



Podstawy stabilności sieci elektroenergetycznej
Dlaczego moc wytwarzana powinna równać się mocy pobieranej.
Energia rozproszona z perspektywy operatora OSD?

Poznań, 25.09.2025 r.



Mapa pseudogeograficzna

Uproszczona mapa powiązań między oddziałami oraz połączeń z innymi OSD, wspomagająca analizę struktury i przepływów w sieci.

Fundament bezpieczeństwa

Stabilność systemu elektroenergetycznego stanowi podstawę bezpieczeństwa energetycznego kraju i niezawodności dostaw energii elektrycznej.

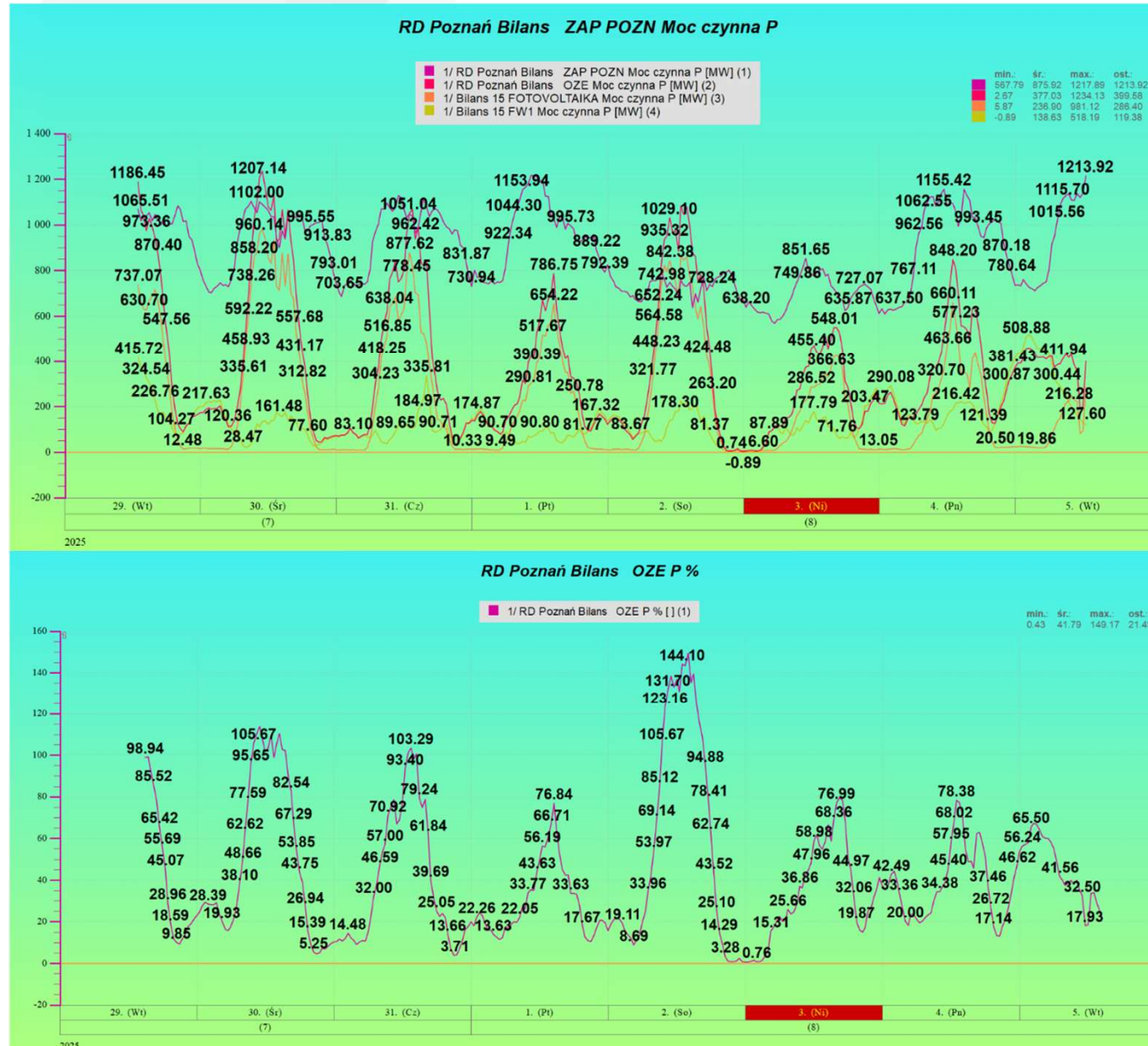
Ciągła równowaga

Operatorzy systemów dystrybucyjnych (OSD) oraz przesyłowych (OSP) zapewniają, aby energia była zawsze w równowadze między wytwarzaniem a zużyciem.



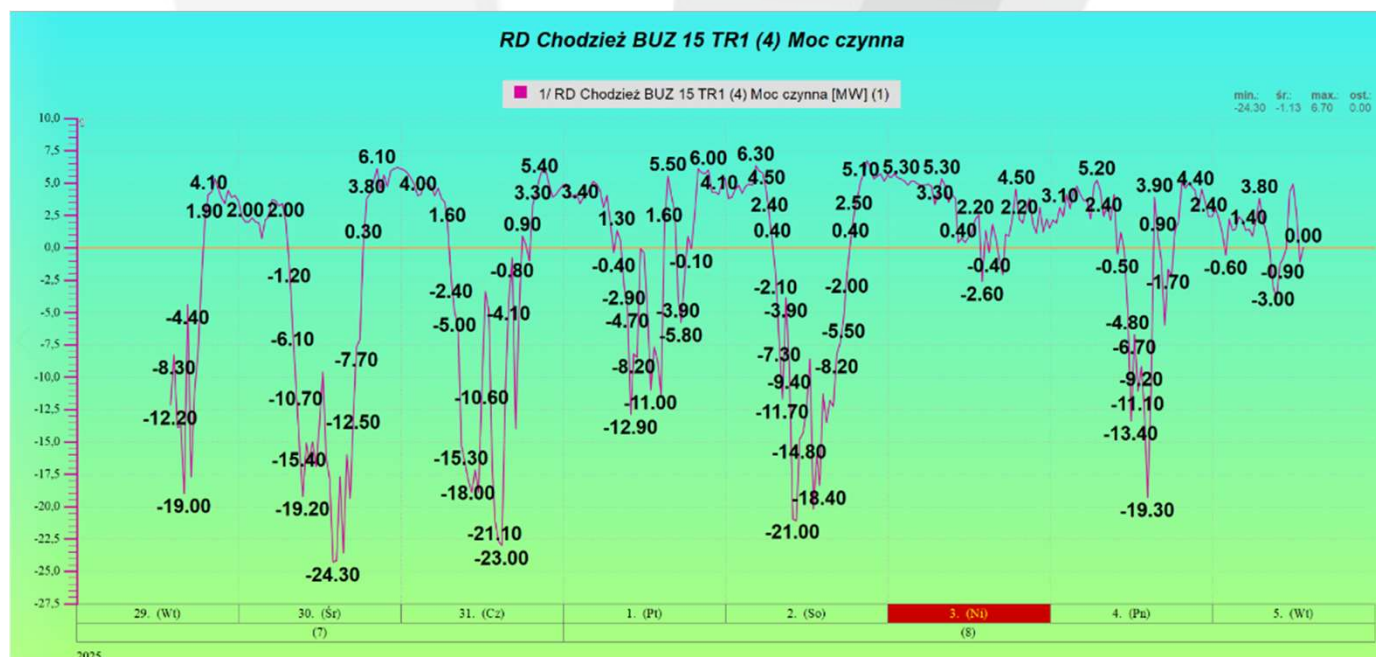
Nowe wyzwania

Rosnąca rola źródeł rozproszonych fundamentalnie zmienia sposób zarządzania siecią elektroenergetyczną.



Skala OZE w jednym z Oddziałów

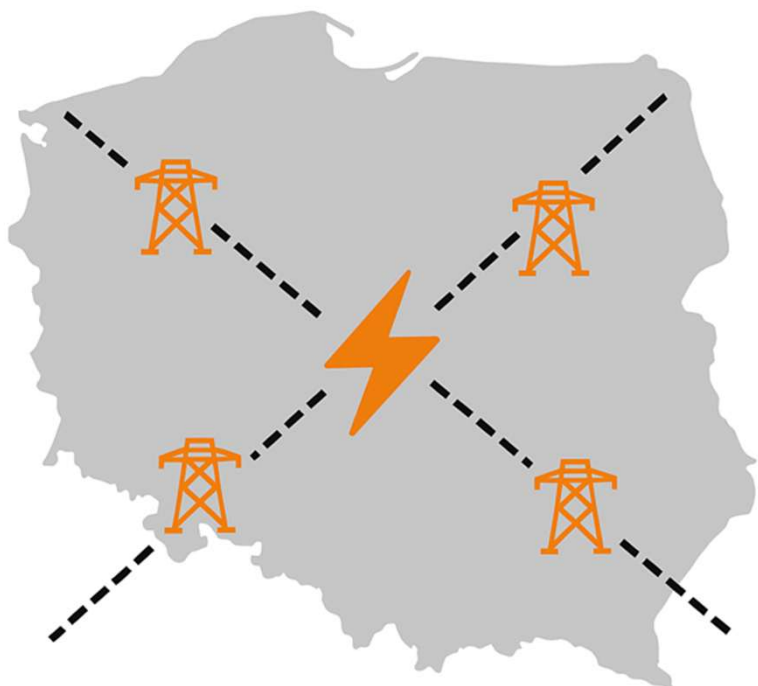
Skala i rozwój źródeł OZE, porównanie z zapotrzebowaniem, analiza pokrycia zapotrzebowania energią z OZE – do 144%.



Wsteczne przepływy w transformatorach

Opis zjawiska przepływu z nn/SN do WN, przykład GPZ Budzyń, identyfikacja ryzyk przeciążeń i potrzeba ograniczeń produkcji.

Redysponowanie – przyczyny i zapobieganie



Wyniki rynku

Wpływ pogody i gospodarki



Bilans systemu

Przesył transgraniczny, obowiązki kontraktowe



Problem sieciowy

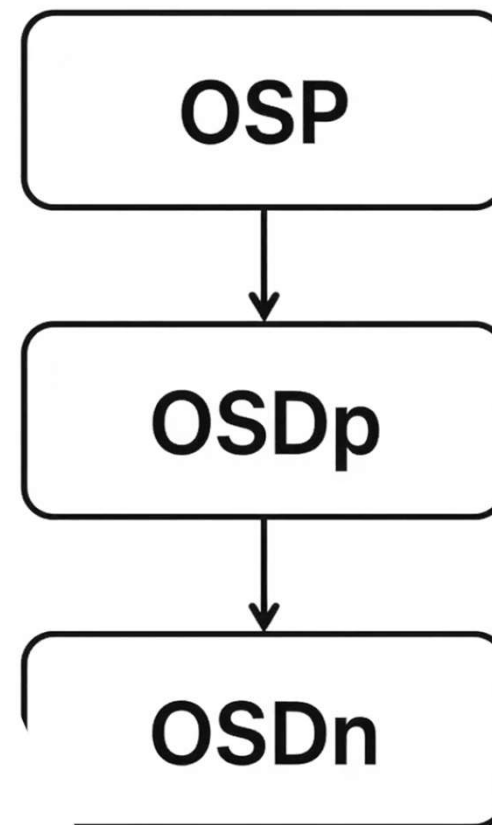
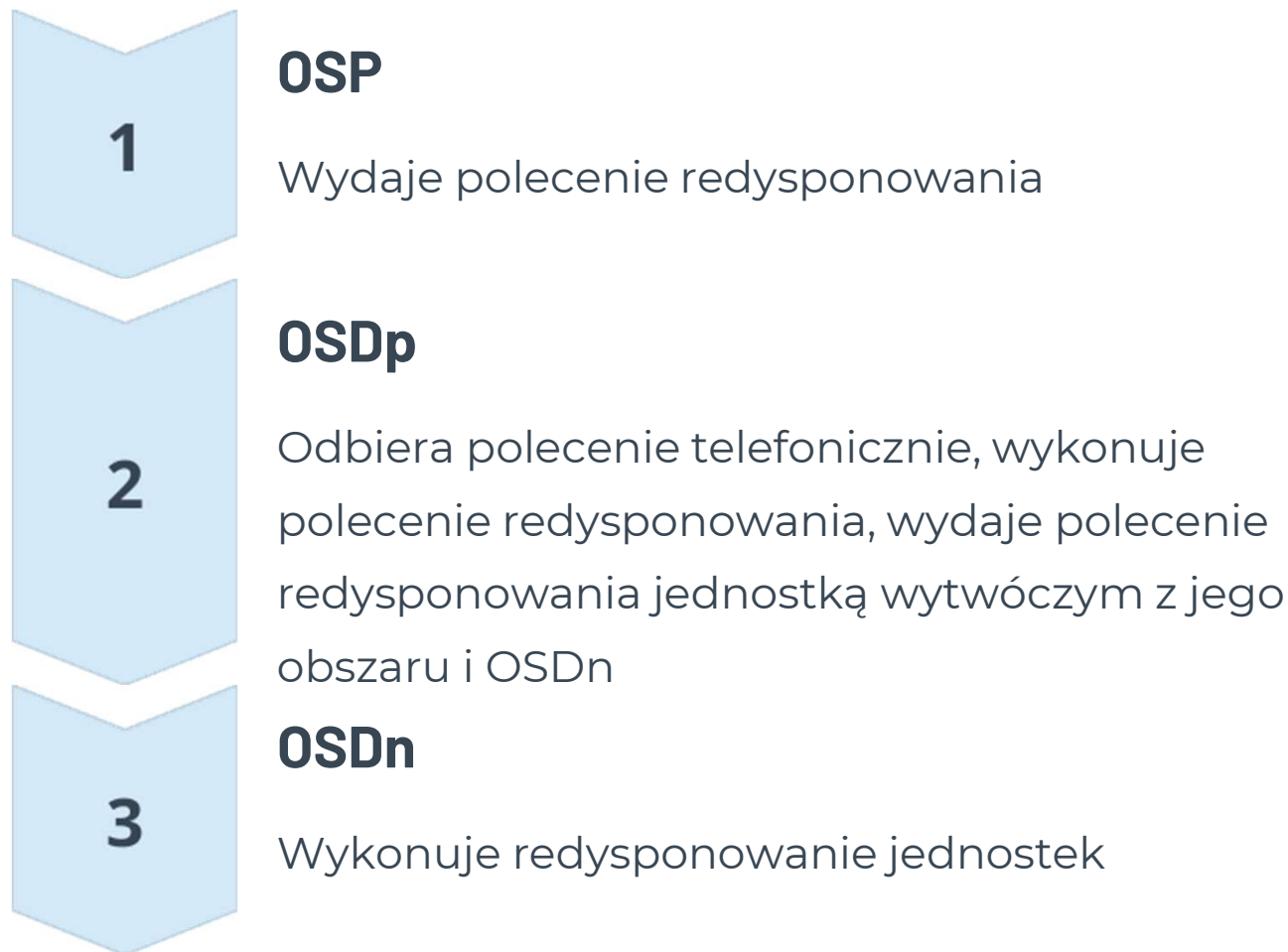
Przebieżenia linii i stacji, nadmiar OZE,
niespodziewane awarie jednostek, ryzyku blackoutu



Zmienne źródła odnawialne

Niestabilna produkcja wiatrowa i PV,
gwałtowne zmiany mocy

Proces Redysponowania OSDn: Schemat



Dotychczas OSDp uwzględniało jednostki OSDn w sekwencji grupowej OSDp, jednak obecny proces opiera się na "ręcznej" komunikacji OSDp-OSDn. To znacznie wydłuża czas reakcji i jest krokiem wstecz w efektywności zarządzania siecią.

Ograniczenia bilansowe

Wprowadzane przez OSP – PSE – KDM

To działania polegające na nierynkowej redukcji generacji z OZE o mocy powyżej 50 kW – w celu przywrócenia bezpiecznego bilansu mocy czynnej w KSE.

Ograniczenia te są stosowane w sytuacjach, gdy prognozy wskazują na nadprodukcję energii (ujemne niezbilansowanie) i wyczerpane zostały wszystkie wcześniej dostępne środki bilansujące.

Ograniczenia sieciowe (przesyłowe)

Wprowadzane na polecenie dyspozytora OSP.

Ich przesłanką jest zagrożenie infrastruktury
przesyłowej

**Za tego rodzaju ograniczenia, pełną
odpowiedzialność ponosi OSP.**

Ograniczenia sieciowe (dystrybucyjne)

Wprowadzane na polecenie Dyspozytora OSD.

Ich przyczyną jest zagrożenie infrastruktury
dystrybucyjnej,

**Za tego rodzaju ograniczenia odpowiedzialność
ponosi OSD.**

Co robi OSP?

Co tydzień aktualizuje algorytm redukcji zawierający sumaryczną wartość dostępnej generacji OZE w skali kraju uwzględniając dane od OSD o jednostkach przypisanych do grup (Tabela 2, Tabela 1A POD, Tabela 1A UZU)

W przypadku prognozowanego niebilansowania w kierunku ujemnym – **podejmuje decyzję o nierynkowej redukcji generacji OZE**

Dyspozytor KDM opracowuje dane wejściowe do algorytmu redukcji – **typuje obszar objęty ograniczeniem bilansowym**

Wydaje polecenia do ODM, które cedują je do OSD

OSP wybiera obszary objęte ograniczeniami

OSP decyduje o czasie i kolejności wprowadzanych ograniczeń

Co robi OSD?

Zgodnie z Instrukcją OSP aktualizuje zestawienia z wolumenem dostępnych jednostek OZE przypisanych do tabel w danym obszarze

Zapewnia najwyższą możliwą dostępność regulacyjną jednostek – kluczową dla szybkiej reakcji w sytuacjach zagrożenia

Projektuje i wdraża mechanizmy sterowania grupowego umożliwiające skuteczne zarządzanie ograniczeniami zgodnie z wymaganiami OSP

Realizuje polecenia PSE zgodnie z zasadą proporcjonalności i równego traktowania klientów w obszarze redysponowania

OSD **nie** wybiera obszarów objętych ograniczeniami



OSD **nie** decyduje o czasie i kolejności ograniczeń



1. Brak magazynowania w systemie

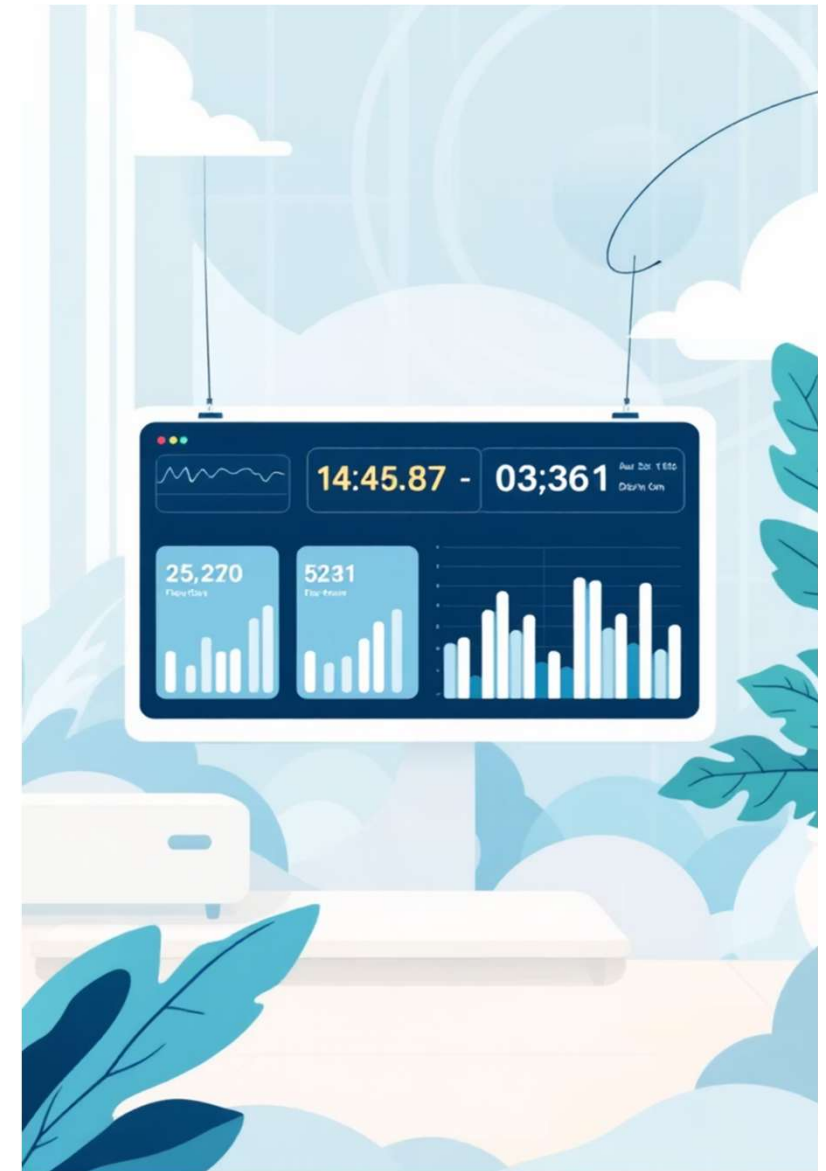
- Energia elektryczna nie może być "magazynowana" w systemie przesyłowym - musi być zużywana w dokładnej chwili wytwarzania.

2. Częstotliwość jako wskaźnik

- Zaburzenie równowagi między wytwarzaniem a poborem natychmiast prowadzi do zmiany częstotliwości sieciowej (Hz).

3. Konsekwencje nierównowagi

- Za niska częstotliwość sygnalizuje niedobór mocy, za wysoka - nadwyżkę energii w systemie.



1

Stabilność częstotliwości (OSP)

Utrzymanie częstotliwości sieciowej na poziomie 50 Hz poprzez bilansowanie wytwarzania i poboru mocy.

2

Stabilność napięciowa (OSP + OSD)

Zapewnienie odpowiednich poziomów poziomów napięcia we wszystkich węzłach węzłach sieci elektroenergetycznej.

3

Równowaga zapotrzebowania

Za stabilność zapotrzebowania i wytwarzania odpowiada Operator Systemu Przesyłowego (OSP) Przesyłowego (OSP) poprzez Krajową Dyspozycję Mocy. Jej zadaniem jest utrzymanie utrzymania równowagi w systemie, tak aby moc wytwarzana odpowiadała mocy pobieranej. pobieranej.

Rosnący udział OZE Coraz większy udział instalacji fotowoltaicznych i farm wiatrowych w lokalnym miksie energetycznym.	Lokalne nierównowagi W szczycie produkcji generacja lokalna często przewyższa zapotrzebowanie w danym obszarze sieci.
Niestabilność generacji zależnej od warunków pogodowych	Konieczność skutecznego bilansowania w skali lokalnej, aby unikać ograniczeń sieciowych i zapewnić stabilność pracy systemu.
Trudności w prognozowaniu produkcji	
Koncentracja w określonych obszarach	

Współpraca źródeł z siecią

Źródła rozproszone muszą aktywnie wspierać regulację napięcia uwzględniając

- ✓ Automatyczna regulacja mocy biernej
- ✓ Dostosowanie do lokalnych warunków napięciowych
- ✓ Wsparcie stabilności systemu

Testy OZE

Systematyczne testy jednostek wytwórczych potwierdzają zdolność do współpracy z systemem.

Q(U) charakterystyka

Automatyczna regulacja lokalna w zależności od poziomu napięcia.



OSD tradycyjny

Bierny dystrybutor energii



- Linie dystrybucyjne
- Stacje elektroenergetyczne
- Odbiorcy końcowi

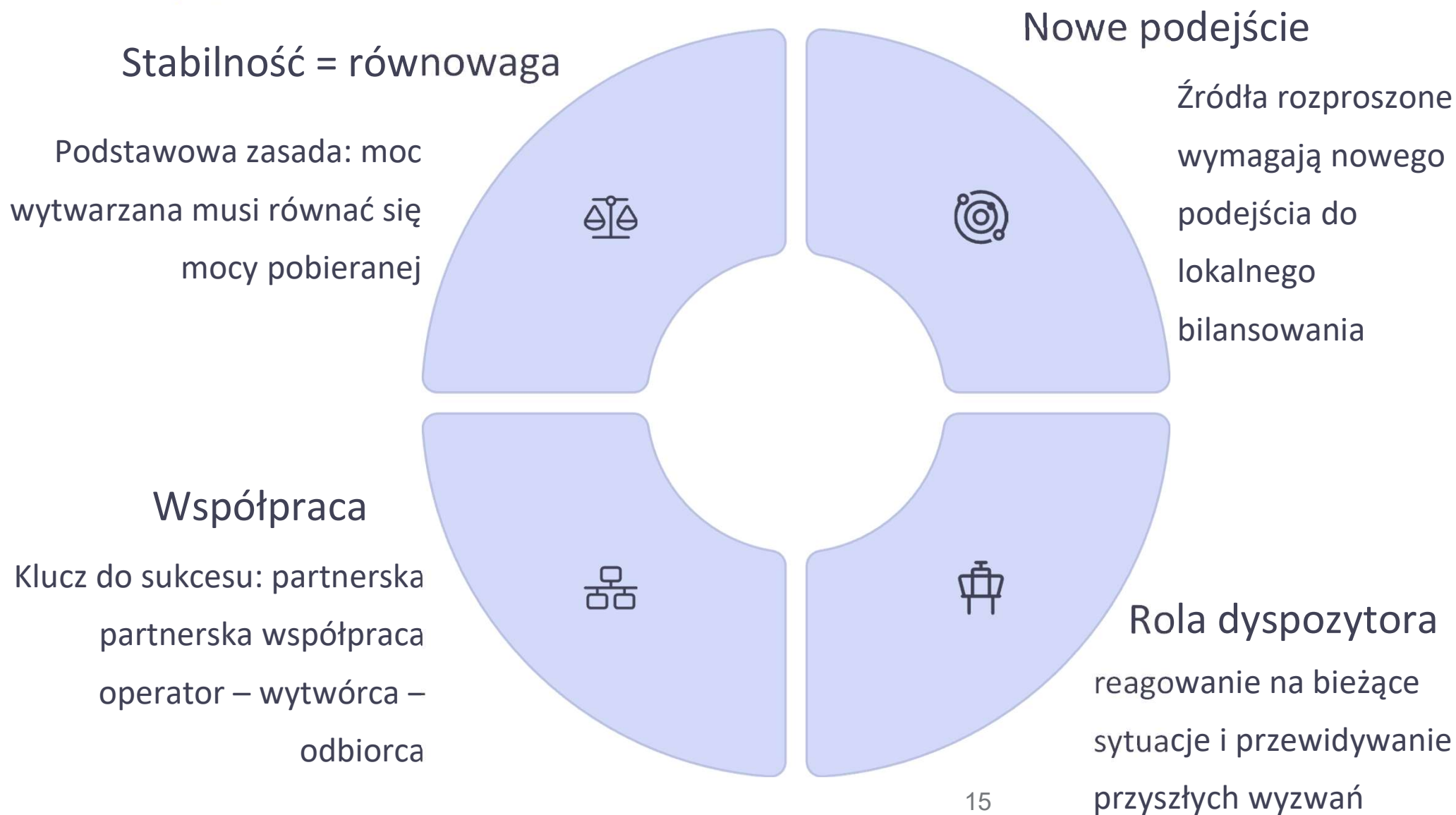
OSD przyszłości

Aktywny operator systemu



- Źródła rozproszone sterowalne i zintegrowane z nastawami OSD
- Magazyny energii
- Zaawansowane systemy EMS
- Prognozy pogodowe

Podsumowanie kluczowych wniosków





Podstawy stabilności sieci elektroenergetycznej
Dlaczego moc wytwarzana powinna równać się mocy pobieranej.
Energia rozproszona z perspektywy operatora OSD?

Poznań, 25.09.2025 r.