



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**

ROZPROSZONA DOSTAWA USŁUG SYSTEMOWYCH

Paweł BUĆKO

*Konferencja Rynek Energii Elektrycznej REE 2017
Kazimierz Dolny, 25-27 kwietnia 2017 r.*



Wyzwania dla elektroenergetyki

- wypracowanie nowych sposobów zarządzania pracą systemu przy uwzględnieniu zasad rynkowych
- integracja z systemem rozproszonych wytwórców, w tym źródeł odnawialnych
- uwzględnienie aktywnych zachowań odbiorców, w tym ewolucję wielu z nich w kierunku zmiany z odbiorców w prosumentów



Źródła rozproszone

- problemy z lokalnym utrzymaniem stabilności współpracy źródeł rozproszonych z systemem w stanach zakłóceń i dynamicznych
- w niewielkich układach wydzielonych z systemu elektroenergetycznego problemy stabilizacji częstotliwości
- **wykorzystanie układów dostarczenia „sztucznej inercji” bazujących na zasobnikach energii**

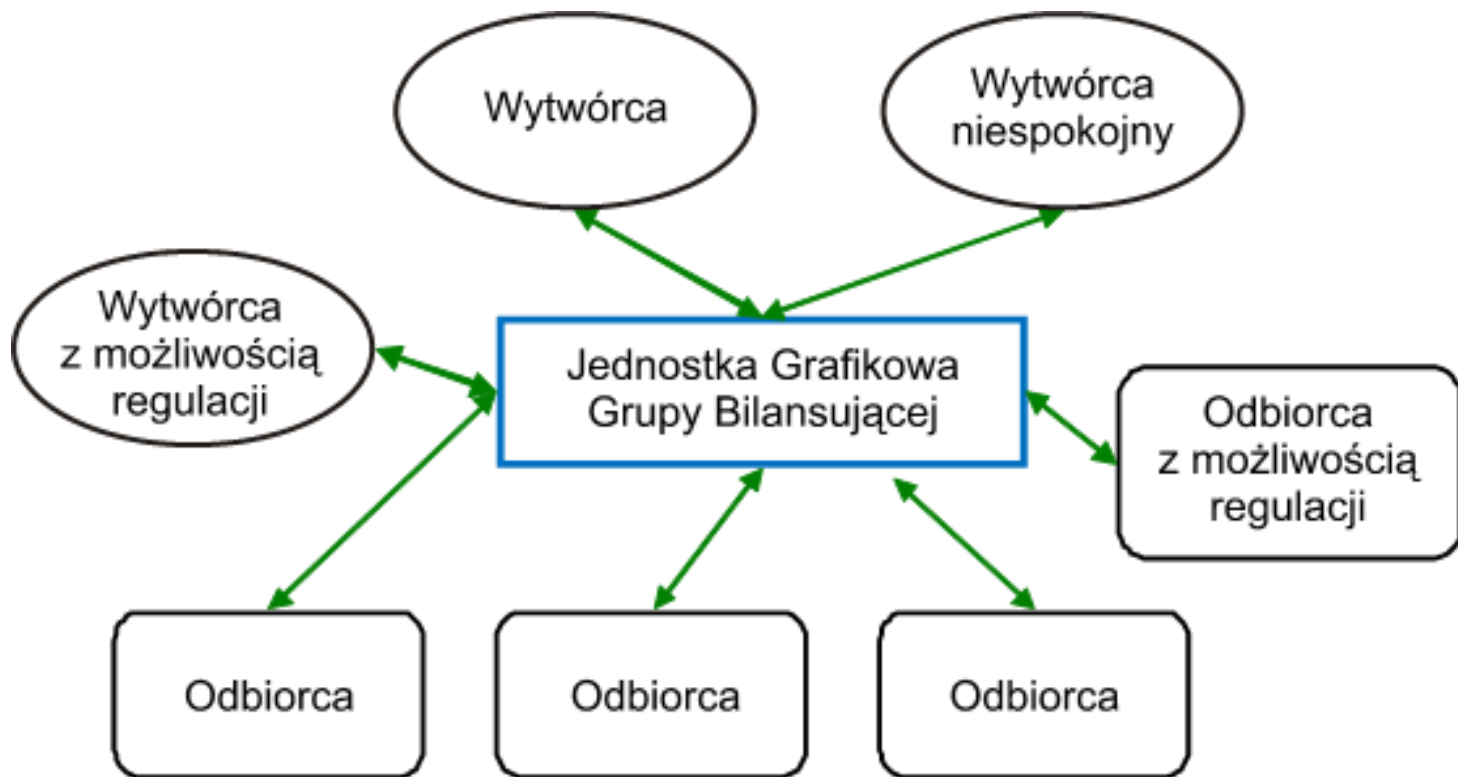


Sposoby rozproszonej dostawy US

- tworzenie grup bilansujących lub wirtualnych elektrowni
- wykorzystanie działań regulacyjnych odbiorców (np. w ramach DSM/DSR)
- poszukiwanie efektywnych technologii magazynowania energii
- Klastry energetyczne



Grupy bilansujące

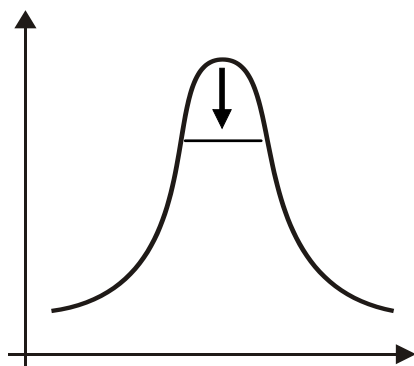




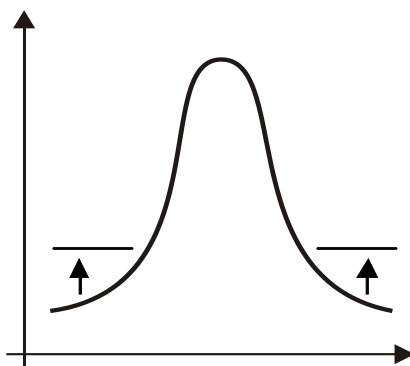
Grupy bilansujące - korzyści

- wzajemne kompensowanie się odchyleń prognostycznych podmiotów wewnątrz grupy, skutkujące obniżeniem kosztów bilansowania
- wykorzystanie usługi regulacyjnej świadczonej na rzecz grupy przez wytwórców lub odbiorców posiadających możliwości regulacji własnych obciążeń i aktywnego kompensowania wynikowego niezbilansowania jednostki grafikowej grupy

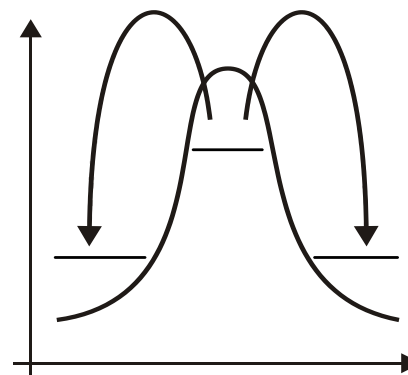
Strona popytowa DSM/DSR



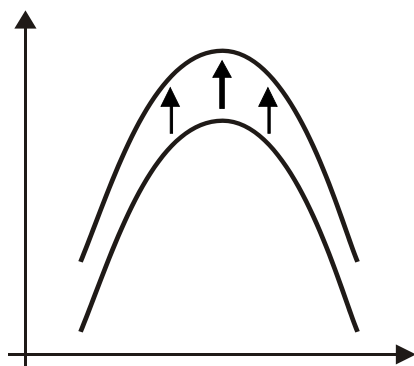
obcięcie szczytu



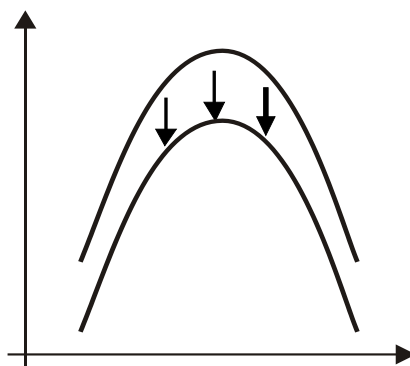
wypełnienie dolin



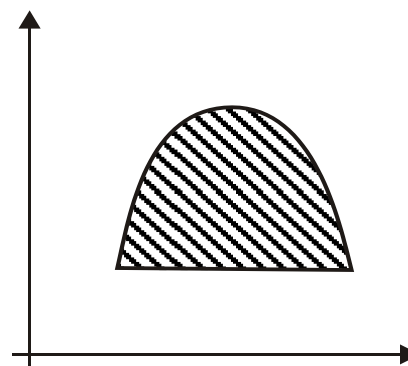
przesunięcie obciążeń



strategiczne zwiększenie
obciążenia



strategiczne oszczędzanie



strategiczne kształtowanie
krzywej obciążenia



DSM/DSR - strategie

- *reakcja cenowa*
- *dobrowolne ograniczenia* (dostawca energii proponuje odbiorcom ograniczenie zużycia energii w pewnych okresach czasu; udział w programie jest dobrowolny)
- *planowanie pracy* (kontrolowany odbiornik energii pracuje zgodnie z założonym planem)
- *limitowanie czasu pracy urządzenia* (np. limit godzin w ciągu doby)
- *zmiana mocy pobieranej przy zadanej nastawie* (zakres pracy urządzenia zależy od pewnych parametrów np. temperatury zewnętrznej)
- *kontrola stopnia obciążenia odbiornika*
- *krótko- i średnioterminowe ograniczenia*



Zasobniki energii - technologie

- baterie akumulatorów
- ogniwa paliwowe rewersyjne lub pracujące w układach z elektrolizerami i magazynowaniem wodoru
- superkondensatory
- nadprzewodzące zasobniki energii
- kinetyczne zasobniki energii



Zasobniki energii – parametry techniczne

Technologia	Max. moc znamionowa [MW]	Pojemność energetyczna [MWh]	Max. czas rozładowania	Czas odpowiedzi	Stopień samo-rozładowania
Akumulatory kwasowo-ołowiowe	40	40	10 h	< 10 ms	2 – 5%/m-c
Akumulatory niklowo-kadmowe	40	6.75	8 h	< 10 ms	5 – 20%/m-c
Akumulatory litowo-jonowe	100	10	8 h	< 10 ms	1%/m-c
Akumulatory sodowo-siarkowe	34	244,8	1 h	b.d.	1%/m-c
Baterie przepływowe	50	60	24 h	< 10 ms	Pomijalne
Ogniwa paliwowe	60	39	24 h	1 s	Pomijalne
Kinetyczne zasobniki energii	20	5	15 min ÷ 1 h	< 10 ms	1%/godz.
Superkondensatory	0,3	0,0005	1,0 s	< 10 ms	5%/doba
Nadprzewodzące zasobniki energii	10	0,015	0,5 s	< 10 ms	Pomijalne



Zasobniki energii – parametry eksploatacyjne

Technologia	Max. sprawność [%]	Max. gęstość energii [Wh/kg]	Max. gęstość mocy [W/kg]	Liczba cykli ład./okres eksploatacji
Akumulatory kwasowo-ołowiowe	90	50	75 – 300	1 500
Akumulatory niklowo-kadmowe	83	75	150 – 300	1 500 ÷ 9 000
Akumulatory litowo-jonowe	92	200	315	5 000
Akumulatory sodowo-siarkowe	85	240	280	2 500
Baterie przepływowe	85	50	3 000	10 000
Ogniwa paliwowe alkaiczne	45	15	11 000	20 lat
Ogniwa paliwowe polimerowe	55	50	5000	20 lat
Ogniwa paliwowe z elektrolitem stałym	85	50	b.d.	20 lat
Kinetyczne zasobniki energii (stalowe – kompozytowe)	90 – 95	55 - 870	10 000 – b.d.	20 lat
Superkondensatory	98	12	2000 – 10000	500 tys.
Nadprzewodzące zasobniki energii	95	65	300 – 600	30 lat



Podsumowanie (1)

- Stopniowa decentralizacja procesów rynkowych i odpowiadająca im decentralizacja procesów sterowania mocą w systemie będzie prowadziła do możliwości **wykorzystania rozproszonej dostawy usług regulacyjnych**
- W proces tworzenia lokalnych rynków usług regulacyjnych powinny się aktywnie włączyć **firmy obrotu**, organizując **grupy bilansujące**



Podsumowanie (2)

- Celowe jest zwiększenie wykorzystania możliwości regulacyjnych odbiorców w ramach **programów DSR/DSM**
- **Zasobniki energii** mogą być potencjalnie wykorzystane do dostawy usług regulacyjnych (*Wysokie koszty technologii magazynowania energii elektrycznej oraz stosunkowo niewielki stopień komercjalizacji odsuwają perspektywę ich wykorzystania*)



Podsumowanie (3)

- potencjalny rozwój technologii pojazdów elektrycznych, przyłączanych do sieci, który stworzy klasę „**prosumentów**” o szczególnie korzystnych cechach, jeżeli chodzi o dostawę usług regulacyjnych
- dostawę usług regulacyjnych można organizować wykorzystując struktury **klastrów energetycznych**



Dziękuję za uwagę!