułatwi m.in. długoterminowe planowanie działań inwestycyjnych dla dużych instalacji wytwórczych, zapewni możliwość szerokiego wyboru rozwiązań technicznych przez wytwórców, a jednocześnie zwiększy świadomość znaczenia wpływu każdego użytkownika KSE na niezawodność i bezpieczeństwo pracy KSE.

Literatura

- [1] Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040). Warszawa 2021. Dostęp w Internecie: <https://www.gov.pl/web/morska-energetyka-wiatrowa/polityka-energetyczna-polski-do-2040-roku-pep2040> (dostęp: 20.04.2026)
- [2] Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Program rozwoju Morskich Farm Wiatrowych. Dostęp w Internecie: <https://www.gov.pl/web/morska-energetyka-wiatrowa/program-rozwoju-morskich-farm-wiatrowych> (dostęp 20.04.2026)
- [3] Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 25 maja 2022 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla zespołu urządzeń służących do wyprowadzenia mocy oraz dla elementów stacji elektroenergetycznych zlokalizowanych na morzu.
- [4] ENTSO-E Stability Management in Power Electronics Dominated Systems: A Prerequisite to the Success of the Energy Transition. 2023.
- [5] Ustawa z dnia 13 marca 2026 r. o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw.