

Magazyny energii w systemie elektroenergetycznym

Tomasz Rodziewicz

Transformacja energetyki a warunkowania prawne

Potencjalne funkcje i technologie magazynowania

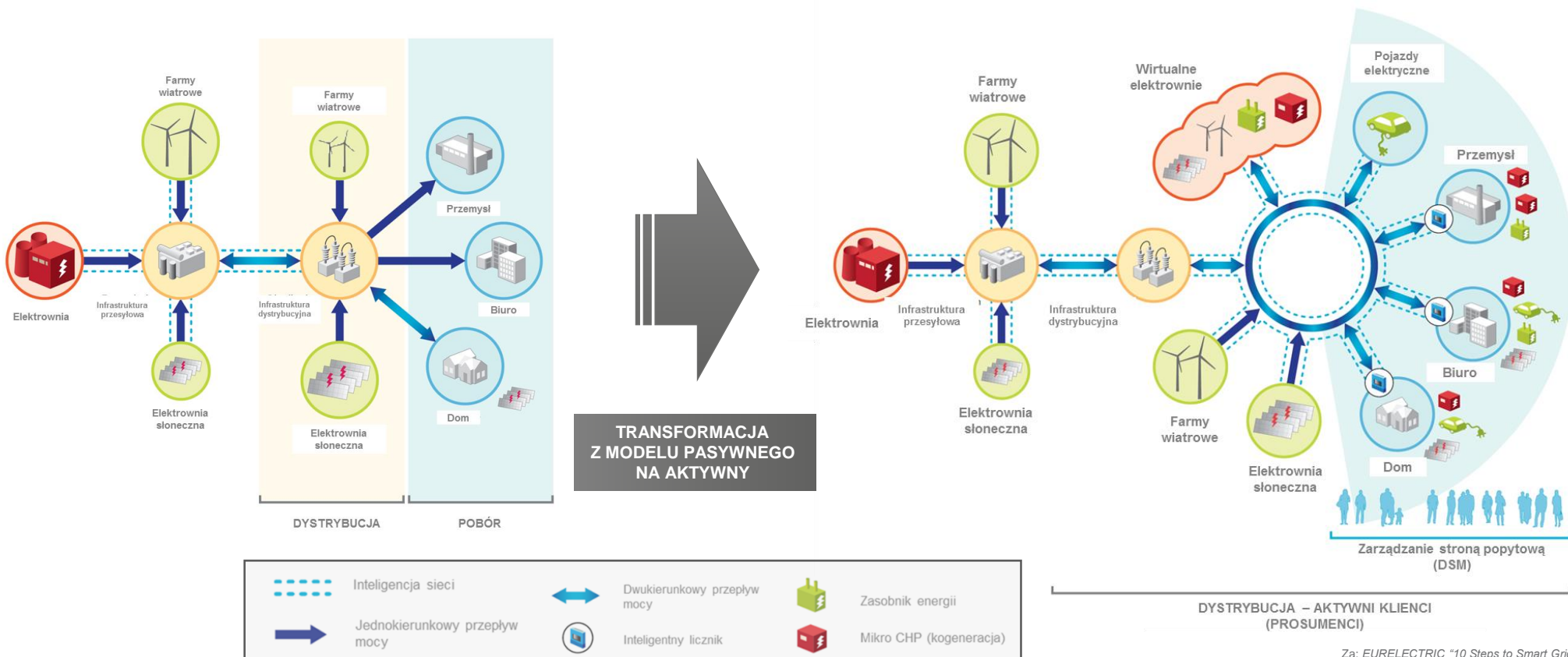
Obszary zastosowań

Przykłady - projekty europejskie

Projekty z udziałem TAURON Dystrybucja - jako demonstratory technologiczne

Wyzwania

Transformacja energetyki => niezawodność dostaw => inteligentne sieci



Za: EURELECTRIC "10 Steps to Smart Grids"

Stan prawny



- Brak pełnych regulacji prawnych, wzmianki o magazynowaniu energii pojawiają się w m.in. w aktach prawnych dotyczących OZE czy ustawie o elektromobilności
- Pakiet zimowy Komisji Europejskiej - OSD i OSP będą mogły posiadać magazyny energii, ale tylko po spełnieniu kilku warunków, gdy takimi inwestycjami nie będzie zainteresowany rynek
- Obecnie w Unii Europejskiej, w tym w Polsce, trwają prace legislacyjne pozwalające w pełni wykorzystać potencjał magazynów energii jak i ujednoczyć regulacje prawne dla rynku europejskiego
- Projekt nowelizacji Prawa energetycznego – m.in. definicje, zasady przyłączania do sieci, zasad naliczania opłat (np. unikanie podwójnego naliczania opłat)

„przetworzenie energii elektrycznej pobranej z sieci elektroenergetycznej lub wytworzonej przez jednostkę wytwórczą przyłączoną do sieci elektroenergetycznej i współpracującą z tą siecią do innej postaci energii, przechowanie tej energii, a następnie ponowne jej przetworzenie na energię elektryczną i wprowadzenie do sieci elektroenergetycznej”

Zadania i obowiązki określone w art. 9c ust. 3 ustawy Prawo Energetyczne

Operator systemu dystrybucyjnego jest odpowiedzialny za:

- Prowadzenie ruchu sieciowego w sieci dystrybucyjnej
- Eksploatację, konserwację i remonty sieci dystrybucyjnej
- Zapewnienie rozbudowy sieci dystrybucyjnej
- Współpracę z innymi operatorami systemów elektroenergetycznych
- Dysponowanie mocą jednostek wytwórczych przyłączonych do sieci dystrybucyjnej, z wyłączeniem jednostek wytwórczych o mocy osiągalnej równej 50 MW lub wyższej, przyłączonych do koordynowanej sieci 110 kV
- **Bilansowanie systemu, z wyjątkiem równoważenia bieżącego zapotrzebowania na energię elektryczną z dostawami tej energii, oraz zarządzanie ograniczeniami systemowymi**
- Zarządzanie przepływami energii elektrycznej w sieci dystrybucyjnej
- Zakup energii elektrycznej w celu pokrywania strat
- Dostarczanie użytkownikom sieci i operatorom innych systemów elektroenergetycznych, informacji o warunkach świadczenia usług dystrybucji energii



DYREKTYWA 2019/944

z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE

- Operatorzy systemów dystrybucyjnych (OSD) muszą w sposób opłacalny zintegrować w systemie nowe zdolności wytwarzania energii elektrycznej, zwłaszcza instalacje wytwarzające energię elektryczną ze źródeł odnawialnych, oraz nowe obciążenia, takie jak obciążenia, które wynikają z pomp ciepła i pojazdów elektrycznych. W tym celu operatorom systemów dystrybucyjnych należy umożliwić korzystanie z usług rozproszonych zasobów energetycznych, takich jak odpowiedź odbioru i magazynowanie energii, i zachęcać ich do korzystania z takich usług, w oparciu o procedury rynkowe, w celu wydajnego eksploataowania sieci i unikania jej kosztownej rozbudowy.
- Jeżeli instalacje magazynowania energii są w pełni integrowanymi elementami sieci, które nie służą do bilansowania ani zarządzania ograniczeniami przesyłowymi, to nie powinny mieć do nich zastosowania – z zastrzeżeniem zatwierdzenia przez krajowy organ regulacyjny – takie same ścisłe ograniczenia, jakie obowiązują operatorów systemów, jeśli chodzi o bycie właścicielem, tworzenie i eksploatację tych instalacji oraz zarządzanie nimi. Takie w pełni zintegrowane elementy sieci mogą obejmować takie instalacje magazynowania energii jak kondensatory lub koła zamachowe, które świadczą usługi istotne dla bezpieczeństwa i niezawodności sieci oraz pomagają w zsynchronizowaniu różnych części systemu.



Rekomendacje w zakresie regulacji



Regulacje powinny zawierać

- Definicje magazynowania w zależności od jego funkcji, wielkości magazynu i maksymalnego czasu rozładowania
- Wykaz usług magazynowania i rozwiązań
- Definicje ról i kolejności priorytetów wśród zainteresowanych stron
- Zasady koordynacji pomiędzy podmiotami
- Zasady wyjaśniające prawa wytwórców, OSP, OSD i użytkowników końcowych do posiadania, eksploatacji i użytkowania systemów magazynowania

Transformacja energetyki a warunkowania prawne

Potencjalne funkcje i technologie magazynowania

Obszary zastosowań

Przykłady - projekty europejskie

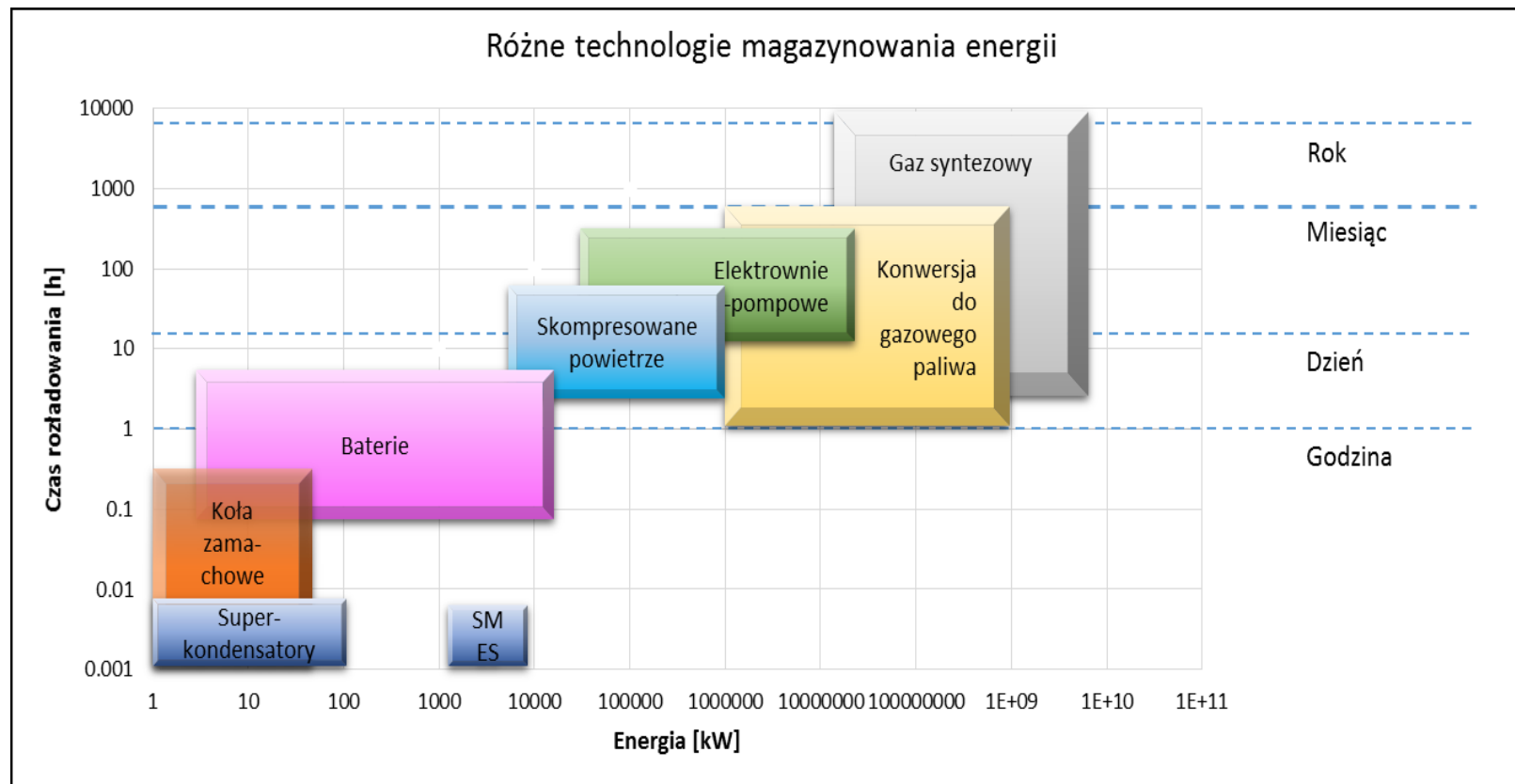
Projekty z udziałem TAURON Dystrybucja - jako demonstratory technologiczne

Potencjalne funkcje i usługi realizowane z wykorzystaniem systemów magazynowania energii



OSP – operator systemu przesyłowego	OSD – operator systemu dystrybucyjnego	RW (rozproszone wytwarzanie) / RES (źródła en. odnawialnej)	KL-Użytkownik końcowy
OSP1-Regulacja częstotliwości i stabilizacja częstotliwości OSP2-Regulacja napięcia OSP3-Minimalizacja strat OSP4-Zwiększenie możliwości przesyłu OSP5-Stabilizacja fazowa	OSD0-Rezerwowe zasilanie rozdzielni głównej OSD1-Wsparcie przepustowości, uniknięte inwestycje OSD2-Regulacja napięcia OSD3-Awaryjne podtrzymanie pracy sieci OSD4-Zamierzona praca w trybie wyspowym	RW1-Wsparcie usług pomocniczych RW2-Wyrównywanie (wygładzanie) wahań wytwarzania RW3-Ograniczanie przerw w dostawach energii RW4-Przesunięcie w czasie RW5-Wzmocnienie zasilania RW6-Bilansowanie mikro sieci	KL1-Ograniczenie szczytów obciążeń KL2-Optymalizacja czasu wykorzystania KL3-Niezauważalne wsparcie DR KL4-Jakość energii (użytkownik) KL5-UPS użytkownika końcowego
Wytwórca energii Właściciel magazynu ARB – Arbitraż energii (przesuwanie produkcji energii el. na okresy szczytowe)	OSD5-Regulacja mocy biernej OSD6-Minimalizacja strat OSD7-Jakość energii (użytkownicy) OSD8-Jakość energii (OSP i OSD) OSD9-Optymalizacja opłat dla OSP OSD10-Lokalne bilansowanie energii		KL6-Jakość energii (DSO) KL7-Ograniczanie mocy biernej

Różne technologie magazynowania i różne funkcje celu



Transformacja energetyki a warunkowania prawne

Potencjalne funkcje i technologie magazynowania

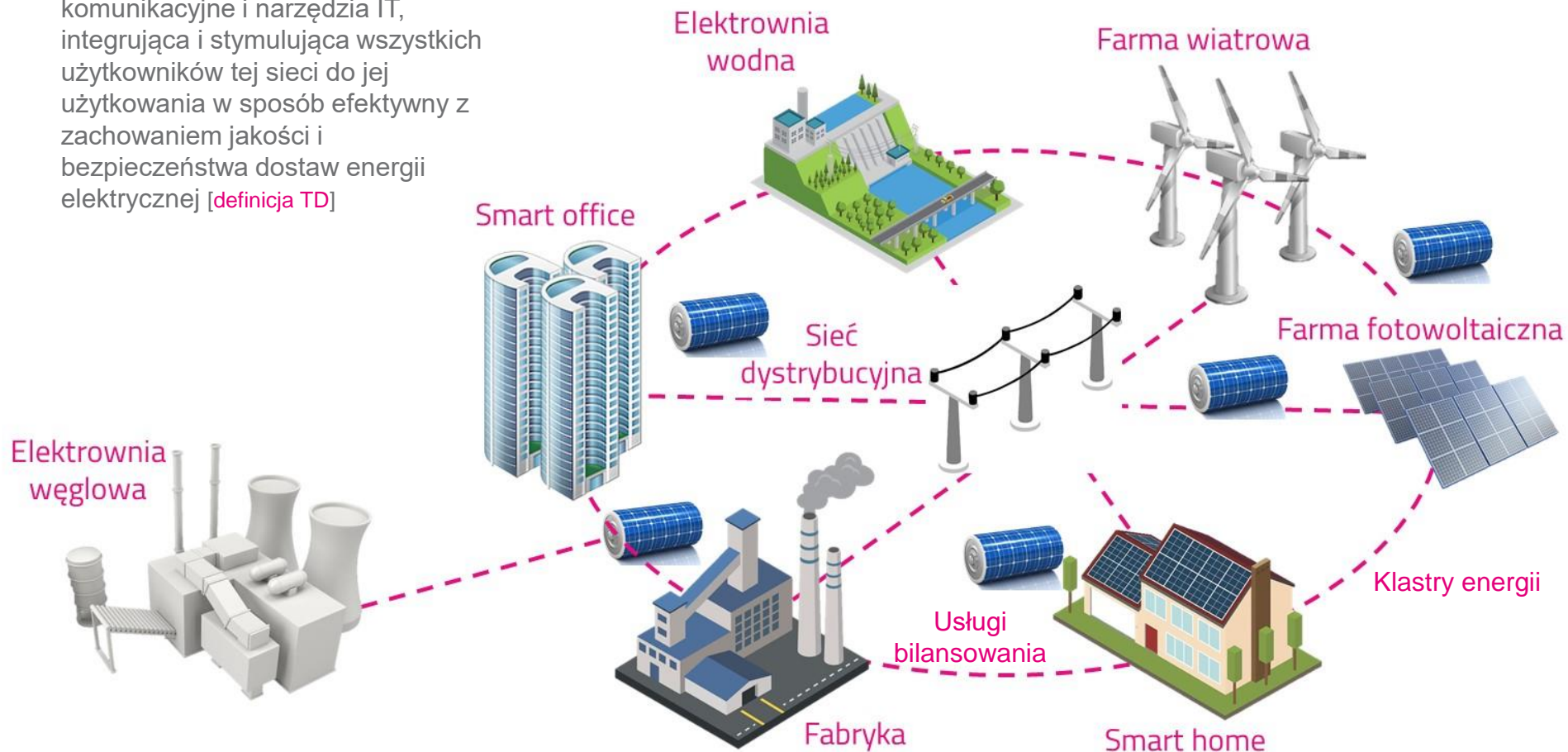
Obszary zastosowań

Przykłady - projekty europejskie

Projekty z udziałem TAURON Dystrybucja - jako demonstratory technologiczne

Inteligentna sieć

Inteligentna Sieć (ang. Smart Grid) to sieć elektroenergetyczna wyposażona w automatykę, urządzenia pomiarowe, komunikacyjne i narzędzia IT, integrująca i stymulująca wszystkich użytkowników tej sieci do jej użytkowania w sposób efektywny z zachowaniem jakości i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej [definicja TD]



Pożądane funkcjonalności

Inteligentna Sieć (ang. Smart Grid) to sieć elektroenergetyczna wyposażona w automatykę, urządzenia pomiarowe, komunikacyjne i narzędzia IT, integrująca i stymulująca wszystkich użytkowników tej sieci do jej użytkowania w sposób efektywny z zachowaniem jakości i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej [definicja TD]

Cechy elementów infrastruktury “smart”:

- możliwość zdalnego sterowania i/lub automatycznie dostosowuje się do warunków operacyjnych
- oferowanie możliwości komunikacji (najlepiej dwukierunkowej) i możliwość włączenia w cyfrowy obwód sterowania

Oprócz posiadania określonych cech i własności, elementy muszą być efektywnie ze sobą połączone w celu uzyskania pożądanych z punktu inteligentnych sieci funkcjonalności.

Pożądane funkcjonalności systemu:

- monitorowanie bieżącego obciążenia (w miarę potrzeb w czasie zbliżonym do rzeczywistego)
- monitorowanie bieżącego stanu sieci (w miarę potrzeb w czasie zbliżonym do rzeczywistego)
- automatyczna operatywność systemu podczas stanów awaryjnych na wszystkich poziomach napięcia
- automatyczna izolacja zwarć oraz przywracania zasilania w sieci SN (FDIR/FLISR)
- automatyczna regulacja napięcia i mocy biernej (Voltage and VAR Control)
- zdolność do adaptacji pracy sieci, w tym ocena dynamicznej obciążalności linii
- automatyczne rozłączanie i synchronizacja mikro sieci



Inteligentna sieć => Inteligentny magazyn

Transformacja energetyki a warunkowania prawne

Potencjalne funkcje i technologie magazynowania

Obszary zastosowań

Przykłady - projekty europejskie

Projekty z udziałem TAURON Dystrybucja - jako demonstratory technologiczne

Przykład europejski – Wielka Brytania



Operator Systemu w Wielkiej Brytanii

National Grid Electricity Transmission (NGET), 2016 :

- Przetarg „enhanced frequency response (EFR)” (szybka odpowiedź na zmiany częstotliwości / szybką regulację częstotliwości)
- Kontrakt na usługi dynamicznej regulacji częstotliwości, w ramach których odbiorcy i dostawcy automatycznie zmieniają swoje zużycie energii lub produkcję (zależną od technologii), aby skompensować odchylenia w częstotliwości systemu od nominalnej częstotliwości.
- 2 rodzaje usług, które różnią się strefą niewrażliwą na zmianę częstotliwości (określaną również jako strefa nieczułości). Wymagany czasu reakcji : 1 s
- Maksymalny czas jednorazowego świadczenia usługi EFR to 30 min, przez okres 4 lat
- Zapotrzebowanie na 200MW z maksymalnym pułapem 50 MW na jednego oferenta. Przyjęto 8 ofert 7 firm zapewniających usługi EFR dla 201MW na łączną kwotę 65,95 mln GBP (funtów) przy średniej cenie 9,44 GBP / MW EFR / h (EDF Energy Renewables 40MW, Vattenfall 22MW, Low Carbon – 2 projekty 10MW i 40MW, E.ON UK 10MW, Element Power 25MW, RES 35MW, Belectric 10MW). <https://www.nationalgrid.com/uk/electricity/balancing-services/frequency-response-services/enhanced-frequency-response-efr>

Przykład europejski – Niemcy, Cremzow

ENEL Green Power oraz Enertrag Netz

- Moc systemu 22 MW, pojemność znamionowa 33 MWh, 10 kontenerów bateriowych Li-Ion
- Wartość inwestycji ok. 17 mln euro
- Sposób przyłączenia do sieci elektroenergetycznej: linia bezpośrednia do rozdzielni 20kV stacji WN/SN Cremzow (Enertrag Netz)
- Funkcjonalności: podstawowo do szybkiej regulacji częstotliwości w sieci w czasie rzeczywistym, potencjalnie do wygładzania mocy od strony FW Enertrag
- Uruchomiony w 2019 r.



System magazynowania energii uruchomiony w regionie charakteryzującym się dużym nasyceniem elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych. Będzie stabilizować pracę sieci w ramach usługi tzw. pierwotnej regulacji częstotliwości (ang. Primary Control Reserve, PCR). System jest w stanie odpowiednio zareagować niwelując skutki zmiany częstotliwości w ciągu 30 sekund. Ponadto magazyn energii w Cremzow może zostać zintegrowany z pobliskimi elektrowniami wiatrowymi firmy Enertrag i będzie ładowany nadwyżkami produkowanej przez nie energii, stabilizując ich wpływ na sieć. System magazynowy ma wspierać także elektrownię hybrydową Enertrag w dzielnicy Uckermark w przypadku utraty zdolności zasilania.

Przykład – wyspa Graciosa, Azory

Endesa

- Wirująca rezerwa może być wyłączona
- Brak potrzeby diesla jako zabezpieczenia częstotliwości lub stabilnej pracy sieci
- Farma wiatrowa 4,6 MW
- Fotowoltaika 1 MW
- System magazynowania energii 6MW / 2,6 MWh
- Diesel uruchamiany tylko w wypadku ograniczonej generacji z OZE
- 4 500 mieszkańców
- 24 mln €
- 65-70 % zapotrzebowania rocznego na energię elektryczną pochodzi z OZE



Transformacja energetyki a warunkowania prawne

Potencjalne funkcje i technologie magazynowania

Obszary zastosowań

Przykłady - projekty europejskie

Projekty z udziałem TAURON Dystrybucja - jako demonstratory technologiczne

Projekty B+R realizowane w wykorzystaniu systemów magazynowania energii

ESS Cieszanowice

Demonstracyjny projekt zastosowania stacjonarnego systemu magazynowania energii jako elementu stabilizacji pracy sieci oraz element SmartGrid
Działanie 1.4 POIS

M-GRID

Model funkcjonowania energetyki rozproszonej 2.0 – samobilansujące się obszary sieci elektroenergetycznej
Działanie 1.2 POIR



Second Life

Opracowanie i przetestowanie adaptacyjnego systemu magazynowania energii el. w oparciu o drugie życie baterii pochodzących z pojazdów elektrycznych

mały ESS

System bezprzerwowego zasilania odbiorców w sieciach dystrybucyjnych

ESS Góra Żar

Magazyn energii adaptujący farmę PV do pracy w inteligentnych sieciach elektroenergetycznych

ESS Cieszanowice

Podstawowe parametry

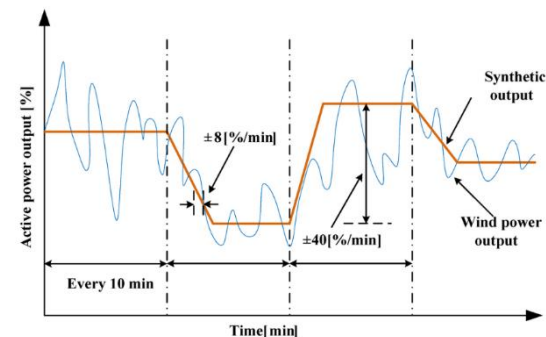
- Moc znamionowa systemu 3,16MVA, pojemność użyteczna: 773,66kWh
- Technologia LTO (1 kontener 45 stopowy – 6 modułów 139kWh z dedykowanym systemem gaszenia *FiFi 4 Marine*)
- Żywotność baterii akumulatorów >25 001 cykli
- Okres gwarantowanej pojemności 500kWh - 15lat
- Zabudowane systemy: BMS+EMS zintegrowany z SCADA, HVAC z chłodzeniem cieczą modułów baterii, ochrony p.poż, monitoringu, alarmowy
- zwiększenie poziomu ochrony środowiska w procesie dystrybucji energii elektrycznej
- poprawa parametrów jakości energii
- niezawodność dostaw
- realizacja w przyszłości nowych usług dystrybucyjnych



SE Cieszanowice



FW LIPNIKI 30,75 MW przyłączona do SE Cieszanowice



- Funkcje:
 - Ramp Rate Control
 - wygładzanie mocy czynnej wprowadzanej do sieci,
 - regulacja napięcia i częstotliwości
 - eliminacja zapadów napięcia, regulacja wartości i kierunków przepływu $\pm P_n$ oraz $\pm Q$
 - wygładzanie szczytów
 - zdolność do częstych zmian mocy wyjściowej w zakresie od 0% do 100% mocy maksymalnej oraz zmian kierunku przepływu energii ładowanie/rozładowanie -100%/100%
 - black start
 - praca na wyspę

ESS Góra Żar

Cel projektu, projektowane parametry ESS przyłączonego docelowo do sieci OSD przez PGE Energia Odnawialna

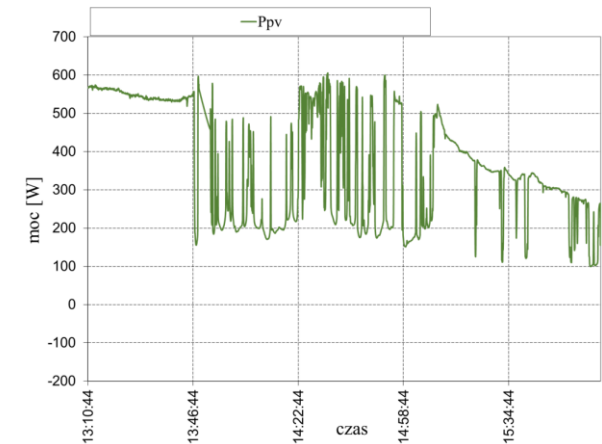
- **Cel:** badanie zachowania zasobnika w sieci we współpracy z FV (500kW) oraz możliwość realizacji wybranych usług systemowych
- **Lokalizacja:** sieć SN w pobliżu istniejącej PV PGE EO

Podstawowe parametry techniczne ESS:

- moc 500kW, pojemność 750kWh
- technologia Li-Ion

Potencjalne funkcjonalności:

- regulacja napięcia
- regulacja częstotliwości
- regulacja wartości i kierunków przepływu P oraz Q
- ograniczanie zapadów i zaników napięcia
- wygładzanie szczytów poboru mocy
- praca na wyspę



M-GRID



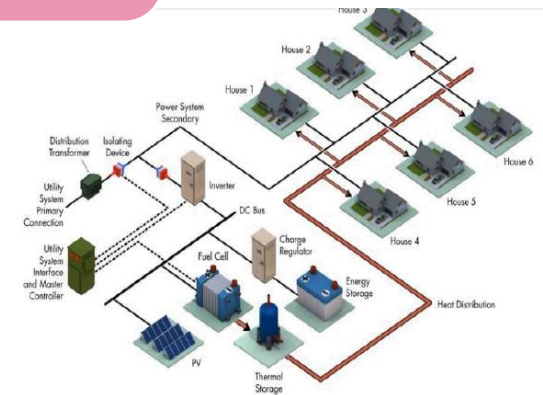
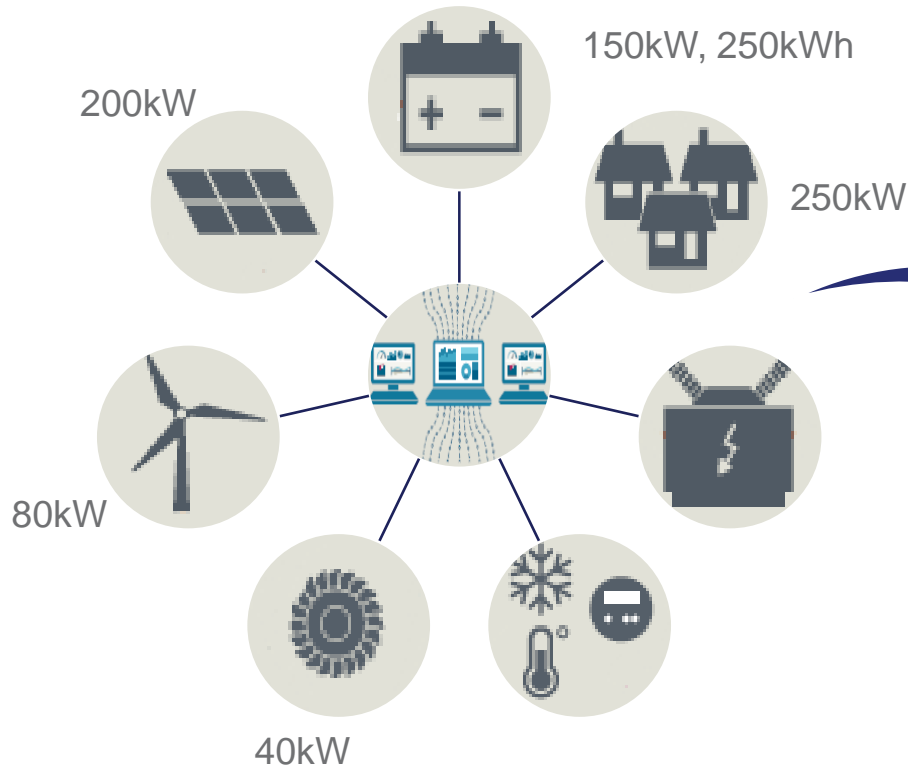
Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Definicja, komponenty mikrosieci

- wydzielony obszar zasilania w energię elektryczną
- integracja RES, ESS oraz odbiorców
- bilansowanie energii w czasie rzeczywistym
- praca synchroniczna/praca wyspowa



TAURON

inteligentna sieć

Drugie życie baterii „Second Life”

Pełna nazwa projektu: Opracowanie i przetestowanie adaptacyjnego systemu magazynowania energii elektrycznej w oparciu o drugie życie baterii pochodzących z pojazdów elektrycznych.

Partner konsorcjalny: TAURON Polska Energia S.A.

Budżet: 4 676 068,75

Wkład Funduszy Europejskich: 2 573 683,75 zł

- Realizacja do 2022 r.
- Cel: budowa i testy prototypu innowacyjnego systemu magazynowania energii elektrycznej wykorzystując baterie z transportu elektrycznego (EV), najczęściej z ogniwami litowo-jonowymi (zwane dalej bateriami SL, tj. Second Life). Projekt również ma na celu stworzenie procedur, które znajdą zastosowanie w procesie kwalifikacji baterii do ponownego użycia.

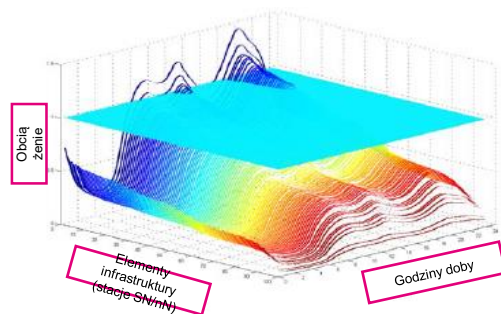


Rzeczpospolita
Polska

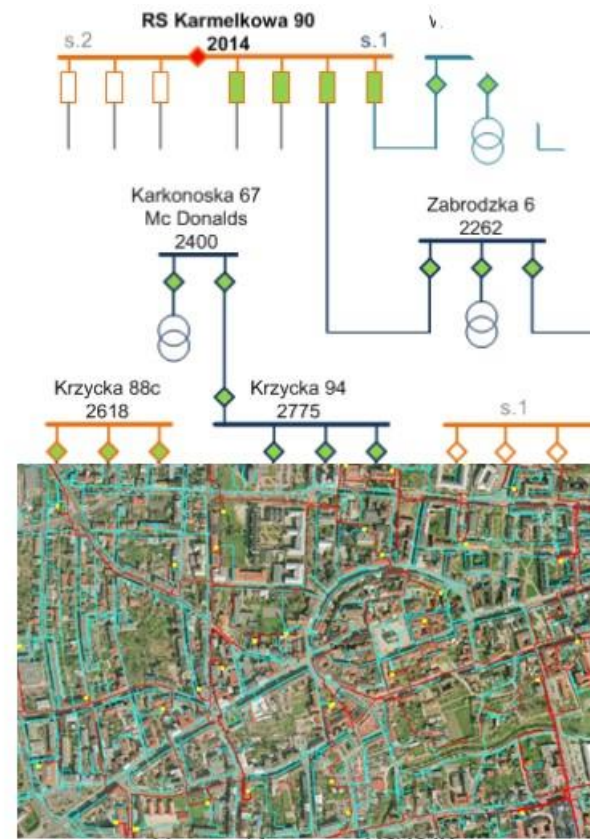
Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



Opracowanie narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji w zakresie doboru technologii ładowania autobusów elektrycznych oraz lokalizacji infrastruktury ładowania



- Prace B+R prowadzące do opracowania metodologii doboru technologii ładowania autobusów elektrycznych do potrzeb operatorów floty autobusów, czyli przedsiębiorstw komunikacyjnych oraz funkcjonowania Operatorów Systemu Dystrybucyjnego (OSD)
- W projekcie wykorzystane będą dane z trzech technologii ładowania autobusów elektrycznych, w tym stacji wymiany baterii z magazynem energii



Perspektywa korzyści OSD:

- Uniknięte inwestycje
- Efektywne wykorzystanie infrastruktury
- Ograniczenie negatywnego wpływu szybkiego ładowania na sieć OSD
- Zapewnienie jakości energii elektrycznej
- Kompetencje w zakresie systemów magazynowania energii

Dziękuję za uwagę

Tomasz Rodziewicz

tomasz.rodziewicz@tauron-dystrybucja.pl