
Bilansowanie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego

Andrzej Midera | andrzej.midera@pse.pl | Departament Zarządzania Systemem

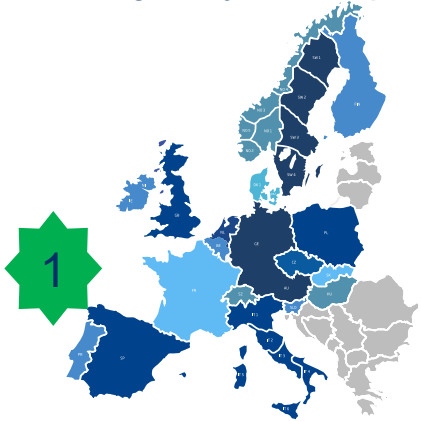
Warszawa | 3 grudnia 2025 roku

www.pse.pl

Bilansowanie systemu elektroenergetycznego

Obszar synchroniczny

$$\sum P_{\text{generacja}} = \sum P_{\text{zapotrzebowanie}}$$



Obszar regulacyjny

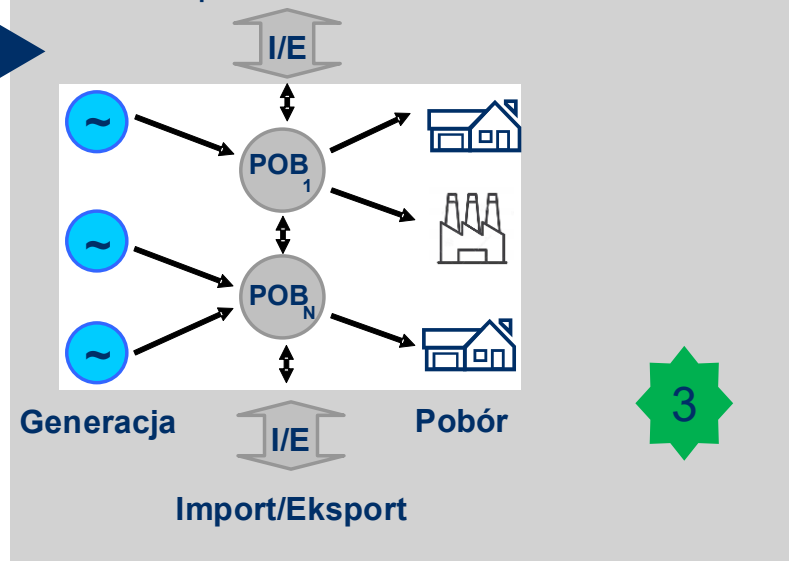
$$\begin{aligned} \sum P_{\text{generacja}} + \sum P_{\text{import}} \\ = \\ \sum P_{\text{zapotrzebowanie}} + \sum P_{\text{eksport}} \end{aligned}$$



Obszar bilansowania handlowego

POB (dla każdego okresu rozliczeniowego)

$$\begin{aligned} \sum P_{\text{generacja}} + \sum P_{\text{import}} + \sum P_{\text{zakup}} \\ = \sum P_{\text{zapotrzebowanie}} + \sum P_{\text{eksport}} + \sum P_{\text{sprzedaż}} \end{aligned}$$



Konsekwencje niezbilansowania KSE

- Odchylenie częstotliwości
 - Przekroczenie limitów przepływów mocy
- ↓
- Wyłączenia źródeł/odbiorów
 - Wyłączenia linii energetycznych
 - Zakłócenie pracy systemów innych krajów
- ↓
- Utrata zasilania w sieci (lokalna/globalna)
 - Konieczność odbudowy systemu

Mechanizmy rynkowe w bilansowaniu systemu elektroenergetycznego

Mechanizmy obrotu energią elektryczną

- **Rynek terminowy**
 - Dostawy w określonej przyszłości, np. BASE_Y2022
 - Różne typy kontraktów: base, peak, offpeak, Y, Q, M, itd.
 - **Pay-as-bid**
- **Kontrakty Over-the-Counter (OTC)**
 - Zawierane poza giełdą, bezpośrednio dostawca-odbiorca
 - **Ceny negocjowane**
- **Umowy PPA (power purchase agreements)**
 - Odmiana kontraktów OTC, zwykle dotyczą energii z OZE
 - **Ceny negocjowane**
- **Rynek Spot**
 - Rynek Day-Ahead, Intraday Auctions (**Pay-as-cleared**) i Intraday Continuous (**Pay-as-bid**).
 - Obecnie do 1h przed czasem dostawy, w przyszłości 30 min

Rynek to kluczowe narzędzie bilansowania

Mechanizmy rynkowe w rękach OSP

- **Rynek Mocy**
 - Płatność za zobowiązanie do bycia dostępnym na polecenie OSP
 - **Pay-as-cleared**
- **Rynek Usług Systemowych**
 - Pozyskiwanie przez OSP usług systemowych: GWS, moc bierna, IZP (DSR w górę), itd.
 - **Ceny negocjowane** lub **Pay-as-cleared (jeśli przetargi)**
- **Rynek Mocy Bilansujących**
 - Pozyskiwanie przez OSP rezerw FCR, aFRR, mFRR i RR
 - **Pay-as-cleared (w Polsce)**
- **Rynek Bilansujący**
 - Rynek techniczny energii bilansującej – zarządzanie ograniczeniami sieciowymi i zbilansowanie nieplanowego wytwarzania i poboru (tzw. niezbilansowania)
 - **Pay-as-cleared** (w ogólnym przypadku)

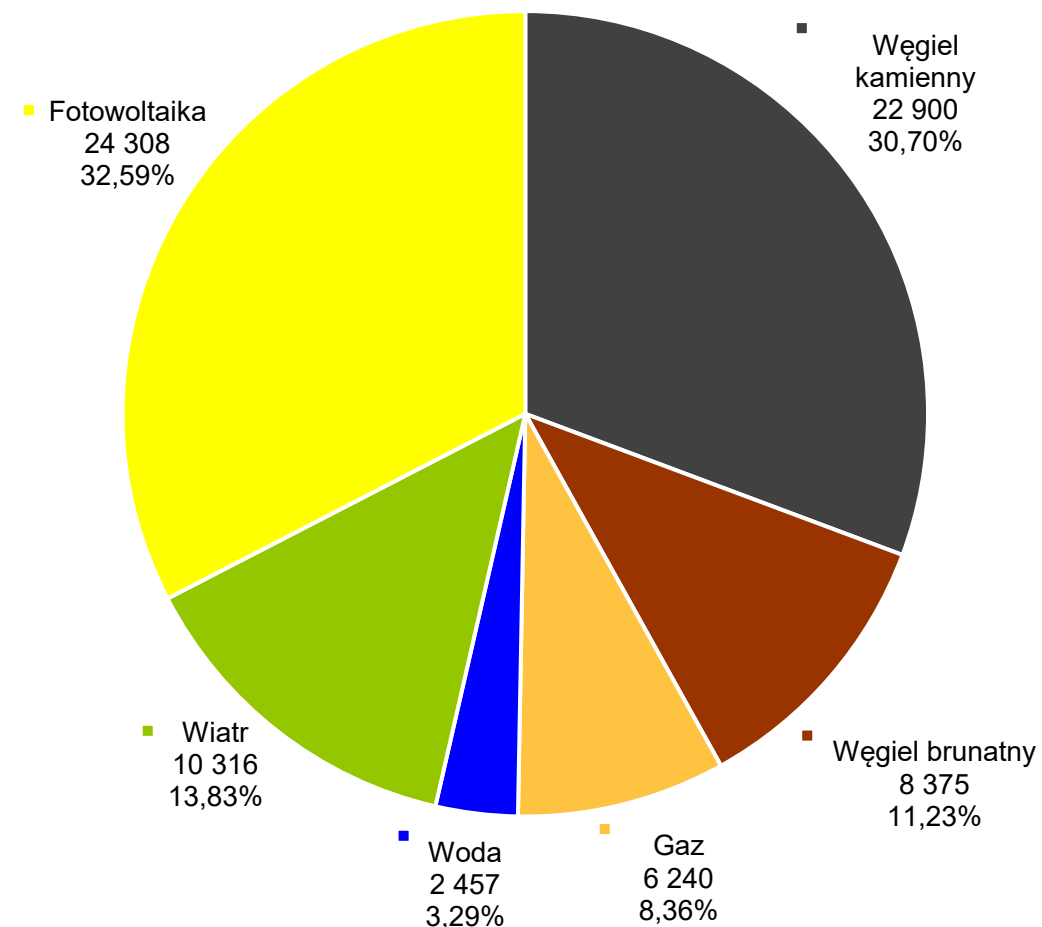
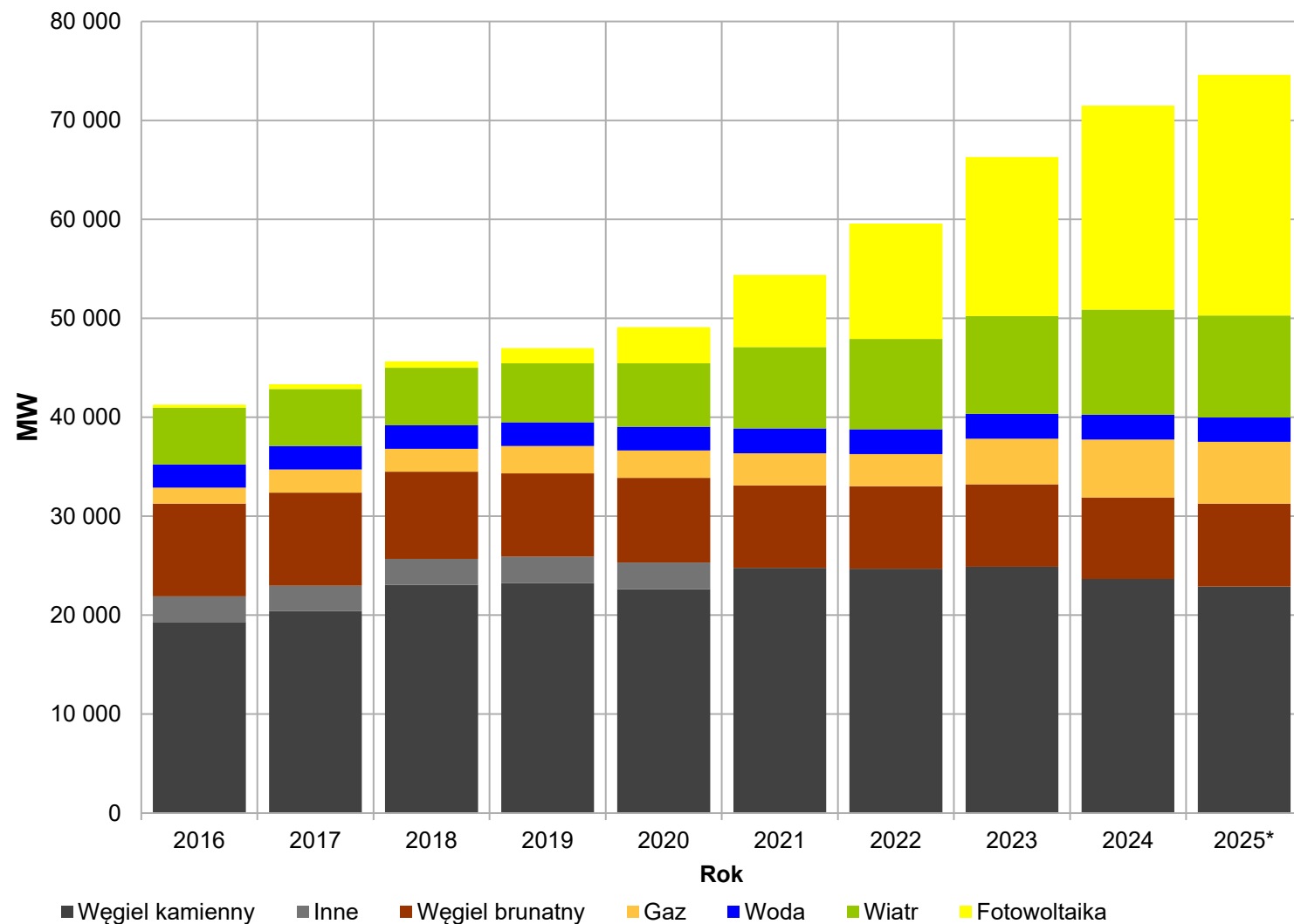
Rynek europejski (transgraniczny)

- **W zakresie geograficznym, budowa rynku europejskiego została w zasadzie zakończona**
 - Rynek od Lizbony po Helsinki
- **Dalszy rozwój rynku UE to przede wszystkim**
 - Przesuwanie handlu w stronę czasu rzeczywistego
 - Zwiększanie zdolności przesyłowych
 - Rozszerzenie w stronę krajów trzecich (w tym UA, UK)
 - Rynek mocy jako ważny segment rynku oraz jego regionalizacja
 - Platformy pozyskiwania mocy bilansujących / współdzielenie mocy bilansujących

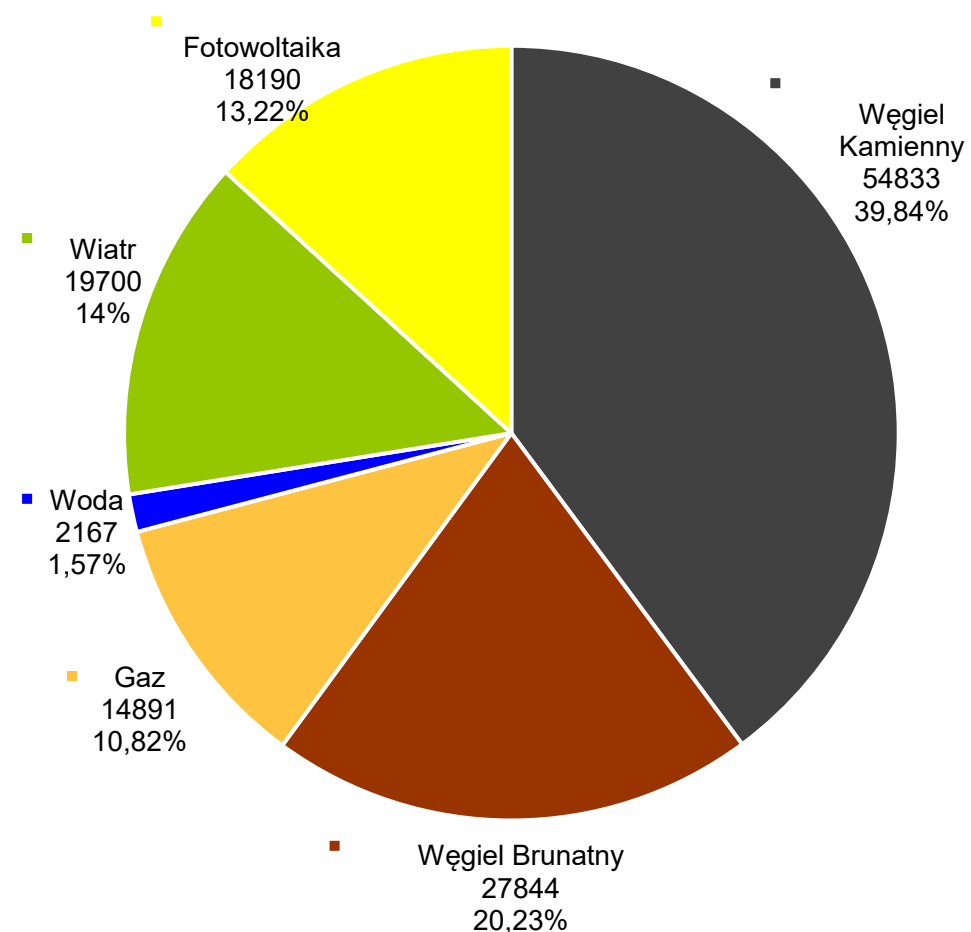
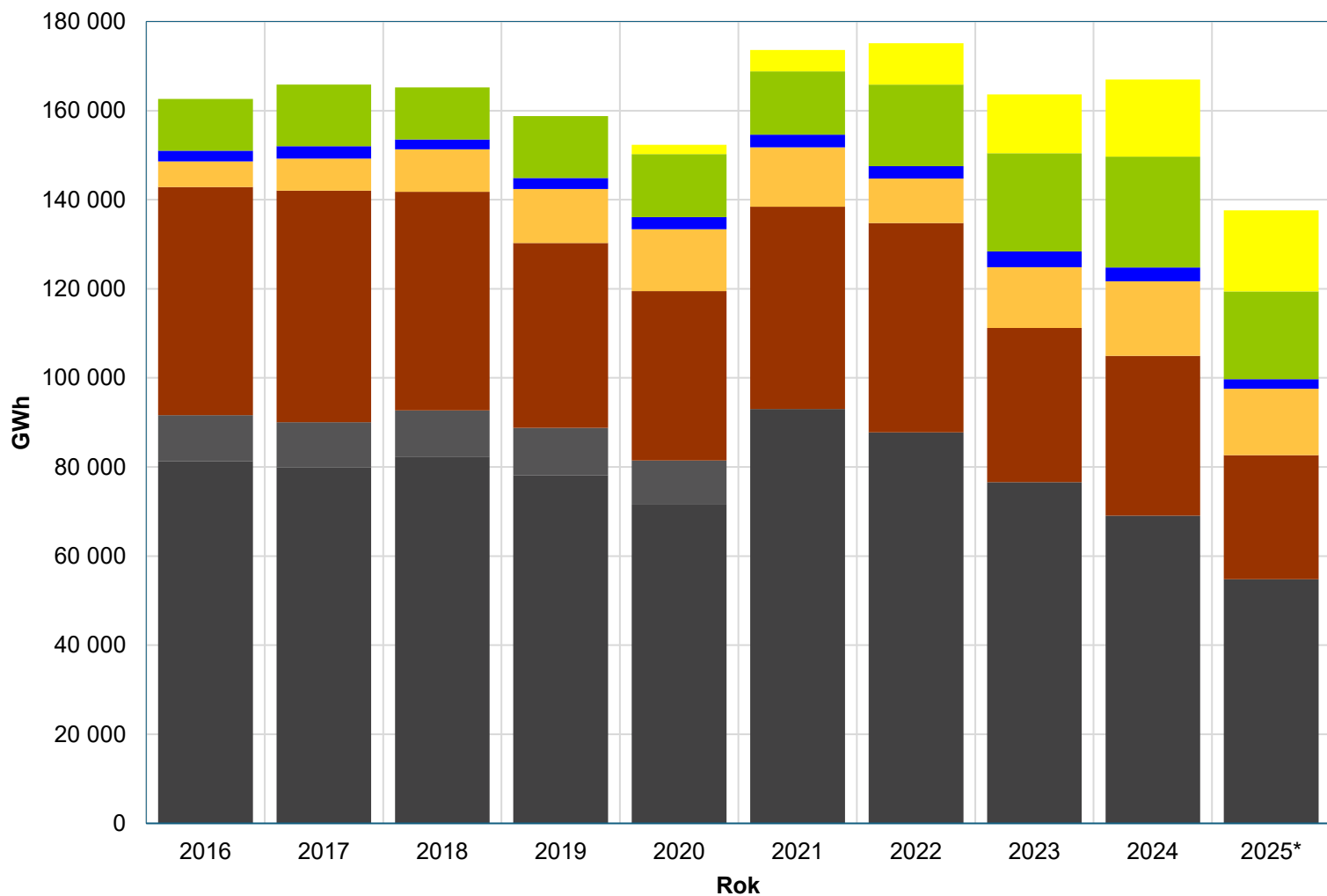
oraz szeroko rozumiana koordynacja i regionalizacja procesów...



Moc osiągalna w podziale na źródła do 02.11.2025 r.



Produkcja energii elektrycznej (brutto) w podziale na źródła do 02.11.2025 r.



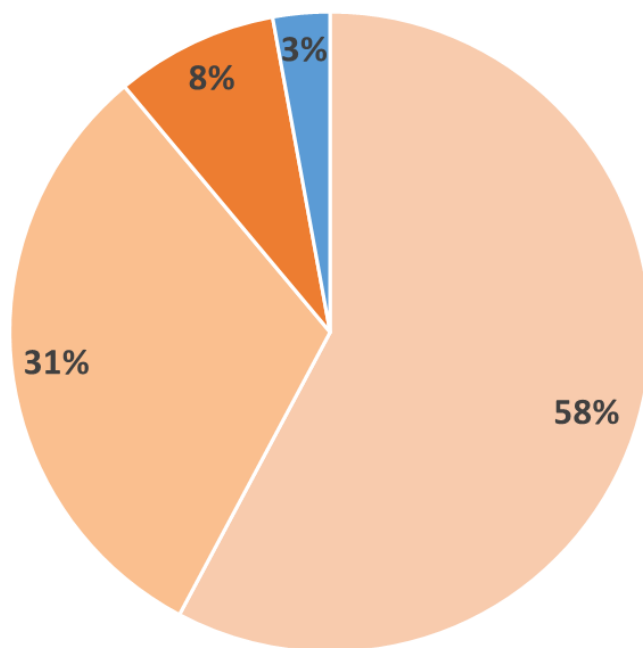
■ Węgiel Kamienny ■ Inne ■ Węgiel Brunatny ■ Gaz ■ Woda ■ Wiatr ■ Fotowoltaika

Zmiana paradygmatu „zasilania” KSE

93% źródeł OZE jest przyłączonych do sieci OSD

Moc zainstalowana PV - stan na 28.02.2025

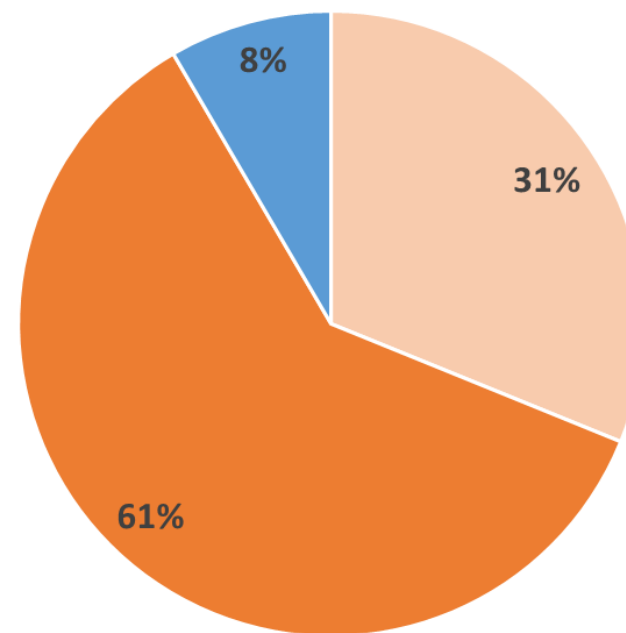
(22 074 MW)



PV w sieci Nn
PV w sieci SN
PV w sieci 110 kV w OSD
PV w sieci OSP

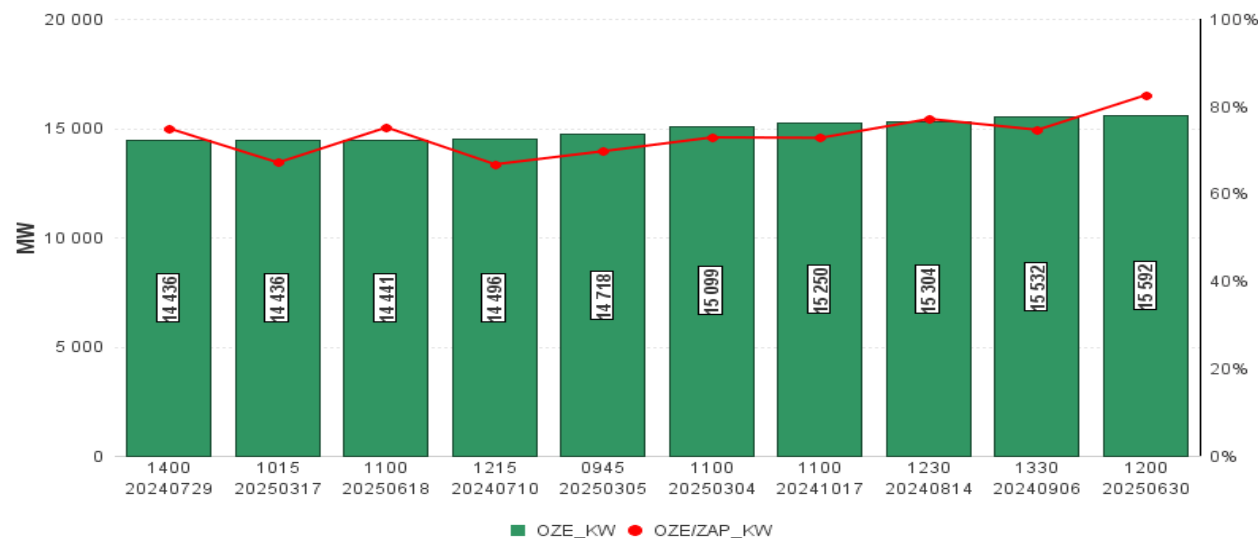
Moc zainstalowana FW - stan na 1.04.2025

(10 868 MW)



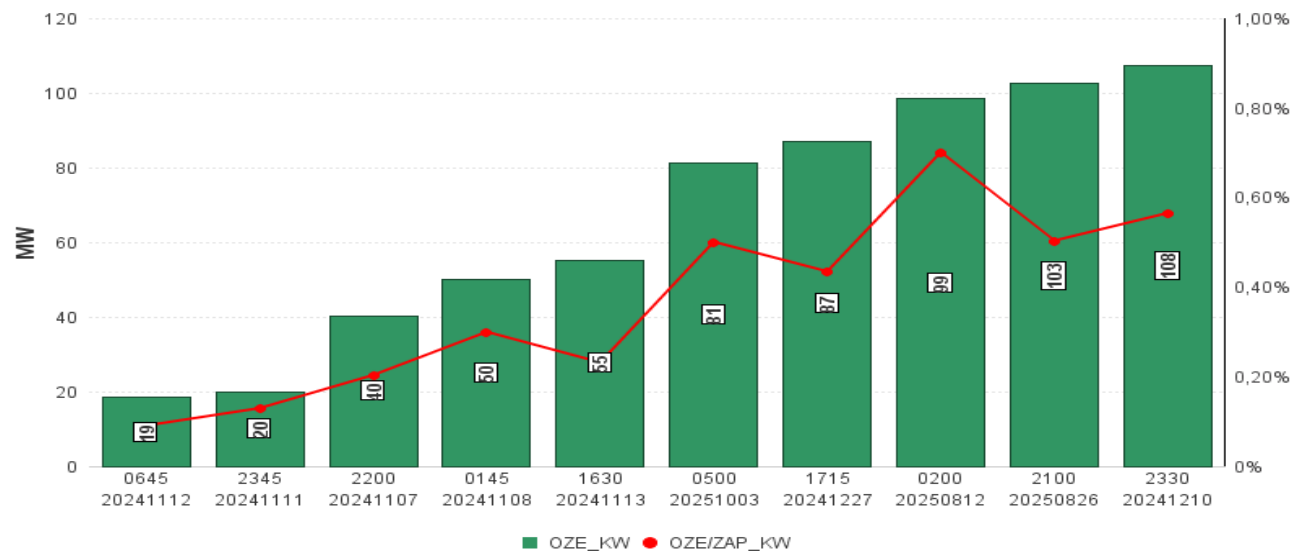
FW w sieci SN/nn
FW w sieci 110 kV OSD
FW w sieci OSP

Generacja OZE vs krajowe zapotrzebowanie na moc – kwadrans



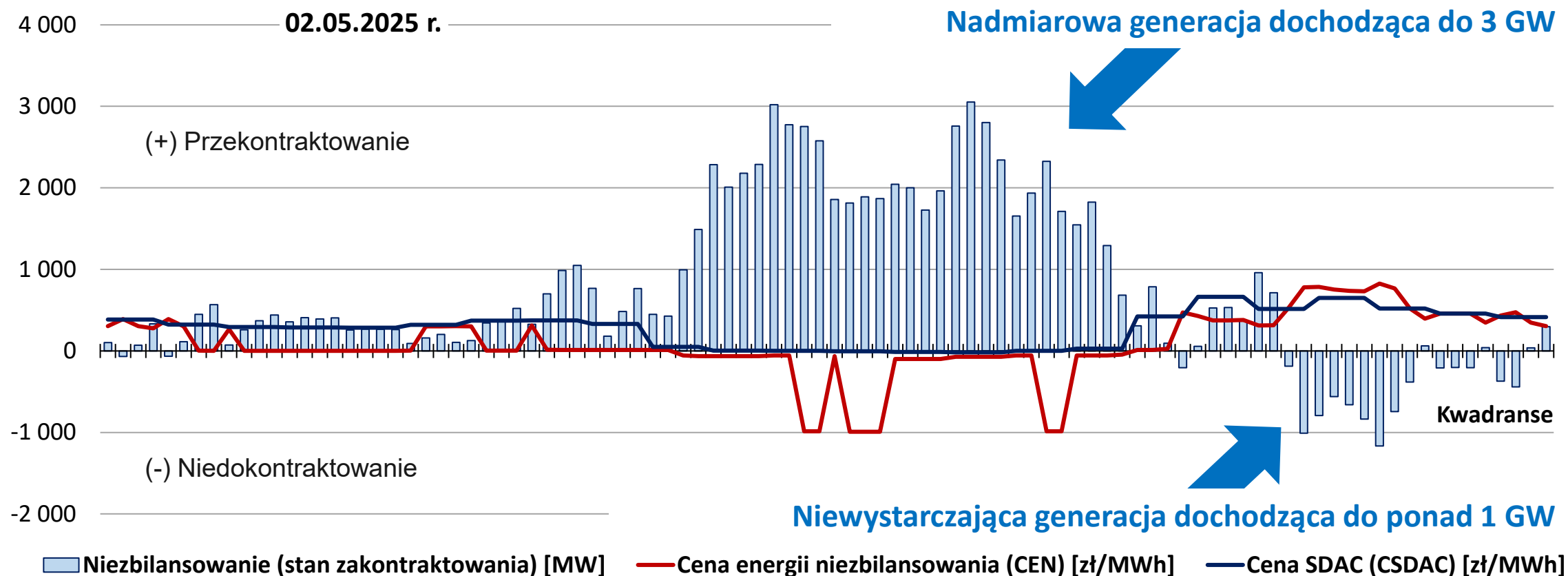
Prawie **80%** wartości zapotrzebowania na moc pokryte przez OZE

Mniej niż **1%** wartości zapotrzebowania na moc pokryte przez OZE



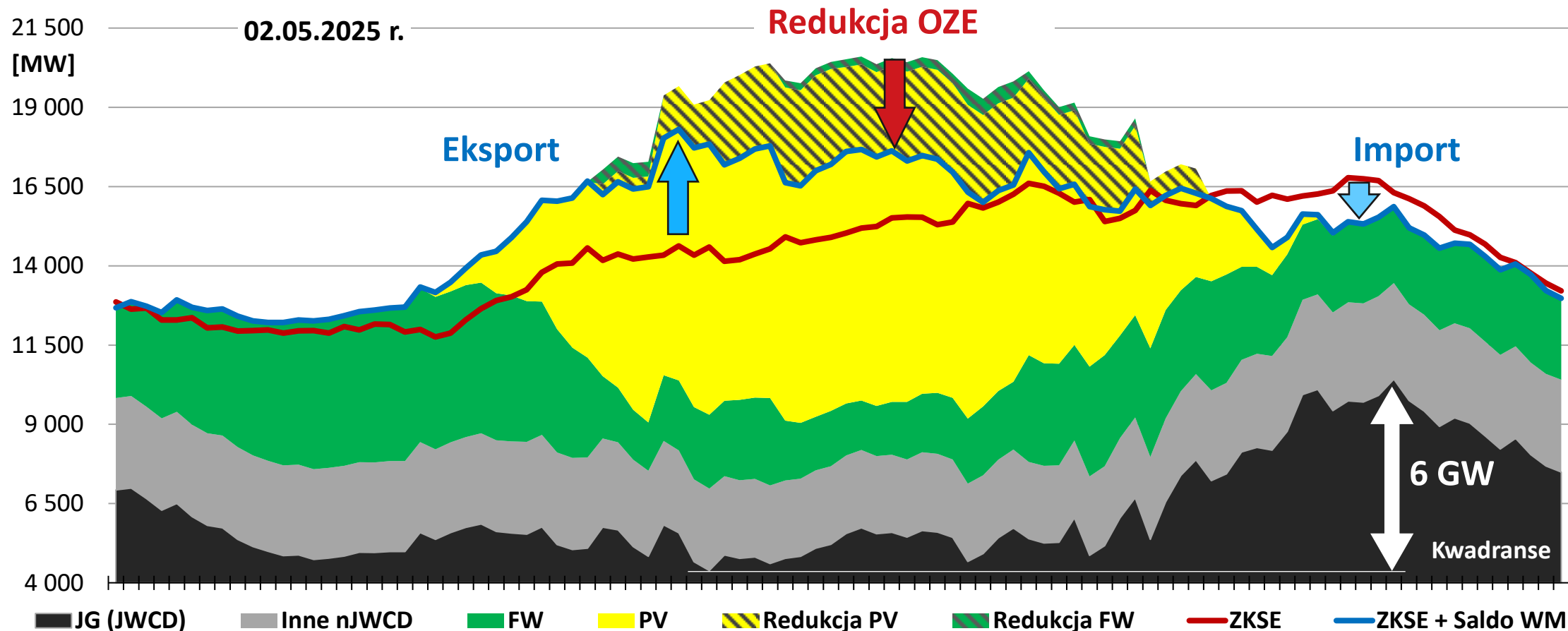
Bieżące wyzwania w zakresie bilansowania KSE

Dobowy profil niezbilansowania, CEN i SDAC (02.05.2025 r.)



Bieżące wyzwania w zakresie bilansowania KSE

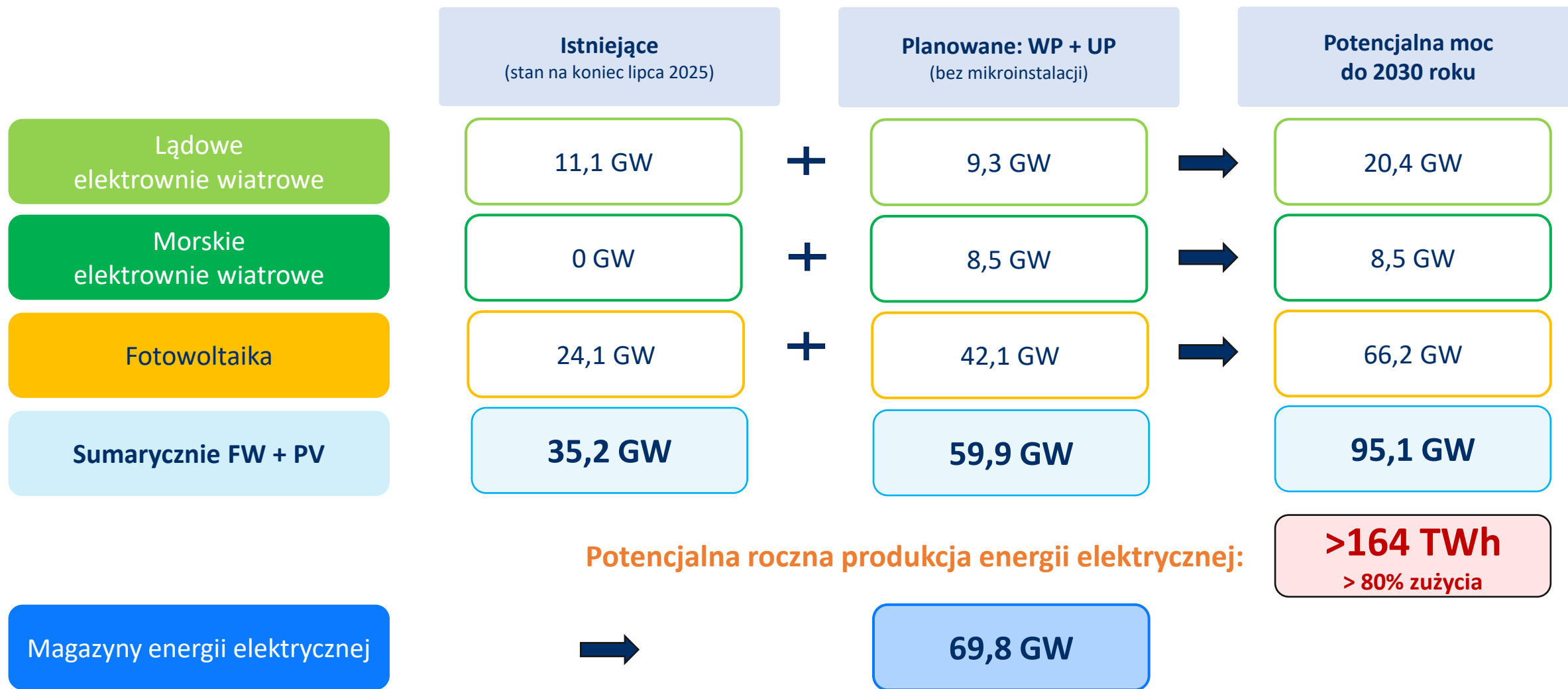
Nadpodaż produkcji, dostęp do zasobów regulacyjnych, szybkość zmian obciążenia (02.05.2025 r.)



JG (JWCD): min. poziom generacji dla spełnienia ograniczeń sieciowych, elektrownianych, zapewnienia mocy regulacyjnych (FCR, FRR), mocy zwarciowej, inercji (doświadczenia Hiszpanii / Portugalii) oraz zdolności dla pokrycia szczytu wieczornego

Potencjał do przyłączania źródeł OZE w perspektywie do 2030 r.

Szacunki PSE S.A. na 30.09.2025 na podstawie wydanych i uzgodnionych warunków przyłączenia



| Główne wyzwania w zakresie bilansowania KSE (1/2)

- **Moc zainstalowana źródeł OZE** w KSE już **przekracza szczytowe zapotrzebowanie**, a planowany jej rozwój to 2-3 krotność zapotrzebowania
 - W takich warunkach **redukcja generacji OZE** staje się coraz częstszym i głębszym, w sensie mocy i energii, środkiem bilansowania podaży i popytu
 - Konieczny rozwój mechanizmu redukcji rynkowej i zastępowanie nim redukcji nierynkowej
- **Absorbcja większych ilości energii ze źródeł OZE wymaga**
 - **Zwiększania elastyczności systemu** poprzez uelastycznianie istniejącego odbioru (kształtowanie krzywej zużycia) oraz istniejących źródeł wytwórczych (obniżanie minimów technicznych, zwiększanie ramp itp.)
 - **Zagospodarowywania nadwyżek energii elektrycznej** przez nowe elastyczne odbiory (podążające za generacją), w tym magazyny energii cieplnej
- **Głęboka zmiana struktury wytwarzania energii elektrycznej ogranicza dostępność dostawców usług systemowych niezbędnych dla bezpiecznej i stabilnej pracy KSE**

| Główne wyzwania w zakresie bilansowania KSE (2/2)

- **Bardzo duża liczba mniejszych urządzeń przyłączonych do KSE przekłada się, poprzez efekt skali, na bardzo istotny wpływ na KSE, co wymaga**
 - Wzmocnienia siły oddziaływania na nie **sygnałów cenowych** oraz
 - Uzyskania wiarygodnej informacji o ich **planowanej pracy**
- **Konieczna pełna obserwowalność** dla świadomości sytuacyjnej służb dyspozytorskich oraz **sterowalność zasobów rozproszonych**
- Konieczne **mitygowanie ryzyk deficytów** mocy w okresach niskiej generacji źródeł OZE

Główne wyzwania w zakresie zarządzania ograniczeniami sieciowymi (1/2)

- Zmiana paradygmatu „zasilania” KSE wymaga wdrożenia modelu koordynacji działań OSP i OSD w zakresie **zarządzania ograniczeniami sieciowymi** w skali:

- sieci dystrybucyjnych oraz
- sieci przesyłowej

gdyż będzie to stanowić warunek konieczny bezpiecznego funkcjonowanie całego KSE

- Ze względu na dużą koncentrację źródeł OZE w sieci dystrybucyjnej oraz rosnący udział ich generacji w pokryciu krajowego zapotrzebowania, podstawowe znaczenie ma **skuteczne i efektywne wykorzystanie rozproszonej elastyczności dla zarządzania ograniczeniami sieciowymi** – rynkowej oraz pozarynkowej, przez operatorów systemu
- OSP w ramach prac nad rozporządzeniem systemowym oraz IRiESP, proponuje **zdecentralizowany model koordynacji działań OSP i OSD w zakresie zarządzania ograniczeniami sieciowymi w KSE**, oparty na:
 - wykorzystywaniu wszystkich dostępnych zasobów do zarządzania ograniczeniami
 - optymalizacji kosztowej usuwania ograniczeń, przy jednoczesnym adresowaniu ograniczeń w całym KSE
 - neutralnym wpływie działań w zakresie usuwania ograniczeń na bilans uczestników rynku
 - wykorzystaniu infrastruktury teleinformatycznej poszczególnych operatorów systemu do zarządzania ograniczeniami

| Główne wyzwania w zakresie zarządzania ograniczeniami sieciowymi (2/2)

- OSP nie zaproponował **scentralizowanego modelu koordynacji działań OSP i OSD** z uwagi na obecne ograniczenia w rozwiązywaniu dużych modeli sieciowych oraz konieczność istotnej ingerencji w krajowe zasady realizacji zadań przez operatorów systemu
- **Wdrożenie** koordynacji działań OSP i OSD w zakresie zarządzania ograniczeniami sieciowymi **jest pilne** z uwagi na:
 - rosnący wpływ sieci dystrybucyjnej na warunki bezpiecznej pracy KSE
 - malejący potencjał dyspozycyjnych źródeł wytwórczych w sieci przesyłowej
 - ryzyko okresowego limitowania dostępności potencjału zasobów z sieci dystrybucyjnej na rynku bilansującym
 - wprowadzenie na rynku energii elektrycznej możliwości handlu do 30 minut przed okresem dostaw (2029 r.)

Dziękuję