

II KONFERENCJA
USŁUGI ELASTYCZNOŚCI
- NOWA ROLA OSD
NA RYNKU ENERGII
6-7 GRUDNIA 2023 R., WARSZAWA



II Konferencja
Usługi elastyczności
- nowa rola OSD na rynku energii
6-7 grudnia 2024 r., Warszawa



Materiały konferencyjne
zostały przygotowane na podstawie
składów komputerowych
dostarczonych przez Autorów

Wydawca: Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
ul. Wołyńska 22, 60-637 Poznań
tel. +48 61 846-02-00, fax +48 61 846-02-09
www.ptpiree.pl e-mail: ptpiree@ptpiree.pl

SPIS TREŚCI

Referaty zostały umieszczone w materiałach zgodnie z kolejnością nadsyłania

<i>Nr sesji / Nr referatu</i>	<i>Tytuł</i>	<i>Strona</i>
1/1	Kodeks sieci ds. odpowiedzi odbioru (usługi elastyczności) – wybrane zagadnienia <i>Ewa Mataczyńska (PGE Dystrybucja)</i>	5
2/1	Pilotaż rynku usług elastyczności na terenie m.st. Warszawy <i>Michał Warejko, Łukasz Sosnowski (Stoen Operator)</i>	17
3/2	Nowoczesne systemy wsparcia stabilności sieci elektroenergetycznych oparte na inwerterach i magazynach energii <i>Rafał Kozieł (SMA Solar Technology AG)</i>	23
4/2	Dynamiczna obciążalność linii (DLR) jako element elastyczności w sieci dystrybucyjnej <i>Mirosław Kuchta (EnerTest testery i diagnostyka Sp. z o.o.)</i>	35
4/3	Rola agregatora w usługach elastyczności <i>Grzegorz Wałdoch (Enspirion Sp. z o.o.)</i>	47
5/2	Cenowa elastyczność popytu odbiorców zasilanych na poziomie średniego napięcia korzystających z redukcji opłaty mocowej i jej zastosowanie <i>Jerzy Andruszkiewicz, Józef Lorenc, Agnieszka Weychan (Politechnika Poznańska)</i>	59

KODEKS SIECI DS. ODPOWIEDZI ODBIORU (USŁUGI ELASTYCZNOŚCI)
– WYBRANE ZAGADNIENIA

*Ewa Mataczyńska
(PGE Dystrybucja)*

Kodeks Sieci ds. elastyczności - NC DR

Wybrane zagadnienia

dr Ewa Mataczyńska

Usługi elastyczności - nowa rola
OSD na rynku energii
6-7 Grudzień 2023 r.
Warszawa



Agenda

1. Ogólny proces ustanawiania regulacji
2. Proces konsultacji i zawartość NC DR
3. Ogólny schemat rynku
4. Operator Lokalnego Rynku
5. Wybrane definicje i ich praktyczne zastosowanie
6. Modele agregacji
7. Kwalifikacja i weryfikacja produktu
8. Rejestr elastyczności

Ogólny proces ustanawiania regulacji dla Kodeksów Sieci



2019/943 Artykuł 59

Ustanowienie kodeksów sieci

1. Komisja jest uprawniona do przyjmowania aktów wykonawczych w celu zapewnienia jednolitych warunków wykonywania niniejszego rozporządzenia poprzez ustanowienie kodeksów sieci w następujących obszarach:

e) zasady wykonujące art. 57 (współpraca między OSD i OSP) oraz art. 17, 31, 32, 36, 40 i 54 dyrektywy (UE) 2019/944 dotyczące odpowiedzi odbioru (DR - Demand Response), w tym zasady dotyczące agregacji, magazynowania energii oraz zasady ograniczania popytu.

EC Decision 2020/1479, Art.1 (b) rules regarding demand side flexibility, including rules on aggregation, energy storage and demand curtailment rules



FG (Framework Guideline) – Wytyczne Ramowe

3

Proces konsultacji NC DR



DSO Entity & ENTSO-E Public consultation on Network Code for Demand Response

Overview

Based on [Article 59\(1\) of the Regulation \(EU\) 2019/943](#), on 9 March 2023 the EU Commission invited DSO Entity and ENTSO-E to submit a proposal to ACER for the network code Demand Response in accordance with the relevant [framework guidelines](#), within a reasonable period of time that should not exceed 12 months.

To foster transparency and receive your views, DSO Entity and ENTSO-E are delighted to invite you to participate in the public consultation on the content of the proposal for the Network Code Demand Response.

Closed 10 Nov 2023

Opened 29 Sep 2023

Contact
Sultan Akjeve
(Demand-Side Flexibility Specialist)
sultan.akjeve@entsoe.eu

EUDSO Entity and ENTSO-E DRAFT Proposal for a Network Code on Demand Response

For public consultation

Uwagi z konsultacji dostępne na stronie konsultacji

4

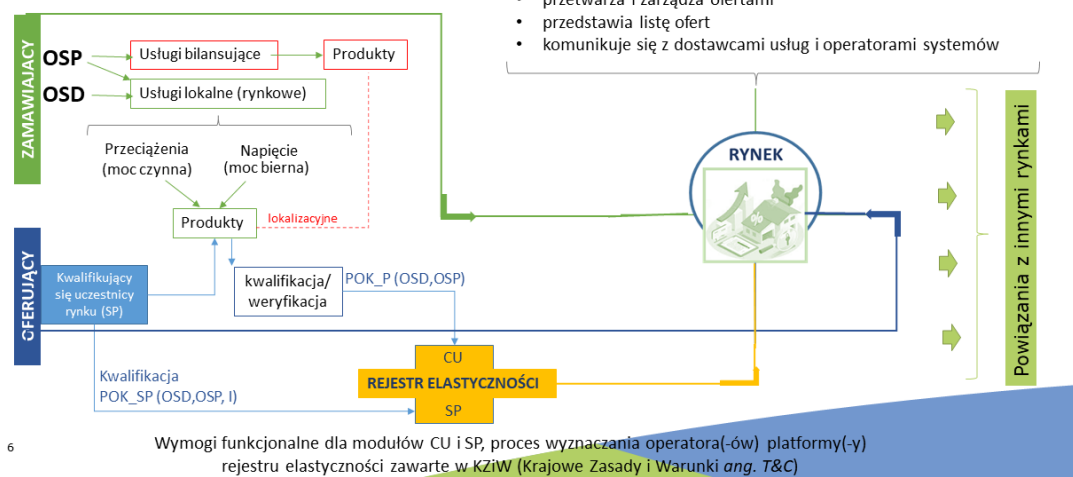
54 instytucja, ponad 1700 uwag

Zawartość kodeksu NC DR

- Title I General provisions
- Title II General requirements for market access
- Title III Prequalification requirements and process
- Title IV Market design for congestion management and voltage control
- Title V Systems operators-owned storage facilities
- Title VI Distribution network development
- Title VII TSO-DSO coordination and DSO-DSO coordination
- Title VIII Data exchange requirements from grid users
- Title VI Voltage control
- Title X Derogations, and monitoring
- Title XI Transitional and final provisions

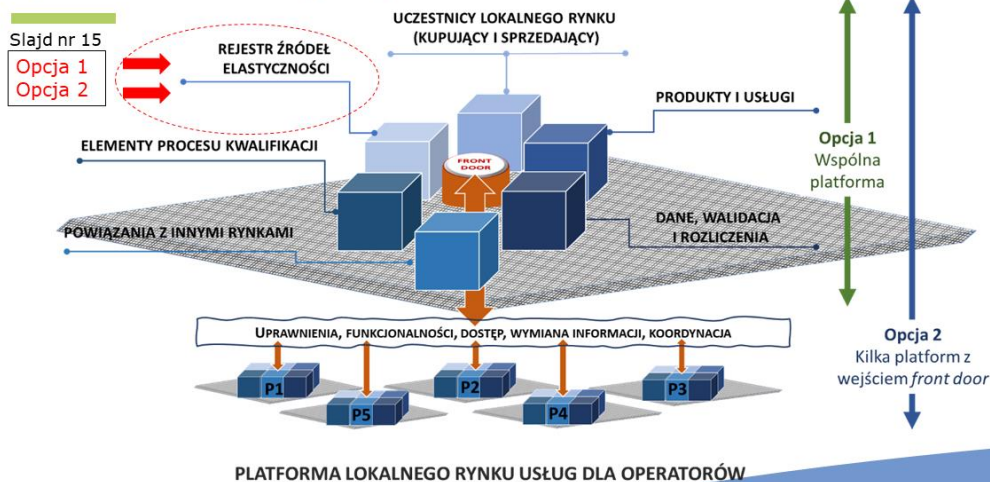
5

Ogólny schemat rynku



6

Operator lokalnego rynku



7

Źródło: Raport PKEE opracowany przez Komitet Studiów Sieci

Operator Lokalnego Rynku

PROCES **WYBORU** LOKALNEGO OPERATORA RYNKU POWINIEN BYĆ OPISANY W KZIW (KRAJOWYCH ZASADACH I WARUNKACH)

- posiada lub zakontraktował odpowiednie zasoby (środki finansowe, niezbędną technologię informacyjną, odpowiednią infrastrukturę techniczną i procedury operacyjne) do realizacji zadań lokalnego operatora rynku przydzielonych na szczeblu krajowym;
- posiada odpowiedni poziom oddzielenia działalności gospodarczej od uczestników rynku, prowadzi oddzielne rachunki dla zadań lokalnego operatora rynku i innych działań rynkowych;
- traktuje uczestników rynku w sposób niedyskryminacyjny oraz zawiera odpowiednie umowy, oraz zapewnia odpowiedni dostęp do informacji dotyczących zadań lokalnego operatora rynku
- powinien być neutralny w stosunku do wszystkich dostawców usług i technologii.

Operatorzy rynków lokalnych koordynują swoje działania z innymi rynkami zgodnie z krajowymi zasadami i warunkami. W przypadku, gdy lokalny operator rynku może łączyć oferty w celu dostosowania ich do potrzeb OSD lub OSP lub przekazywać oferty na inne rynki łącznie lub przestrzegając mechanizmu ustalania cen i zasad rozliczania określonych w krajowych warunkach oraz pod warunkiem uzyskania zgody dostawców usług.

LOKALNEMU OPERATOROWI RYNKU ZABRANIA SIĘ DOKONYWANIA ARBITRAŻU PRZY WYBORZE OFERTY LUB DZIAŁANIA W CHARAKTERZE UCZESTNIKA RYNKU NA RYNKU, NA KTÓRYM DZIAŁA JAKO LOKALNY OPERATOR RYNKU

8

Wybrane definicje

jednostka sterowalna (CU) oznacza pojedynczy **zasób techniczny** lub zespół zasobów technicznych za tym samym punktem przyłączenia (PPE), jeżeli te zasoby techniczne są wspólnie kontrolowane.

zasób techniczny oznacza indywidualny moduł wytwarzania energii typu A, B lub C zdefiniowany zgodnie z rozporządzeniem (UE) 2016/631 podłączony do systemu dystrybucyjnego, indywidualną jednostkę magazynowania energii, jednostki odbiorcze zgodnie z rozporządzeniem Komisji (UE) 2016/1388 lub jakiegokolwiek inne urządzenie odbiorcze.

jednostka świadcząca usługi (SPU) oznacza pojedynczą jednostkę sterowalną lub zespół jednostek sterowalnych podłączonych do tego samego pojedynczego punktu przyłączenia. SPU jest definiowana przez dostawcę usług w celu świadczenia usług bilansowania, zarządzania ograniczeniami i kontroli napięcia.

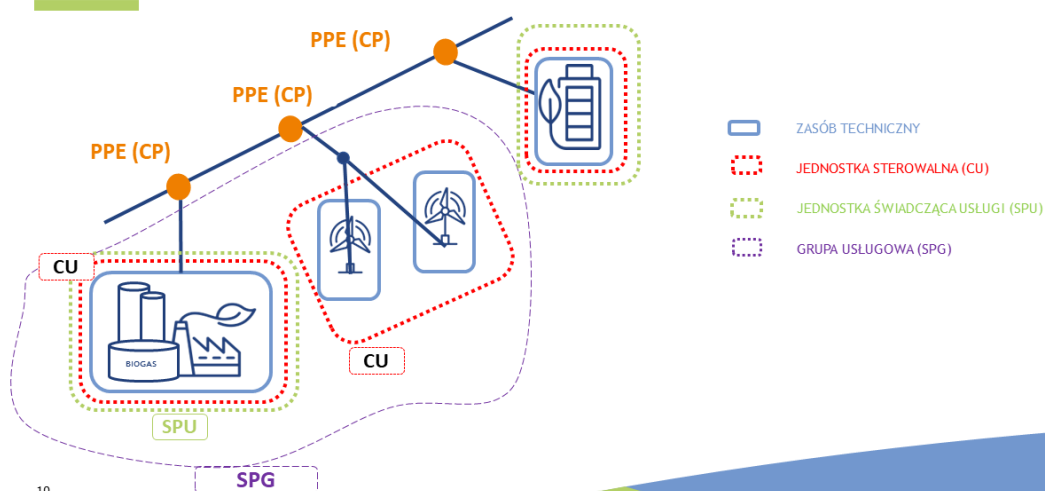
grupa usługowa (SPG) oznacza agregację jednostek sterowalnych podłączonych do więcej niż jednego punktu przyłączenia (PPE). SPG jest definiowana przez dostawcę usług (SP) w celu świadczenia usług bilansowania i usług lokalnych.

agregator techniczny oznacza osobę trzecią, delegowaną przez klienta końcowego, która łączy i kontroluje wiele CU i współdziała z SP.

dostawca usług (SP) oznacza uczestnika rynku zobowiązanego prawnie lub umownie do świadczenia usług lokalnych lub bilansujących od co najmniej jednego SPU lub SPG

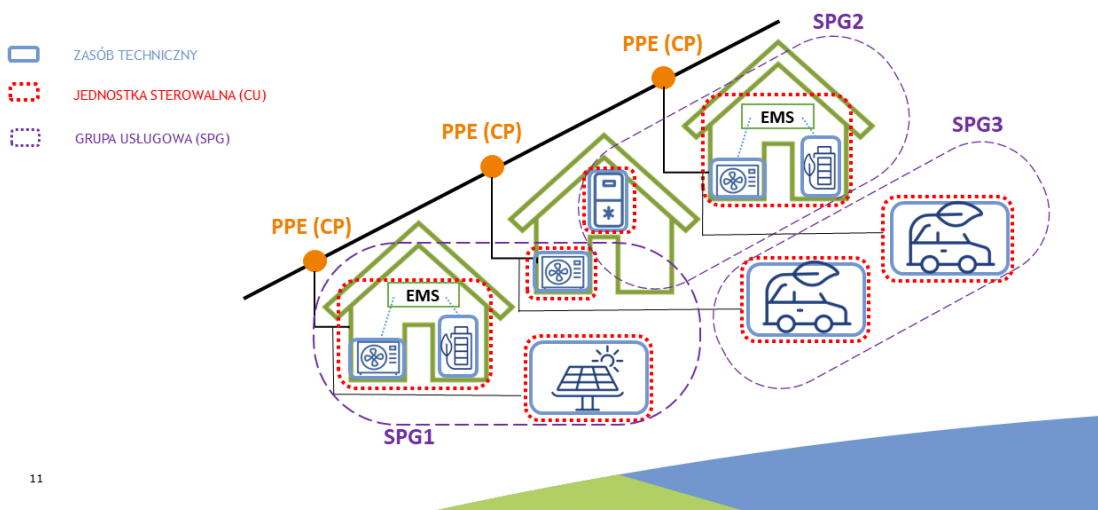
9

Wybrane definicje - praktyczne zastosowanie



10

Wybrane definicje - praktyczne zastosowanie



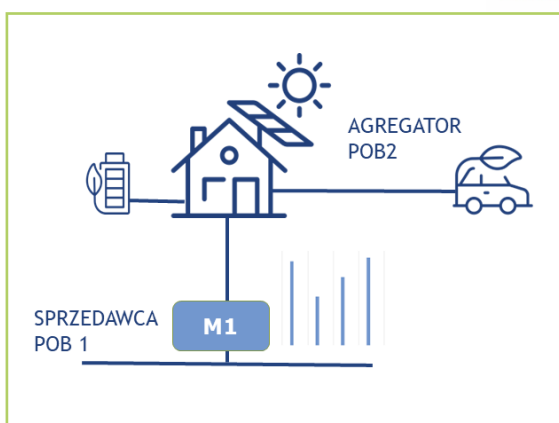
11

Model agregacji A

ZASOBY ELASTYCZNOŚCI NIEOPOMIAROWANE

- każdy zasób techniczny przypisany do jednostki sterowalnej jest przydzielany do tego samego dostawcy usług (SP) i tego samego POB;
- jedynym urządzeniem pomiarowym jest inteligentny licznik w punkcie przyłączenia (PPE), który jest jedynym licznikiem wykonującym pomiary energii wprowadzonej lub pobranej zarówno przez sprzedawcę jak i przez dostawcę usług;
- musi istnieć tylko jeden POB odpowiedzialny za aktywację dowolnego dostawcy usług nawet jeśli za punktem PPE znajduje się wielu dostawców usług (SP);
- alokacja niezbilansowania pomiędzy różnymi POB wielu sprzedawców odbywa się zgodnie z przepisami krajowymi.

12



Aktywacja: wielkość dla POB2=M1-baseline M1

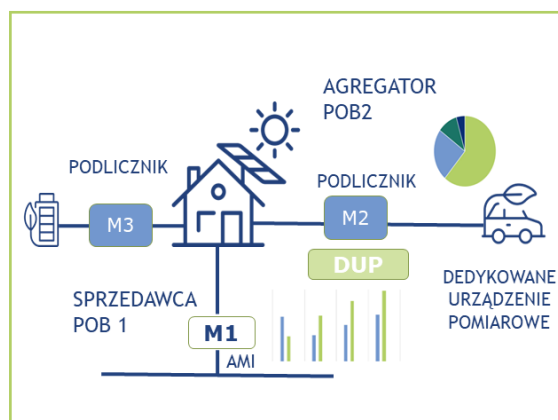
Model agregacji B

ZASOBY ELASTYCZNOŚCI OPOMIAROWANE

- istnieje dodatkowe urządzenie pomiarowe, będące podlicznikiem lub dedykowanym urządzeniem pomiarowym (DUM, zgodnie z EMD), dla jednostek sterowalnych, które są zaangażowane w świadczenie usług.
- sprzęt pomiarowy w punkcie przyłączenia (PPE) może być licznikiem konwencjonalnym lub inteligentnym;

Aktywacja:

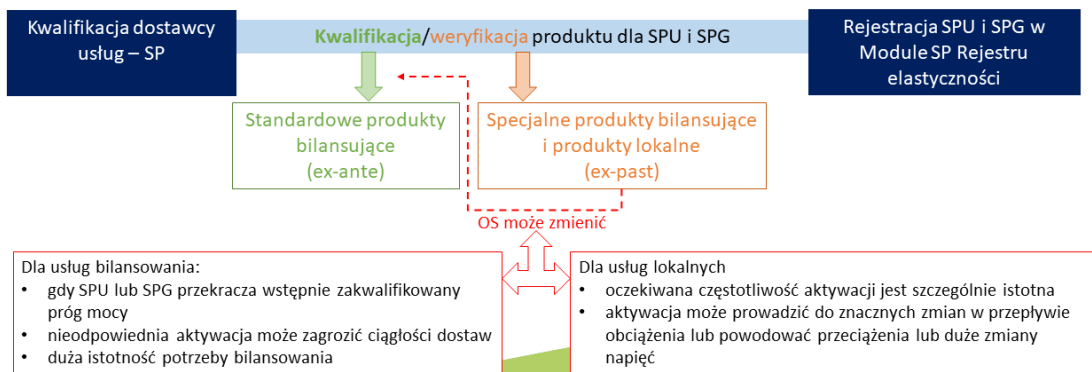
- wielkość dla POB1= $M1 - (M2/DUM)$ - baseline M2/DUM)
- wielkość dla POB2= $(M2/DUM)$ - baseline M2/DUM)



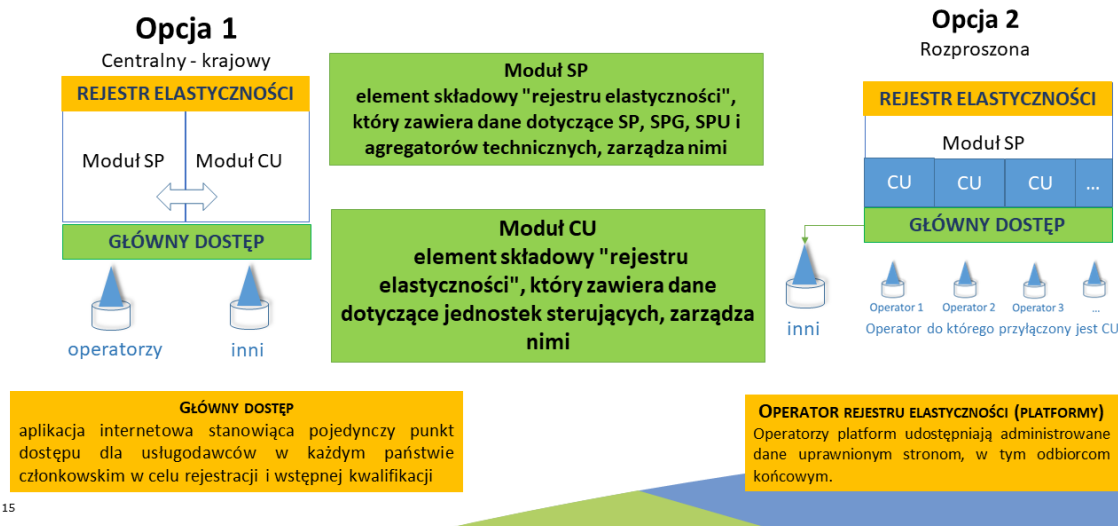
13

Kwalifikacja i weryfikacja produktu

- Gdy wielu OS jest potencjalnymi nabywcami tego samego produktu dla tego samego SPU lub SPG w ramach kwalifikacji wstępnej, OS uzgadniają kto pełni rolę POK_P.
- Dla produktów bilansujących rolę POK_P pełni OSP
- Wstępna kwalifikacja SPU lub SPG podlega ponownej ocenie przez POK_P co najmniej raz na 5 lat.
- Operatorzy systemów określają w krajowych warunkach kryteria weryfikacji dla każdego produktu



Rejestr elastyczności



15

Biuro Modelowania Pracy Sieci

ewa.mataczynska@pgedystrybucja.pl

ANEKS

Rejestr elastyczności



System informacyjny (platforma) składający się z jednej lub wielu zróżnicowanych platform obsługiwanych przez jeden lub wiele podmiotów krajowych w celu wspierania rejestracji i wstępnej kwalifikacji/weryfikacji do świadczenia usług bilansowania i usług lokalnych

Operator platformy rejestru elastyczności opracowuje:

- Procedury dla SP i SPU:
 - Rejestracji
 - Aktualizacji
 - Zawieszenia
 - Wyrejestrowania
- Dodatkowo procedury dla SPU:
 - Wstępna kwalifikacja sieci dla podmiotów odpowiedzialnych za kwalifikację sieci w celu ustalenia limitów operacyjnych
 - Przypisania (zmiany przynależności jednostek sterowalnych)

18

Kwalifikacja i weryfikacja produktu

KWALIFIKACJA SP	proces mający na celu weryfikację zdolności usługodawcy do świadczenia usługi spełniającej kryteria dostępu do rynku Rachunek bankowy, właściwe systemy IT -> rejestruje się w Module SP rejestru elastyczności
KWALIFIKACJA PRODUKTU	proces (ex-ante) poprzedzający uczestnictwo potencjalnego SPU lub SPG w rynku bilansującym, rynku lokalnym, mający na celu weryfikację zgodności potencjalnego SPU lub SPG z wymogami technicznymi i wymogami dotyczącymi wymiany danych w zakresie dostarczania produktów. W ramach kwalifikacji wstępnej produktu podmiot odpowiedzialny za przeprowadzenie kwalifikacji może wymagać od potencjalnego SPU lub SPG przejścia testu aktywacji
WERYFIKACJA PRODUKTU	proces (ex-post) przeprowadzany po dostarczeniu określonych usług bilansowania oraz usług lokalnych w celu zweryfikowania zgodności SPU lub SPG z wymogami technicznymi i wymogami dotyczącymi wymiany danych w odniesieniu do dostarczania określonego produktu
KWALIFIKACJA SIECI	proces weryfikacji przez operatorów systemów przyłączeniowych i pośrednich zgodności CU, SPU lub SPG z warunkami bezpieczeństwa i eksploatacji sieci przyłączeniowych i pośrednich
Podmiot odpowiedzialny za kwalifikację SP - POK_SP	strona odpowiedzialną za kwalifikację dostawcy usług (SP) w zakresie dostarczania produktów bilansowania oraz produktów lokalnych. Na każdego dostawcę usług i każdy produkt przypada tylko jeden podmiot odpowiedzialny za kwalifikację SP
Podmiot odpowiedzialny za wstępną kwalifikację produktu - POK_P (ang.PPR)	to podmiot odpowiedzialny za kwalifikację SPU lub SPG do dostawy określonego produktu na rynek bilansujący i rynek lokalny (operator do którego jednostka jest przyłączona)

Zasady wdrożenia rejestru elastyczności

Operatorzy systemów w każdym państwie członkowskim określają w krajowych warunkach i zasadach wymogi i procesy wdrożenia/funkcjonowania rejestru

Kwalifikacja dostawców usług

- Wymogi dla usługodawców dotyczące uczestnictwa w rynku
- Zasady zawieszenia lub cofnięcia "statusu kwalifikacyjnego"

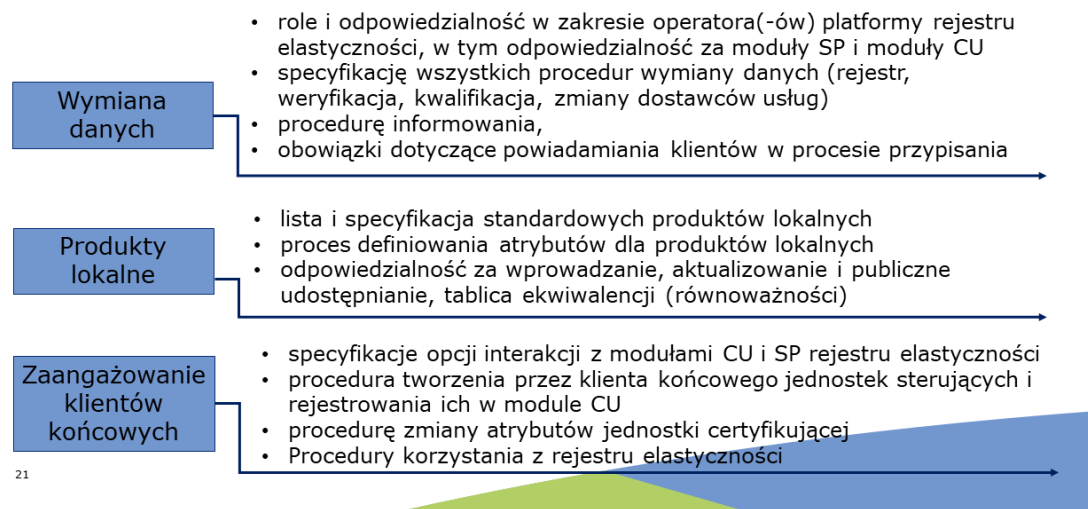
Kwalifikacja produktów

- Zasady specyfikacji uproszczonej
- Warunki oraz wymagania przeprowadzania testów
- Procedury równoległego ubiegania się o kwalifikację różnych produktów

Weryfikacja produktu

- Kryteria weryfikacja
- Warunki przeprowadzenia testu aktywacyjnego ex post
- Warunki nakładania kar

Zasady wdrożenia rejestru elastyczności



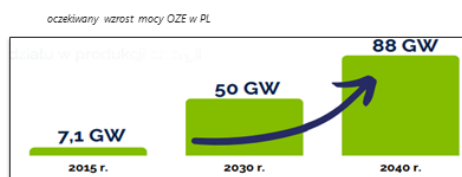
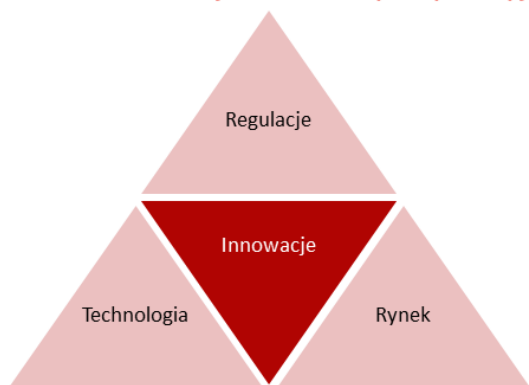
21

PILOTAŻ RYNKU USŁUG ELASTYCZNOŚCI NA TERENIE M.ST. WARSZAWY

Michał Warejko, Łukasz Sosnowski
(Stoen Operator)



Rola innowacji w sieci dystrybucyjnej dla rozwoju miasta



wskazniki przewidywanego czasu odblokowania zapotrzebowania w krajowym systemie elektroenergetycznym (raport OSP)

Rok	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LOLE (raport 2020) [h/a]	0.66	0.24	1.7	2.4	3.93	12.05	33.72	103
LOLE (raport 2022) [h/a]	2.45	5.85	22.12	302	230	257	1120	1040

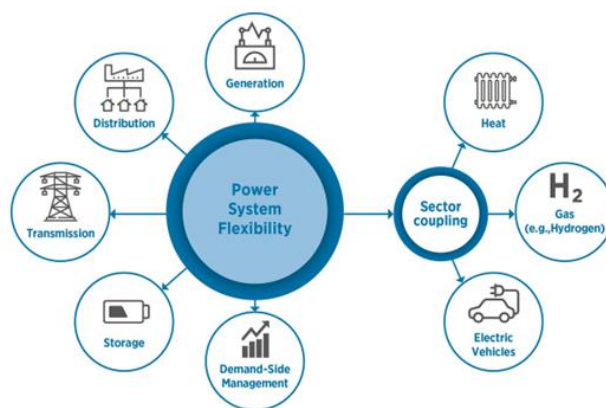
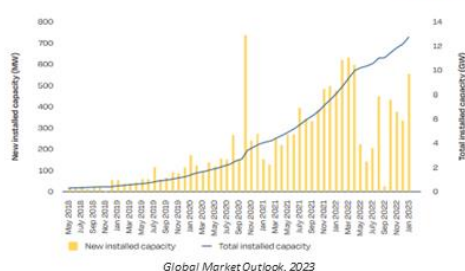
Rozwój innowacji wymaga współpracy między sektorem publicznym a prywatnym, tworzenia przyjaznego środowiska regulacyjnego, a także nieustannej wymiany wiedzy w zakresie zarządzania projektami i innowacjami.

29.11.2023 2

Czym jest elastyczność energetyczna?

Elastyczność to zdolność **aktywnego** wpływu na popyt i podaż energii elektrycznej, w celu osiągnięcia równowagi energetycznej.

Trudności zarządzania siecią dystrybucyjną rosną wskutek rozwoju źródeł rozproszonych



IRENA, 2018

29.11.2023 3

Cel projektu

- Utworzenie portfela obiektów aktywnych, zdolnych do dynamicznej regulacji poboru i produkcji energii elektrycznej
- Wypracowanie schematu komunikacji i współpracy pomiędzy uczestnikami sieci dystrybucyjnej a OSD
- Zbadanie wpływu usług elastyczności na niezawodność pracy sieci i tworzenie planów rozwojowych
- Poszukiwanie nowych możliwości przyłączeniowych poprzez grupowanie mocy umownych

Przewidywanie problemów sieciowych i nadzór nad świadczeniem usług



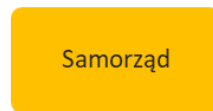
STOEN OPERATOR
powered by **e-on**

Zgłaszanie elastyczności i zawieranie transakcji



NODES

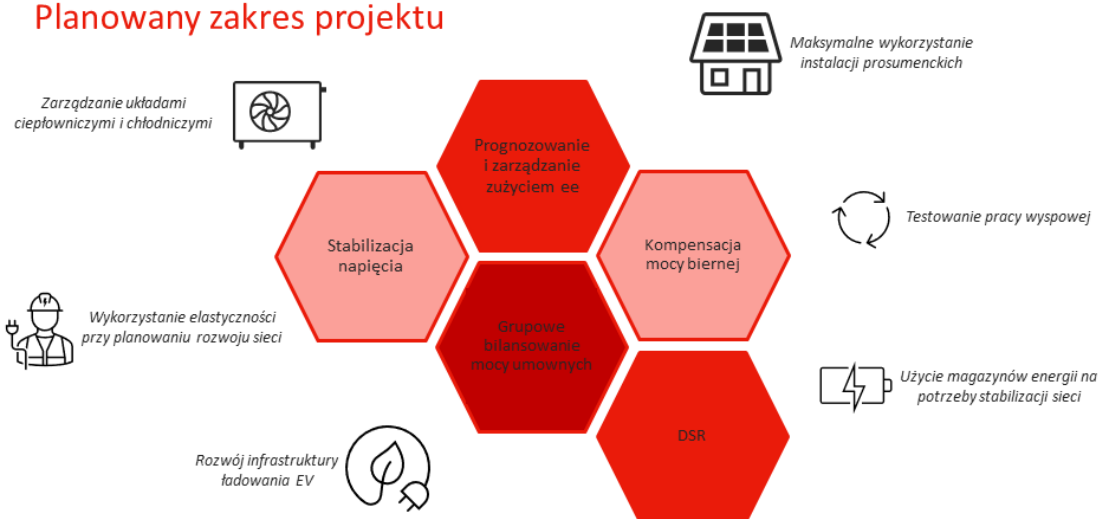
Zwiększenie efektywności infrastruktury publicznej i zarządzania energią



Warszawa

29.11.2023 4

Planowany zakres projektu



29.11.2023 5

Planowany obszar pilotażu

Dzielnice:

Targówek, Ursynów, Wawer, Żoliborz

Kryteria:



Obiekty:



Óśrodki sportu i rekreacji



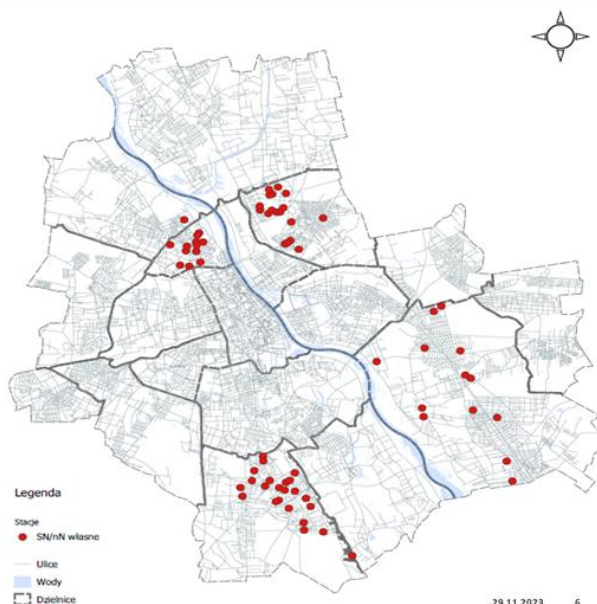
Urzędy Dzielnic



Placówki kulturalne



Budynki oświaty



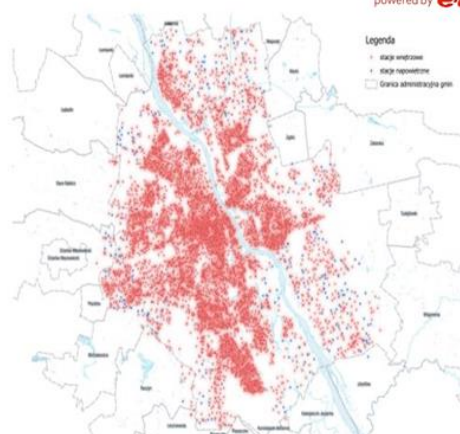
29.11.2023 6

Korzyści dla Operatora Sieci Dystrybucyjnej

**STOEN
OPERATOR**
powered by **e-on**

Korzyści dla OSD (Stoen Operator):

1. Zwiększenie dokładności prognoz zapotrzebowania poprzez bezpośrednią komunikacją z odbiorcą ee
2. Poprawienie lokalnej jakości zasilania
3. Zwiększenie przepustowości sieci poprzez lokalne zużycie i zarządzanie poborem ee.
4. Zmniejszenie współczynników SAIDI/SAIFI
5. Odblokowanie nowego potencjału dla dynamicznego zarządzania pracą sieci
6. Możliwość optymalizacji harmonogramów prac planowanych



Poglądowa mapa stacji transformatorowych SO

29.11.2023 7

Korzyści dla Samorządu

Korzyści dla Samorządu (m. st. Warszawa):

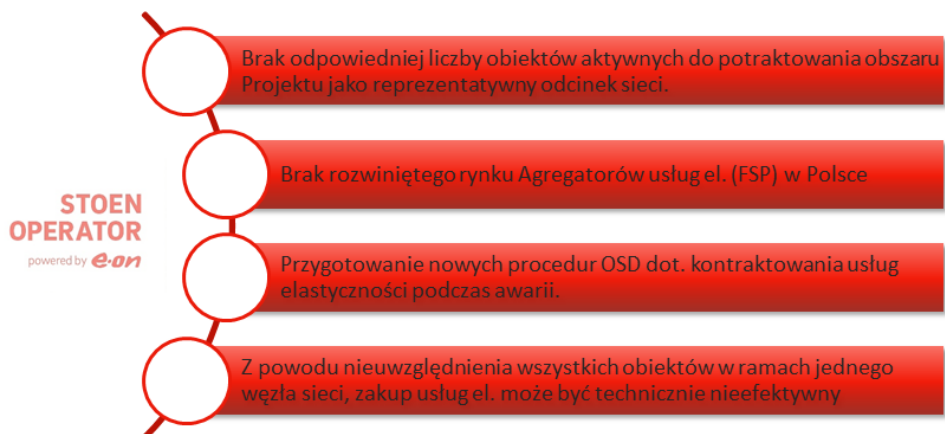
1. Rozwój zarządzania zużyciem i produkcją energii elektrycznej
2. Promowanie narzędzia elastyczności dla zwiększenia liczby odnawialnych źródeł energii oraz odbiorników (panele fotowoltaiczne, pomp ciepła, ładowarek EV) przyłączonych do sieci dystrybucyjnych na terenie jednostek miejskich
3. Ograniczenia zużycia energii elektrycznej i kosztów jednostek miejskich
4. Odblokowanie nowych możliwości współpracy z OSD, wspierających rozwój infrastruktury



29.11.2023 8

Barier w rozwoju rynku elastyczności

Potencjalne trudności w trakcie realizacji Projektu na terenie m. st. Warszawy:



27.11.2023 9

Dziękuję za uwagę!

Łukasz Sosnowski
lukasz.sosnowski@stoen.pl
tel.: 694428438

STOEN OPERATOR
powered by **E.ON**



NOWOCZESNE SYSTEMY WSPARCIA STABILNOŚCI SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH OPARTE NA INWERTERACH I MAGAZYNACH ENERGII

Rafał Kozieł
(SMA Solar Technology AG)



Nota prawna



WAŻNA WSKAZÓWKA:

Wszystkie informacje tu zawarte zostały przygotowane z najwyższą starannością. Pomimo to nie gwarantujemy prawidłowości i kompletności danych i żadna z zawartych tu informacji nie powinna być interpretowana jako taka gwarancja. Przedsiębiorstwo nie ponosi odpowiedzialności za błędy zawarte w tym dokumencie, o ile szkoda nie została spowodowana umyślnie lub w wyniku rażącego zaniedbania ze strony Przedsiębiorstwa. Ponadto Przedsiębiorstwo nie ponosi odpowiedzialności za skutki działań wynikających z danych i informacji udostępnionych w niniejszej prezentacji.

Informacje zawarte w tej prezentacji są wciłą uzupełniane, modyfikowane i aktualizowane, przy czym Przedsiębiorstwo nie musi o tym informować z wyprzedzeniem. Niektóre stwierdzenia zawarte w niniejszej prezentacji mogą być stwierdzeniami dotyczącymi oczekiwań co do przyszłości lub innymi stwierdzeniami wybiegającymi w przyszłość, na podstawie obecnych poglądów i założeń kierownictwa, które podlegają znanym i nieznanym ryzykom i niepewności. Rzeczywiste rezultaty, fakty i wyniki Przedsiębiorstwa mogą się w znacznym stopniu różnić od informacji zawartych w prezentacji, m.in. ze względu na określone czynniki, zmienne uwarunkowania handlowe i rynkowe oraz prognozowane przez kierownictwo koncernu możliwości wzrostu. Te oraz inne czynniki mogą mieć wpływ na wynik i konsekwencje finansowe opisanych w prezentacji planów i zdarzeń. Przedsiębiorstwo nie przejmuje żadnego zobowiązania do kontynuacji opisywania wypowiedzi zorientowanych na przyszłość i dostosowywania ich do przyszłych wyników lub projektów. Stwierdzeń dotyczących sytuacji w przyszłości, które dotyczą jedynie daty tej prezentacji, nie należy bezkrytycznie traktować jako pewnych.

Prezentacja ta służy jedynie do celów informacyjnych i jedynie po zezwoleniu udzielonym wcześniej przez Przedsiębiorstwo może być przekazana osobom trzecim lub tym, do których nie jest skierowana. Żadna część niniejszej prezentacji nie może być kopiowana, reprodukowana, cytowana ani wykorzystywana do celów innych niż te, dla których została udostępniona. Treści niniejszej prezentacji, tj. wszystkie teksty, obrazy i pliki dźwiękowe są chronione prawem autorskim. Informacje zawarte w prezentacji są własnością Przedsiębiorstwa.

Niniejszy dokument nie stanowi oferty sprzedaży papierów wartościowych w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej. Papier wartościowy nie mogą być oferowane ani sprzedawane w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej bez rejestracji lub zwolnienia z obowiązku rejestracji na mocy zmienionego wydania US Securities Act z roku 1933.

SMA Solar Technology

Ponad 40 lat obecności na rynku

SMA jest jednym ze światowych liderów branży inwerterów fotowoltaicznych oraz rozwiązań do zarządzania i magazynowania energii. Wyróżnia nas jakość i innowacyjność.

**>135 GW mocy
zainstalowanej
inwerterów PV**

**1,700 patentów
i wzorów użytkowych**

**> 11 GW mocy
zainstalowanej
w inwerterach
baterijnych**

4,100 pracowników

SMA Solar Technology



Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....



Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....

.....zdolność do reagowania na zmiany zachodzące w systemie, **zarówno na płaszczyźnie technicznej**, jak i zachowań użytkowników, przy utrzymaniu stabilnej pracy sieci i dotrzymaniu parametrów jakości oraz niezawodności dostawy energii [1],



5

Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....

.....zdolność do reagowania na zmiany zachodzące w systemie, **zarówno na płaszczyźnie technicznej**, jak i zachowań użytkowników, przy utrzymaniu stabilnej pracy sieci i dotrzymaniu parametrów jakości oraz niezawodności dostawy energii [1],

.....to zdolność systemu elektroenergetycznego do reagowania na zmiany zapotrzebowania i **zdolność wytwarzania energii** elektrycznej [2],



6

Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....

.....zdolność do reagowania na zmiany zachodzące w systemie, **zarówno na płaszczyźnie technicznej**, jak i zachowań użytkowników, przy utrzymaniu stabilnej pracy sieci i dotrzymaniu parametrów jakości oraz niezawodności dostawy energii [1],

.....to zdolność systemu elektroenergetycznego do reagowania na zmiany zapotrzebowania i **zdolność wytwarzania energii** elektrycznej [2],

..... to jego zdolność do utrzymania ciągłej pracy w warunkach **szybkich i dużych wahań generacji i poboru** energii elektrycznej [3],



7

Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....

.....zdolność do reagowania na zmiany zachodzące w systemie, **zarówno na płaszczyźnie technicznej**, jak i zachowań użytkowników, przy utrzymaniu stabilnej pracy sieci i dotrzymaniu parametrów jakości oraz niezawodności dostawy energii [1],

.....to zdolność systemu elektroenergetycznego do reagowania na zmiany zapotrzebowania i **zdolność wytwarzania energii** elektrycznej [2],

..... to jego zdolność do utrzymania ciągłej pracy w warunkach **szybkich i dużych wahań generacji i poboru** energii elektrycznej [3],

..... odnosi się do zakresu, w jakim system elektroenergetyczny może modyfikować produkcję lub zużycie energii elektrycznej **w odpowiedzi na zmienność, oczekiwaną lub nieoczekiwaną** [4].



- [1] Uzasadnienie do projektu ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii [UC 74].
- [2] Matoczyńska E., Sikora M., Lewandowski W.: Wykorzystanie usług elastyczności przez operatora systemu dystrybucyjnego. XXV Konferencja Naukowo - Techniczna „Rynek Energii Elektrycznej” REE 2019, Kazimierz Dolny, 7-9 października 2019.
- [3] Bronk L., Czamecki B., Magulski R., Maćkowiak-Pandera J.: Elastyczność krajowego systemu elektroenergetycznego. Diagnoza, potencjał, rozwiązania. FORUM ENERGII. Warszawa, luty 2019.
- [4] International Energy Agency (IEA), Harnessing variable renewables, Tech. rep., 2011

8

Czym jest Elastyczność systemu elektroenergetycznego



Elastyczność systemu elektroenergetycznego to....

.....zdolność do reagowania na zmiany zachodzące w systemie, **zarówno na płaszczyźnie technicznej**, jak i zachowań użytkowników, przy utrzymaniu stabilnej pracy sieci i dotrzymaniu parametrów jakości oraz niezawodności dostawy energii [1],

.....to zdolność systemu elektroenergetycznego do reagowania na zmiany zapotrzebowania i **zdolność wytwarzania energii** elektrycznej [2],

.....to jego zdolność do utrzymania ciągłej pracy w warunkach **szybkich i dużych wahań generacji i poboru** energii elektrycznej [3],

..... odnosi się do zakresu, w jakim system elektroenergetyczny może modyfikować produkcję lub zużycie energii elektrycznej **w odpowiedzi na zmienność, oczekiwaną lub nieoczekiwaną** [4].



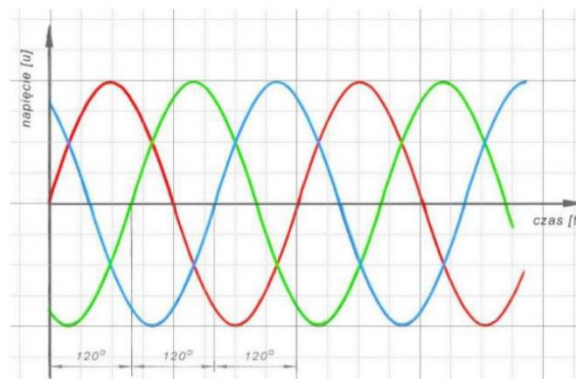
- [1] Uzasadnienie do projektu ustawy o zmianie ustawy - Prawo energetyczne oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii (UC 74).
- [2] Małaczynska E, Sikora M., Lewandowski W.: Wykorzystanie usług elastyczności przez operatora systemu dystrybucyjnego. XXV Konferencja Naukowo - Techniczna „Rynek Energii Elektrycznej” REE 2019, Kazimierz Dolny, 7-9 października 2019.
- [3] Brank L, Czamecki B., Magulski R., Machowiak-Pandera J.: Elastyczność krajowego systemu elektroenergetycznego. Diagnoza, potencjał, rozwiązania. FORUM ENERGII, Warszawa, luty 2019.
- [4] International Energy Agency (IEA). Harnessing variable renewables, Tech. rep., 2011

9

Stabilność sieci



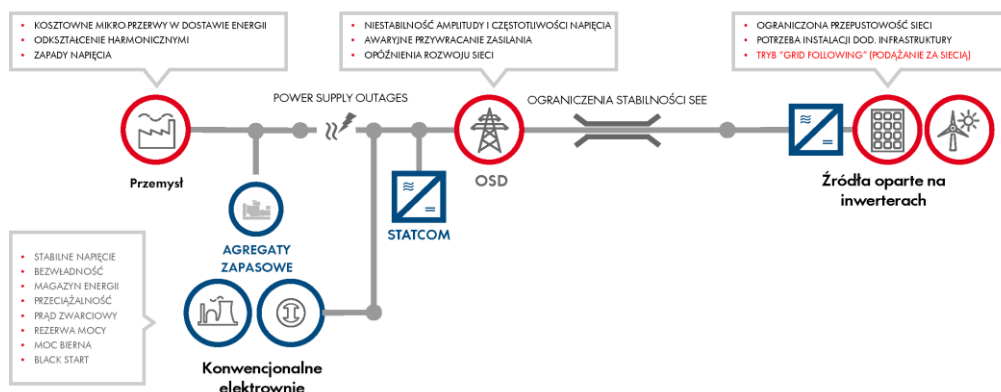
Co to jest stabilność systemu / sieci elektroenergetycznej i dlaczego jest to tak ważne?



SMA Solar Technology

10

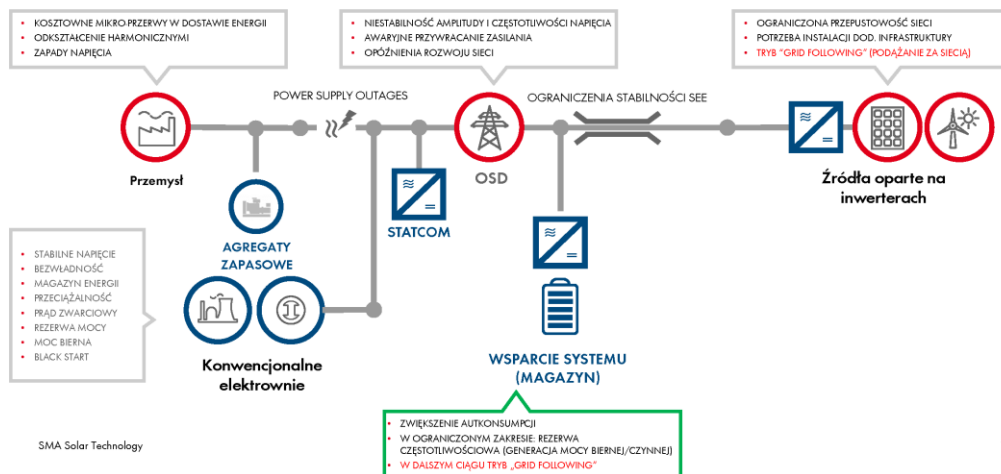
Topologia „dzisiejszej” sieci elektroenergetycznej



SMA Solar Technology

11

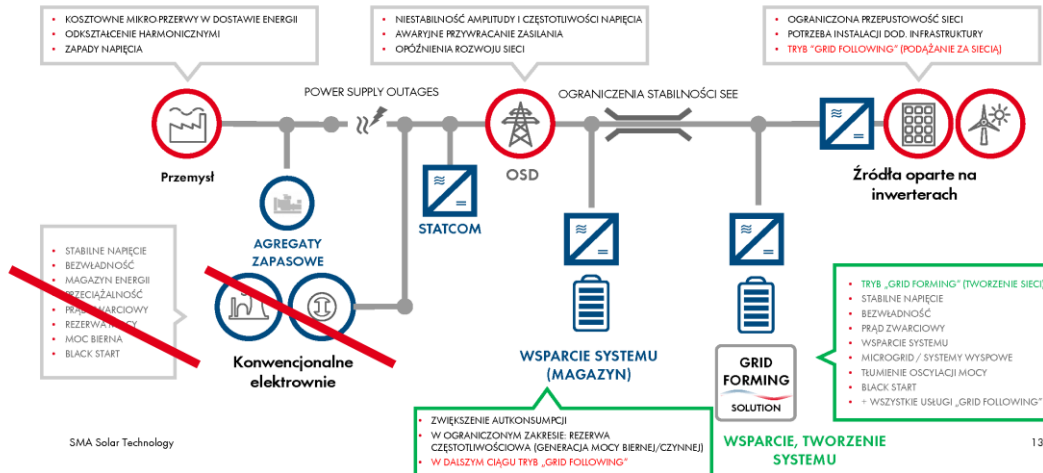
Jakie wyzwania stoją przed nami? Co jest potrzebne do udanej transformacji i dekarbonizacji energetyki?



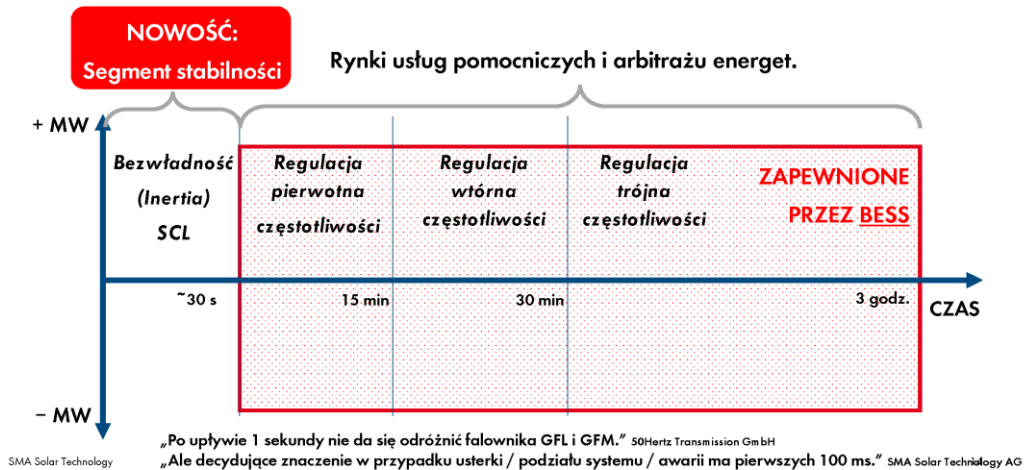
SMA Solar Technology

12

Jakie wyzwania stoją przed nami? Co jest potrzebne do udanej transformacji i dekarbonizacji energetyki?



Potrzeba stworzenia nowego segmentu na rynku energetycznym: usługi zapewnienia stabilności (podobnie jak elastyczności)



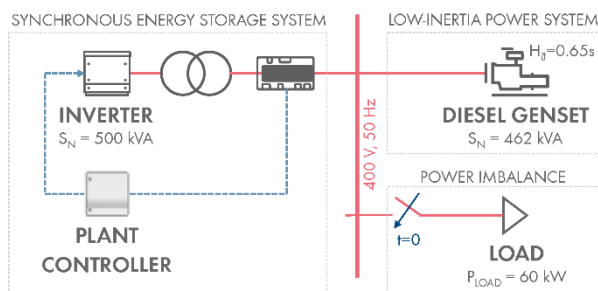
Główne elementy systemu



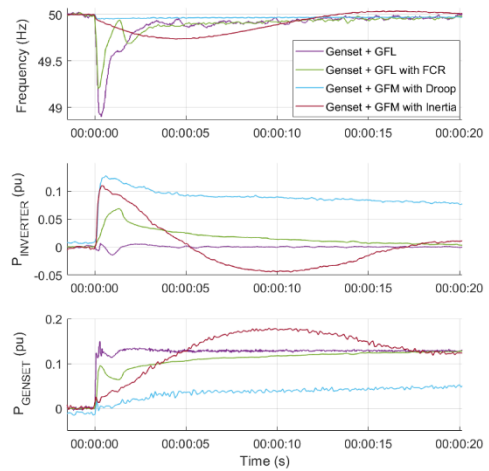
SMA Solar Technology

15

Jak to działa - przykład



SMA Solar Technology



1. zastosowanie: Grid Booster



Wyzwanie / Sytuacja:

- Rosnący udział odnawialnych źródeł energii, długie linie przesyłowe, kosztowne i trudne rozbudowy sieci, obniżenie stabilności systemu i pewności zasilania
- Zarządzanie ograniczeniami przesyłowymi, rosnące koszty redysponowania, ograniczanie mocy wytwórczych elektrowni wykorzystujących energię odnawialną

Rozwiązanie:

- Instalacja magazynów energii w strategicznie istotnych częściach sieci przesyłowych i dystrybucyjnych
- Bateria jako "wirtualna linia transmisyjna" o bardzo szybkim czasie reakcji
- Lokalne podniesienie stabilności, regulacja amplitudy i częstotliwości napięcia w częściach sieci gdzie odbiegają one od standardów

Realizowane projekty:

- TransnetBW GmbH: Netzbooster Kupferzell 1 x 250 MW
- Tennet: Netzbooster Aurdorf/Süd und Ottenhofen 2 x 100 MW
- Coordinador (Chile): Netzbooster Lo Aguirre / Parinas 2 x 500 MW



Źródło: TransnetBW GmbH
17

SMA Solar Technology

2. zastosowanie: inercja/SCL (poprawa stabilności)



Wyzwanie / Sytuacja:

- Zwiększenie udziału OZE + wygaszanie produkcji energii z węgla i atomu → zmniejszenie ilości źródeł zapewniających dotychczas stabilność systemu
- Duże odległości tranzytowe energii → długie linie zasilające z większą rezystancją, zmniejszająca się moc zwarciowa

Rozwiązanie:

- Zapewnianie inercji za pomocą bateryjnych systemów magazynowania energii (BESS) sprzężonych z falownikami GFM
- Zwiększenie mocy zwarciowej proporcjonalnie do wielkości magazynów
- Połączone usługi serwisowe dla systemu

Realizowane projekty:

- Program Stability Pathfinder w Wielkiej Brytanii,
- Operatorzy w Niemczech (od 2024)
- Australia: AEMO



18

SMA Solar Technology

3. zastosowanie: **blackstart, zasilanie rezerwowe**



Wyzwanie / Sytuacja:

- Zapewnienie mocy niezbędnej do wykonania blackstartu (kontrakt z konwencjonalnym źródłem wytwórczym, na wypadek awarii)
- Zapewnienie ciągłości zasilania
- Możliwość pracy w odseparowaniu od sieci publicznej (Off-Grid)

Rozwiązanie:

- Zastosowanie falowników GFM przyłączonych bezpośrednio na poziomie średniego napięcia
- Wykorzystanie funkcjonalności blackstart
- Sterowanie i monitorowanie pracy systemu możliwe w trybie współpracy z siecią oraz off-grid

Realizowane projekty:

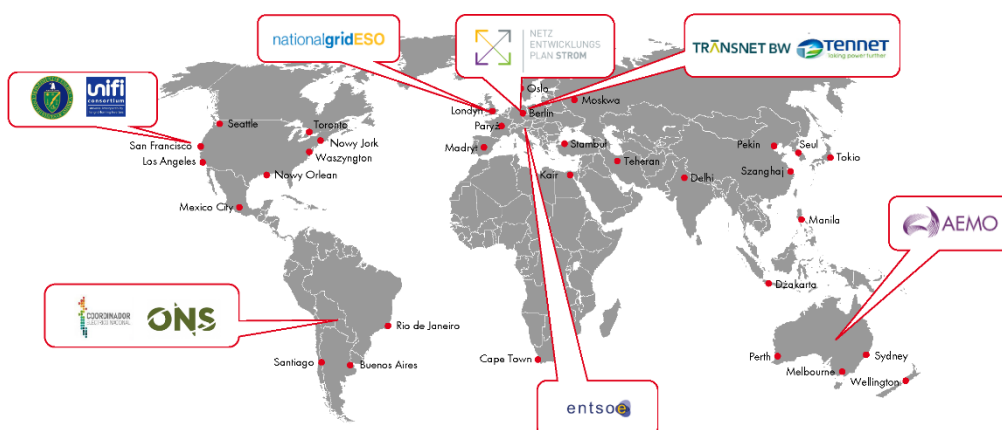
- Miasto Bordesholm w Niemczech (1.5MW, 2019r)



SMA Solar Technology

19

Światowe zainteresowanie usługami stabilności

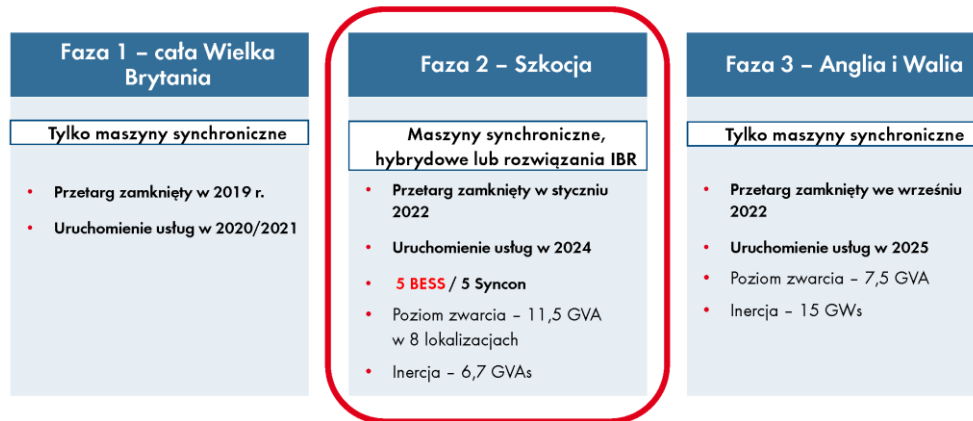


SMA Solar Technology

20

Wielka Brytania: program Stability Pathfinder

Źródło danych: [NOA Stability Pathfinder](#)



SMA Solar Technology

21



Wyzwania na przyszłość



- Stworzenie odpowiednich warunków legislacyjnych i modeli biznesowych dla usług wsparcia i stabilizacji sieci w Polsce
- Dalsze prace nad nowelizacją Prawa Energetycznego w tym kierunku; pierwszy krok → odbiorca aktywny (od 10.2023)
- Kontynuacja prac na NC RFG 2.0 z uwzględnieniem obecnie dostępnych technologii i zmieniającej się energetyki
- Budowanie świadomości istnienia funkcjonalności GFM u decydentów; optymalizacja wykorzystania obecnych sieci elektroenergetycznych

22



DYNAMICZNA OBCIĄŻALNOŚĆ LINII (DLR) JAKO ELEMENT ELASTYCZNOŚCI W SIECI DYSTRYBUCYJNEJ

Mirosław Kuchta
(EnerTest testery i diagnostyka Sp. z o.o.)



4,500
Kilometrów
obwodów
monitorowane



130+
Liczba linii przesyłowych
monitorowanych w trybie
ciągłym



630+
Liczba zasobów
monitorowanych w
trybie ciągłym



70
Pracowników w
USA, Hiszpanii i Belgii



40+
Liczba aktywnych klientów
na świecie



12
Patentów w 24 krajach

Controlled Disclosure: 2022



Opracowaliśmy czujniki dla linii napowietrznych podziemnych kable do zbierania danych i dostarczania odpowiednich informacji

	Linii wysokiego napięcia	Linii średniego napięcia	WN i SN podstacji i kable
Infrastruktura / Zasoby			
Czujniki			
Rozwiązania	<p>Capacity Optimization Push more power through your assets</p> <p>Asset Health Know the health of your assets</p>	<p>Capacity Optimization Push more power through your assets</p> <p>Asset Health Know the health of your assets</p>	<p>CableBoost® Increased cable ratings based on cable condition monitoring</p> <p>CableLife® Detector & assessment of insulation failure in cables (Partial discharge)</p>



3



Capacity Optimization

Dynamic Line Rating (Dynamiczna obciążalność linii) Przegląd

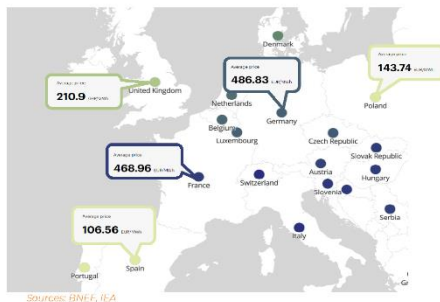
GridBoost®

EnerTest



Ograniczenie wydajności (przepustowości) uniemożliwia efektywny przesył energii elektrycznej co może prowadzić do wysokich zmian w cenie energii w regionach

Europejskie ceny energii w 7th Września 2022 (€/MWh)



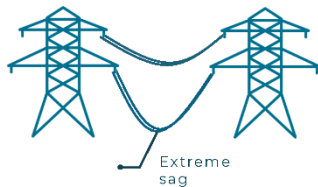
- Europa może doświadczyć **ekstremalnych różnic ceny energii** (np.. 5x różnice ceny 7th Sep 2022)
- Interkonektory pomiędzy krajami istnieją **ale mają ograniczenia przepustowości**
- W rezultacie, kraje z wysokimi cenami energii **nie mogą korzystać z tańszej energii w sąsiednich krajach**
- Podobna dynamika występuje **regionalnie** w danym kraju





Większość zasobów sieci pracuje najwyżej przy 50% ich rzeczywistych możliwości z powodu braku oglądu na aktualną obciążalność w czasie rzeczywistym

- Obciążalność bieżąca linii mocy jest **poddawana działaniu warunków pogodowych** (temperatury, wiatru itd.)
- Brak takiej obserwacji na zewnętrzne elementy typowo zmusza operatorów do **konstrukcji obciążenia linii** przyjmując "najgorsze warunki"
- Prąd **naturalnie podgrzewa linie energetyczne**, które, gdy przegrzane, mogą osiągać **ekstremalny zwis**
- Zimna pogoda lub wiatr mogą **naturalnie chłodzić** linie energetyczne i **zwiększać ich prądową obciążalność** bez przekraczania maksymalnego zwisu.

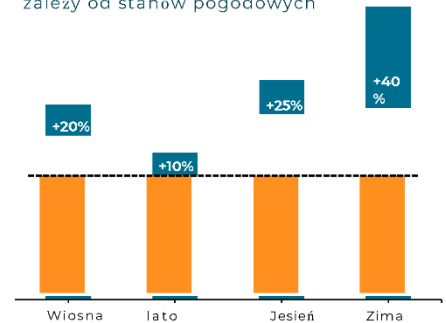


Source: IEEE

EnerTest

Confidential - October 2022

Obciążalność przenoszenia prądu zależy od stanów pogodowych

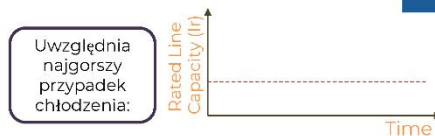


Rzeczywista obciążalność uwzględniająca aktualną chłodzącą pogodę.

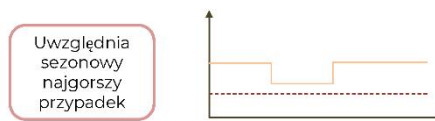
Wskaźniki Konstrukcji przyjmujące najgorszy przypadek chłodzenia

7

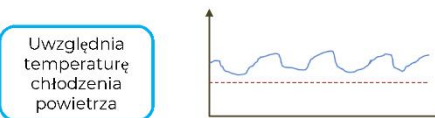
Rodzaje wskaźnika obciążalności linii



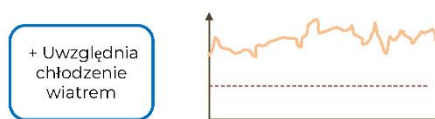
Stacyjny Wskaźnik Linii (SLR)



Sezonowy Wskaźnik Korygujący (SAR)



Otoczający Wskaźnik korygujący (AAR)



Dynamiczny Wskaźnik Linii (DLR)

EnerTest

Technologia Czujnika wg. Stanu Techniki, bezpośredni pomiar na przewodzie



Pomiar oparty o drgania bez potrzeby kalibracji

Bezpośredni pomiar efektywnej prędkości wiatru

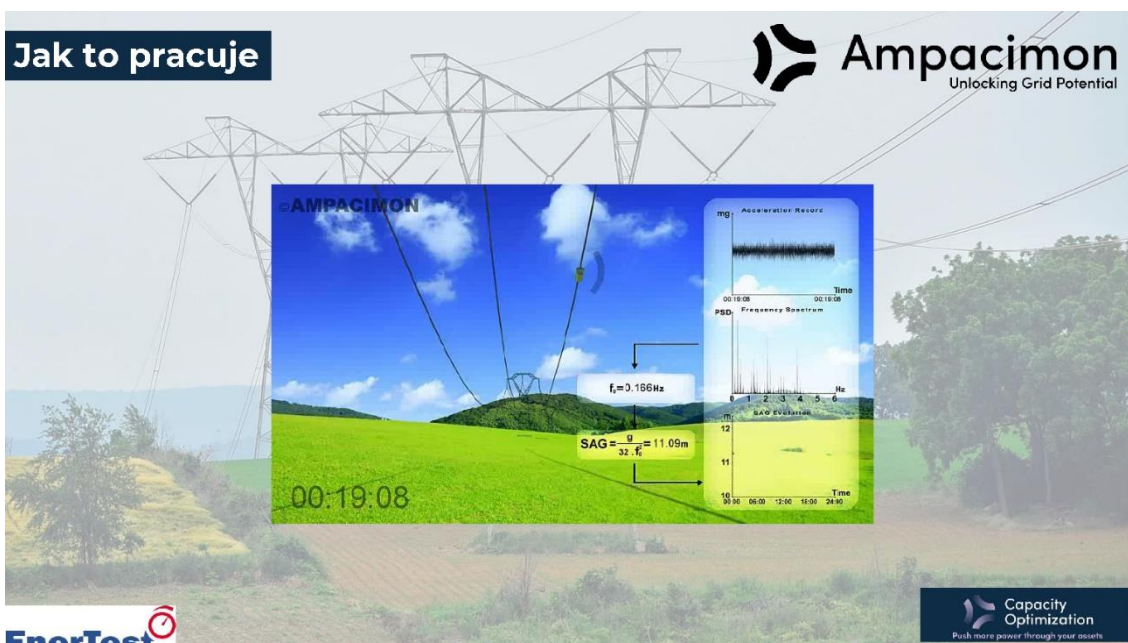
Pomiar dokładnego zwisu & Przeświet

Samo-Zasilanie 10kV - 750kV


Komórkowa lub Satelitarna komunikacja



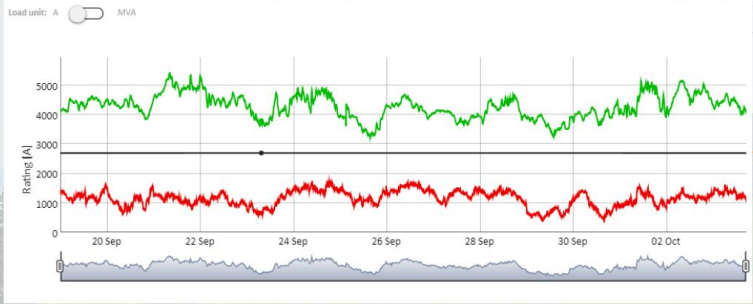
Jak to pracuje



Jak to pracuje



Najwyższej dokładności wyliczane dane dla wskaźników w czasie rzeczywistym i prognozowania



Load unit: A MVA



Rating [A]

20 Sep 22 Sep 24 Sep 26 Sep 28 Sep 30 Sep 02 Oct


Dynamiczny wskaźnik

Statyczny wskaźnik

Obciążenie

Pełen zestaw programowych aplikacji dla określania wskaźników linii w czasie rzeczywistym i przewidywania



ADR OPERATE

Oprogramowanie operacyjne dla czasu rzeczywistego

- ADR Operate **dostarcza w czasie rzeczywistym** prąd linii, dynamiczny wskaźnik, zwiast i temperaturę przewodu linii
Co każde 5 minut
- ADR Operate **dostarcza dane do operatorów sieci** poprzez integrację ze SCADA i archiwizuje wszystkie wartości historycznie **dla analiz statystycznych**

ADR TREND

Oprogramowanie dla prognozowania dziennego dynamicznego wskaźnika

- ADR Trend **oblicza Przewidywany Dynamiczny Wskaźnik Linii (FDLR)** (1 do 6 godzin)
- ADR Trend's dokładne wartości FDLR są używane do **zarządzania przeciążeniem**, przesyłane z **godzinowym wyprzedzeniem**, i do planowania odstawień z **poziomem ufności 98%**

ADR HORIZON



Oprogramowanie dla prognozowania dynamicznego wskaźnika z dziennym wyprzedzeniem

- ADR Horizon dostarcza wartość FDLR values **na dzień wcześniej** z konfigurowalnym poziomem ufności
- ADR Horizon dostarcza **prognozę AAR do 10 dni do przodu**
- ADR Horizon **dostarcza operatorom przesyłu silne narzędzie do planowania efektywnej oparacji na sieci z wyprzedzeniem 72 dni**

ADR TRANSIENT

Oprogramowania dla wskaźnika linii - Emergency

- ADR Transient pozwala monitorować linię **będącą przeciążoną przez krótki okres**
- Podczas krytycznej sytuacji, operator sieci może dopuścić **przesytekstrą prądu** przez maksymalny określony czas trwania **bez narażenia swej infrastruktury**

Wybrane studia przypadków u klientów



Wykrycie oblodzenia i galopowania

Statnett, Norwegia (od 2019)

- Wyzwanie:** Długie linie przesyłowe przechodzące Fjord są narażone na ostre warunki pogodowe powodujące tworzenie się oblodzenia i efekt galopowania powodując uszkodzenia linii.
- Rozwiązanie:** Instalacja ADR Sensors dla monitorowania i alarmowania o akumulacji lodu, mierzy jego wagę i rejestruje galopowanie dla zaprojektowania łagodzących rozwiązań.



DLR - Linii napowietrznych

PPL, Allentown USA (od 2021)

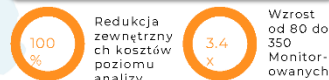
- Wyzwanie:** Tradycyjnie drogie podniesienie wskaźnika przeciążenia jest wymagane dla ocieplenia sieci powodujące wysokie ceny węzłowe.
- Solution:** DLR system zainstalowano na 3 liniach przesyłowych od 2021, 5 kolejnych przed połową 2023, z monitorowaniem na bieżąco i prognozą SW.



PDM - WN s, i monitoring kabli

REE, Madrid Spain (od 2008)

- Wyzwanie:** Tradycyjny monitoring PD wymagał niepełnych wymagań eksperta dla zbierania i analizy danych, czyniąc to mocno angażujące zasoby.
- Rozwiązanie:** Oprogramowanie PDEye oparte o automatyczne zbieranie danych i diagnostykę Ampacimon PDM, pozwala efektywnie monitorować setki zasobów.



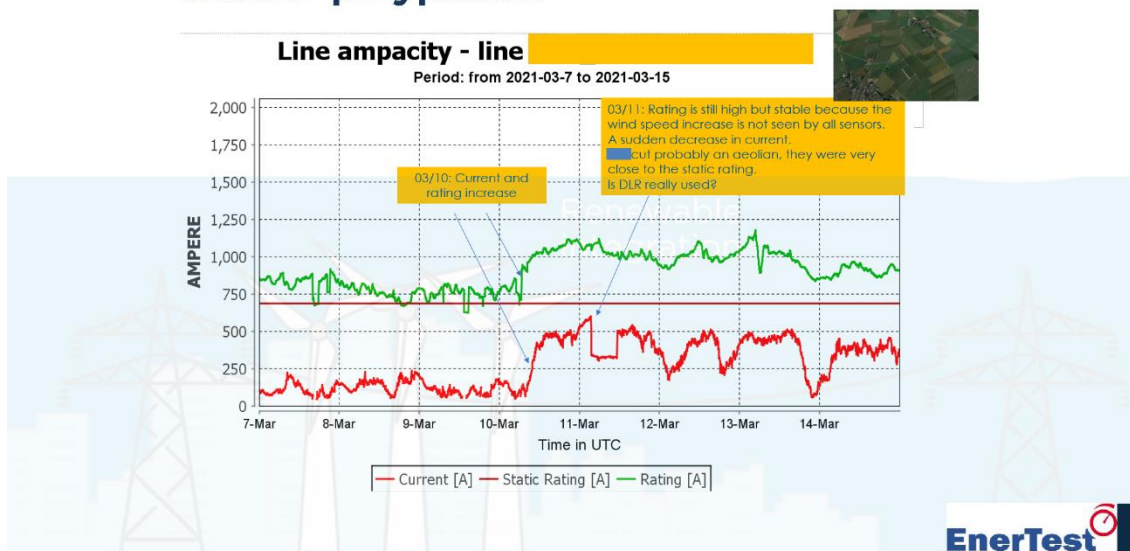
Wykrywanie uszkodzeń i lokalizacja

ENEL E-dystrybucja, Italy (od 2021)

- Wyzwanie:** Przemijające uszkodzenia spowodowane przez srogie warunki pogodowe, kontakt z drzewami i nieprawidłowości zasobów nie są wykrywane tradycyjnym monitorowaniem.
- Rozwiązanie:** Instalacja czujników GridVisor dla monitorowania uszkodzonych to monitor pól. Utworzony przez ENEL Progetto Newman.



Przepustowość z integracją od wiatru przypadek





Implementacja DLR => Ważność dokładność czasu rzeczywistego i dokładność pomiaru wskaźników dla operowania siecią

Bezpośredni wpływ na :

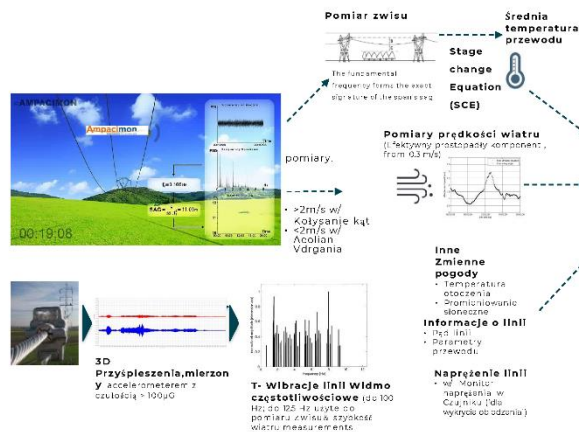
- Zarządzanie przeciążeniem
- Zarządzanie odstawianiem
- Dzienne Planowanie
- Korelacja Interkonektory

EnerTest

Capacity Optimization
Push more power through your assets



Implementacja DLR



T&D Wydajność Linii

- Monitoring w czasie rzeczywistym Zwiśu
- Monitoring w czasie rzeczywistym średniej temperatury przewodu
- W czasie rzeczywistym Dynamic Line Rating
- Dzienne Prognozy Przepustowości Przyszły
- Dzień naprzód Prognoza Przepustowości Przyszły
- Wykrywanie obciążenia
- Wykrywanie galopowania

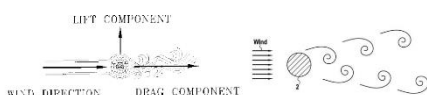




AMPACIMON System dostarcza dokładny pomiar wiatru przy niskiej i wysokiej prędkości wiatru

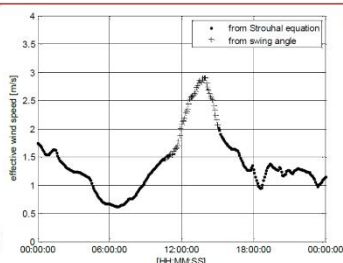
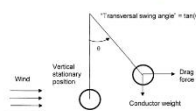
Niska prędkość wiatru (<2 m/s)

Częstotliwość drgań Aeolian jest bezpośrednio powiązana z prędkością wiatru i średnicą przewodu zgodnie z relacją podaną przez Strouhal.



Wysoka prędkość wiatru (>2 m/s)

Składowe prostopadła prędkości wiatru jest uzyskiwana z kąta wychylenia θ otrzymywanego przez pomiar drgań /ruchu przewodu w z czujnika Ampacimon



Pomiar prędkości wiatru potwierdzony w terenie (przykład Tepco w Japonii)



17



Ampacimon versus Stacja Pogodowa:

Prędkość wiatru dostawcy pogody jest 'mesh-modelized' (modelowana siatką) z trybu pomiarowego dokonywanego w różnych **stacjach pogodowych**. Jest to dlatego rodzaj uśrednianej wartości i nie reprezentuje rzeczywistego stanu efektywnie oddziałującego przez linię.

Prędkość wiatru z czujnik Ampacimon jest szacowana z aktualnych drgań przewodu, które są generowane przez wiatr składowej prostopadłej, w miejscu lokalizacji czujnika. Wartość jest dlatego reprezentatywną do stanu wiatru widzianego przez linię.

Oszacowanie prędkości wiatru z drgań linii jest obliczane z dobrze znanych algorytmów. Niska prędkość wiatru jest obliczana z zależności Strouhal. Prędkości wiatru wysokie oparte są o wychylenia linii.

Prędkość niskiego wiatru jest trudnością, gdyż nie jest możliwa do zmierzenia Stacją Pogodową. Prędkość niska wiatru może mieć pozytywny wpływ na temperaturę linii mocy szczególnie podczas okresu letniego,

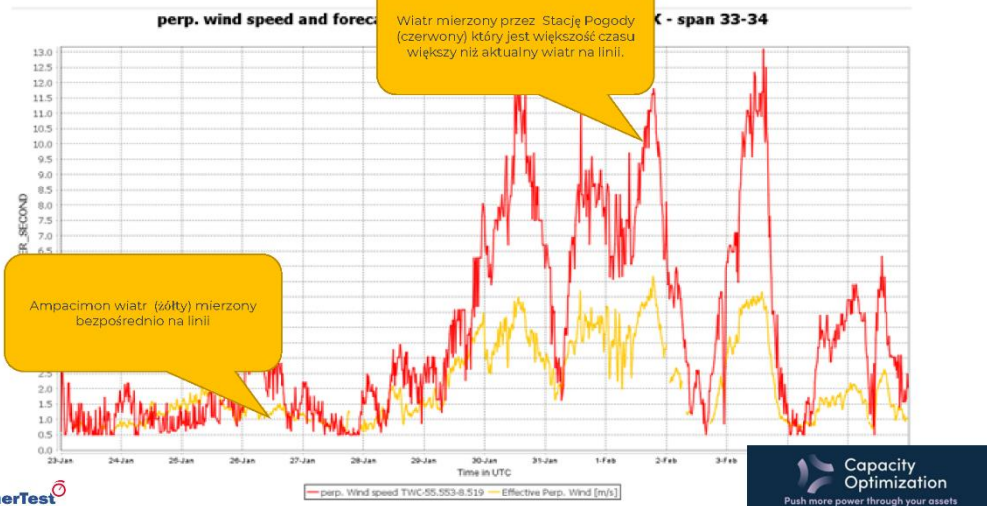


18



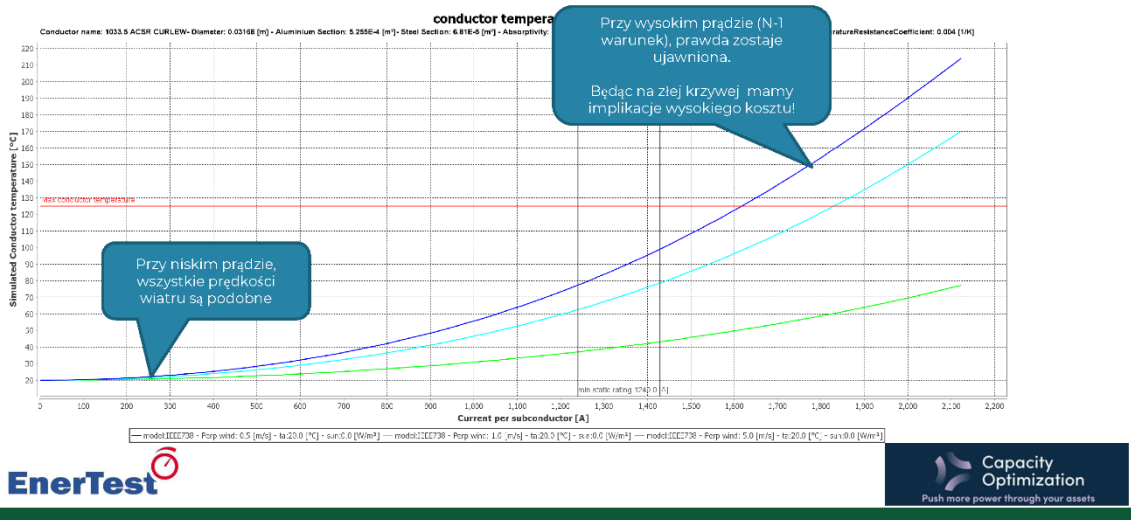
PRIVATE/INTERNAL

Dlaczego: Poniższy wykres pokazuje informację prędkości wiatru dla specyficznej linii mocy TSO na Północy Europy



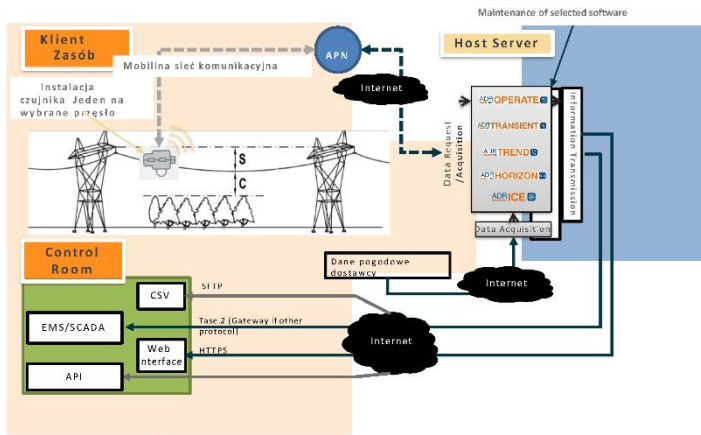
CONFIDENTIAL

Obciążenie linii mocy versus prędkość wiatru
Złe wartości wiatru będą generowały zły wskaźnik przeciążenia dla linii, z potencjalnymi implikacjami na koszty, jak pokazuje wykres poniżej :



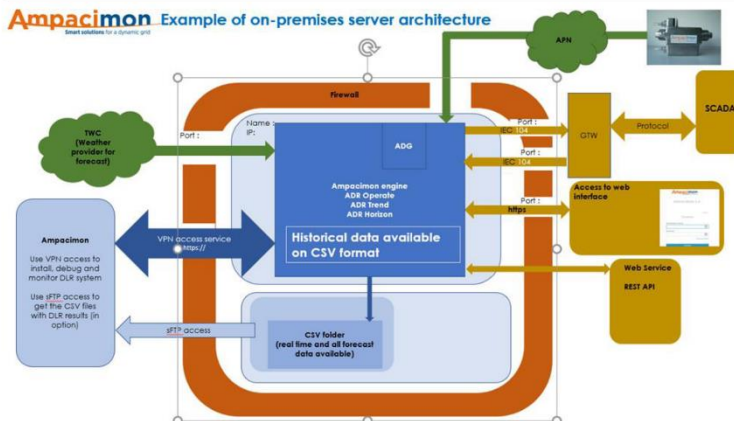


ADR Architektura systemu



CONFIDENTIAL

ADR Architektura systemu



Ampacimon - Dynamic Line Ratings						DASHB	150/70	380/220	BeReady		
Reference	Measured Flows RT [MVA]	Limit Season [MVA]	Limit 1h Capped [MVA]	Limit 15min Capped [MVA]	Service Avail [ON/OFF]		Reference	Measured Flows RT [MVA]	Limit Season [MVA]	Limit 1h Capped [MVA]	
150 kV	BRUGG 150.05 EEKLO	22.8	173.6	177.7		0	380 kV	GRAMM 380.11 LIXHE	260.8	1473.9	1658.1
	LANGE 150.05 EEKLO	10.6	173.6	177.0		0		GRAMM 380.12 ZUTE+	285.5	1473.9	1816.0
	BRUGG 150.06 EEKLO	23.0	173.6	177.7		0		ACHEN 380.19 LONNY	689.6	1474.3	1916.5
	LANGE 150.06 EEKLO	10.4	173.6	180.6		0		VANYK 380.23 MEERH	265.6	1611.3	1611.3
	LANGE 150.07 NIEUW	96.8	246.4	320.3		0		DOEL 380.25 ZANDV	0.1	1312.1	1569.3
	LANGE 150.08 NIEUW	95.4	246.4	320.3		0		DOEL 380.26 ZANDV	289.6	1312.1	1581.5
	SLYKE 150.15 BRUGG	36.1	174.7	190.6		0		VANYK 380.27 MAASB	268.9	1611.3	1611.3
	SLYKE 150.16 BRUGG	35.2	174.7	227.1		0		VANYK 380.28 MAASB	96.8	1474.3	1579.6
	BAUDO 150.313 CHIEV	7.4	196.0	196.0		0		ZANDV 380.29 BORSS	557.3	1842.4	2232.8
	BAUDO 150.314 CHIEV	5.9	196.0	196.0		0		ZANDV 380.30 GEERT	100.6	1842.4	2231.6
70	MOUSC 70. 49 TOURS	9.7	70.6	85.1	8.6	0	COURC 380.31 STAM+	365.9	1473.9	1684.5	
	TOURN 70. 49	6.6	70.6	72.6		0	GRAMM 380.31 STAM+	736.3	1473.9	1539.7	
							MERCA 380.73 HORTA	586.3	1474.3	1916.5	
							MERCA 380.74 RODE+	636.9	1474.3	1684.9	
							HORTA 380.74 RODE+	500.9	1611.3	1611.3	
							AVLGM 380.79 MASTA	0.4	1474.3	1474.3	
							AVLGM 380.80 AVELI	1.6	1711.6	1711.6	
							VANYK 380.91 LIXHE	59.2	1474.3	1579.6	
							HORTA 380.101 AVLGM	341.2	1473.9	1916.1	
							HORTA 380.102 AVLGM	308.5	1611.7	1971.4	



Ampacimon
Unlocking Grid Potential

**Dziękujemy
Pytania/ Odpowiedzi**

EnerTest

Disclaimer

This document (the "Document") with the information contained herein is confidential and proprietary to Ampacimon SA ("Ampacimon"). Without prior permission from Ampacimon, no person accepting this document will release or reproduce (in whole or in part) this Document, discuss any information contained therein, make representations or use such information for any purpose.

ROLA AGREGATORA W USŁUGACH ELASTYCZNOŚCI

Grzegorz Wałdoch
(Enspirion Sp. z o.o.)



Agenda



1. Enspirion w liczbach
2. Rola DSR we wsparciu Krajowego Systemu Elektroenergetycznego
3. Wpływ generacji z OZE na bilansowanie systemu
4. Rozszerzenie zakresu usług interwencyjnych – nowa usługa DSR
5. Korzyści strony popytowej z udziału w usługach elastyczności

2

Enspirion – portfel Klientów



152

Klientów

Agregujemy ponad 150 Klientów, z którymi razem dbamy o bezpieczeństwo systemu poprzez świadczenie usług DSR.

502

Obiektów

Zarządzamy blisko 1100 PPE na ponad 500 obiektach zlokalizowanych w całej Polsce

1100

MW

Zapotrzebowanie na moc u naszych Klientów wynosi ponad 1,1 GW.

3

VPP Enspirion



4



Enspirion – skuteczność portfela



51
Redukcji

W ramach realizacji obowiązku mocowego w Rynku Mocy w latach 2021 – 2023 Klienci Enspirion zrealizował 51 redukcji, w tym redukcji testowych oraz okresów zagrożenia.

163%
Skuteczności

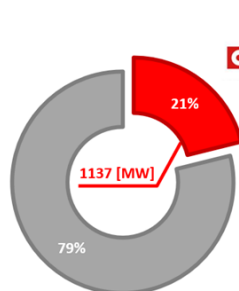
Średni poziom realizacji naszych redukcji to 163%. Optymalizacja poziomu mocy zagregowanej w jednostkach Enspirion pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa realizacji obowiązku mocowego.



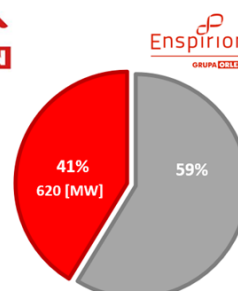
Siła Grupy ORLEN



WYNIKI AUKCJI GŁÓWNEJ 2027



UDZIAŁ W KONTRAKTACJI NA AUKCJI GŁÓWNEJ 2027 (WSZYSCY UCZESTNICY AUKCJI)



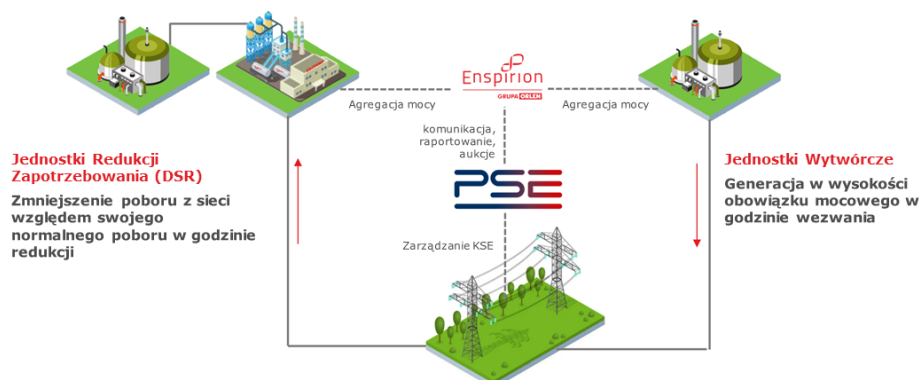
UDZIAŁ W KONTRAKTACJI NA AUKCJI GŁÓWNEJ 2027 (DSR)



Rynek Mocy – definicja

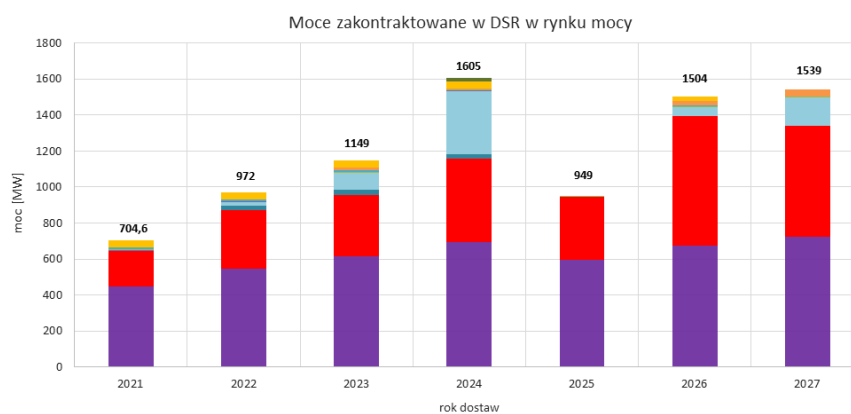


Mechanizm Rynku Mocy przekształca jednotowarowy rynek energetyczny, w rynek, gdzie towarem jest również udostępnienie mocy. Mocy rozumianej zarówno jako generowanie energii lub ograniczenie jej poboru. Zadaniem Rynku Mocy jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w obrębie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE).



7

Kontraktacja DSR w Rynku Mocy



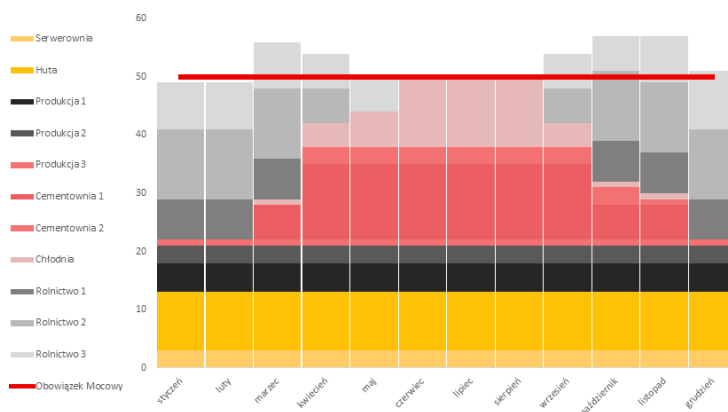
*Moc zakontraktowana na lata 2025 – 2027 może ulec zmianie po rozstrzygnięciu Aukcji Dodatkowych

**Ponad 99% mocy zostało zakontraktowane przez agregatorów

8



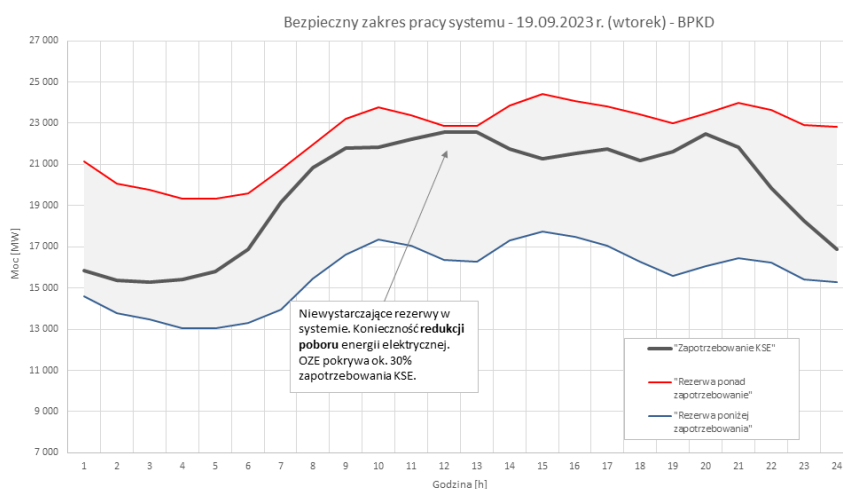
Struktura Jednostki Rynku Moc



Cel agregacji – zwiększenie bezpieczeństwa wykonania obowiązku mocowego przez jednostkę rynku mocy poprzez dywersyfikację obiektów redukcji. Agregacja pozwala na wykonanie obowiązku pomimo rocznej zmienności zapotrzebowania odbiorców.



Rezerwa ponad zapotrzebowanie



Aktywacja Rynku Mocy



EKSTREMALNE WARUNKI PRACY SYSTEMU



ŚRODKI ZARADCZE



USZKODZONE LINIE ENERGETYCZNE



NIECZYNNNE ELEKTROWNIE



POMOC MIĘDZYOPERATORSKA



INTERWENCYJNA REDUKCJA POBORU



EKSTREMALNE TEMPERATURY



BRAKI ENERGII Z OZE



RYNEK MOCY



STOPNIE ZASILANIA

11

Postulaty usprawnienia DSR w Rynku Mocy

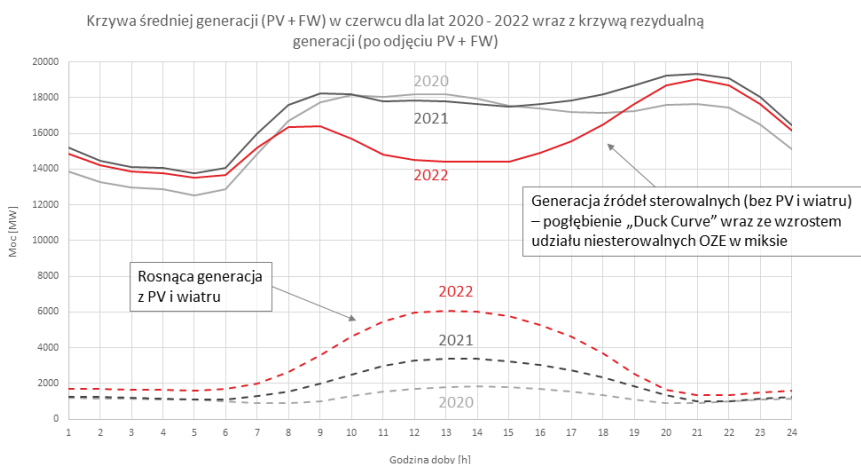


- 1 Wyłączenie powinno dotyczyć tylko części wynagrodzenia dotyczącej udziału w osiągnięciu redukcji agregatu (o ile bierze on udział w redukcji) oraz nie powinno dotyczyć jednostek wytwórczych wytwarzających poniżej 350 kgCO₂/rok
- 2 Dodanie do ustawy o RM zapisów umożliwiających usunięcie lub dodanie odbiorcy końcowego składającego się na jednostkę DSR (JRM RZ)
- 3 Umożliwienie ponowienia nieudanej demonstracji na wniosek dostawcy mocy nawet do 2 tygodni po zakończeniu kwartału lub umożliwienie jednostkom DSR wykonania demonstracji poprzez wskazanie OSP godziny w kwartale, w której jednostka ograniczyła odpowiednio moc.
- 4 Skrócenie okresu na weryfikację zastępowanych planowanych jednostek rynku mocy redukcji z 3 do 2 miesięcy przed rozpoczęciem dostaw
- 5 Możliwość zastosowania dla opomiarowanych instalacji u odbiorców zasad ogólnych wyznaczania dostarczanej mocy na rynku mocy dla magazynów energii oraz instalacji magazynów ciepła i magazynów produktowych u odbiorców (możliwość wykazania pełnej dostępnej mocy instalacji)
- 6 Wykorzystanie submeteringu dla rozdzielenia zasobów elastycznych od nieelastycznych lub nieuprawnionych do wynagrodzenia z rynku mocy
- 7 Możliwość równoczesnego udziału w rynku mocy i innych mechanizmach elastyczności (IRP)

12



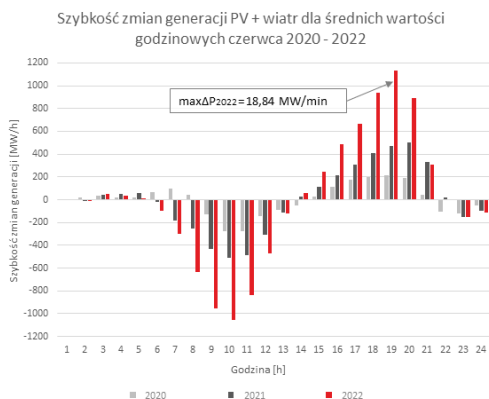
Wpływ rozwoju OZE na funkcjonowanie KSE



Źródło: dane PSE



Dynamika zmienności generacji OZE



Wymagana dynamika zmian generacji poszczególnych technologii wytórczych

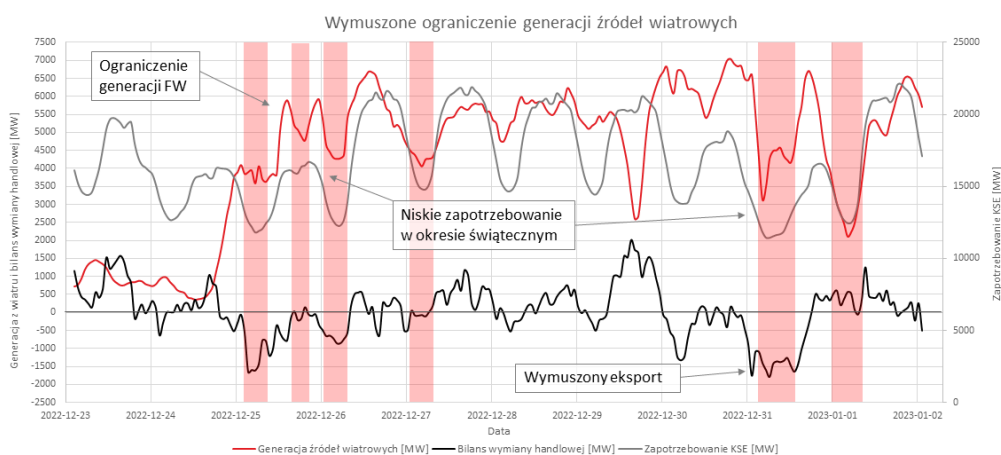
Typ jednostki wytórczej	Moc zainstalowana [MW]	Szybkość zmian produkcji [MW/min]	Szybkość zmian produkcji w stosunku do mocy zainstalowanej [%/min]	Wymagana moc dla danej technologii [MW]
Atomowe	500	16,5	3,3%	565,2
Węglowe	500	6	1,2%	1 614,9
CGT	500	27,5	5,5%	342,5
Wodne	500	50	10,0%	188,4
DSR	500	27,1	5,5%	358,5

Szybkość zmian poboru energii elektrycznej dla DSR jest porównywalna z szybkością zmian produkcji w CCGT.

Źródło: AEA Nuclear Energy Series; Non-baseload Operation in Nuclear Power Plants: Load Following and Frequency Control Modes of Flexible Operation

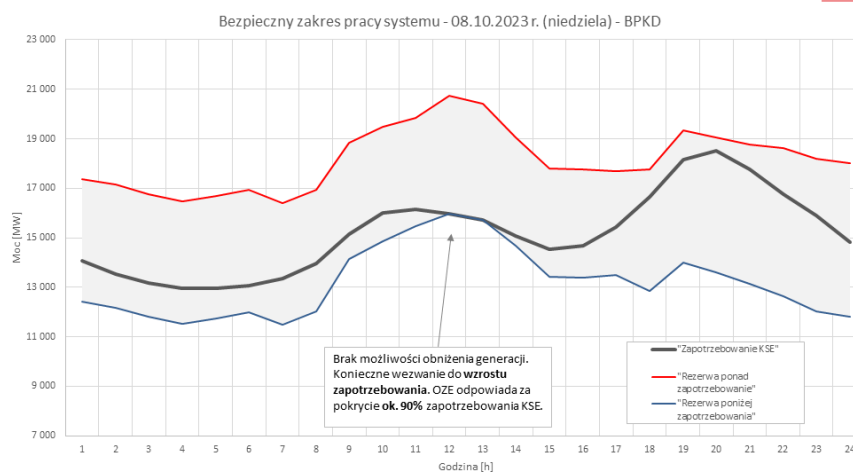


Ograniczenie generacji źródeł wiatrowych



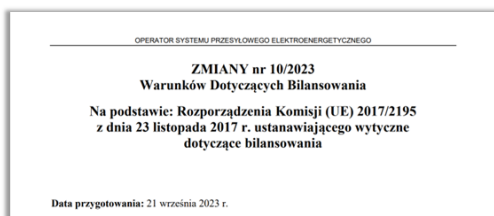
15

Rezerwa poniżej zapotrzebowania



16

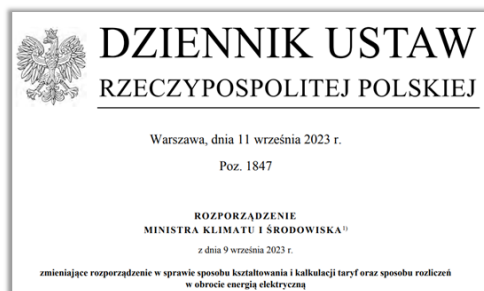
Nowa usługa DSR



W pkt 2.1.9.1. pkt (4) otrzymuje brzmienie:
 (4) Usługi systemowe w zakresie rezerwy interwencyjnej.
 (4.1) Interwencyjna oferta redukcja poboru mocy przez odbiorców.

(4.2) Interwencyjne ofertowe zwiększenie poboru mocy przez odbiorców.

Nowa usługa IZP polega na prawie do oferowania zwiększenia obciążenia i zobowiązaniu do wykonania za wynagrodzeniem zwiększenia obciążenia w wielkości zaoferowanej, **jednakże bez wynagrodzenia za gotowość do świadczenia tej usługi.**



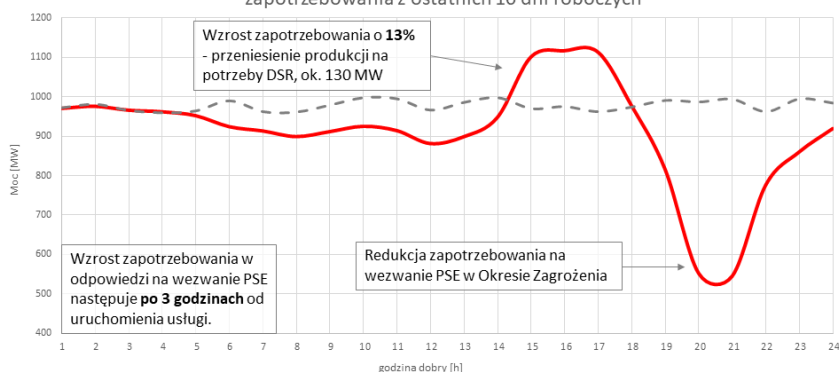
2) w § 48 w ust. 7 pkt 3 otrzymuje brzmienie: [...] w przypadku **gdy przekroczenie mocy umownej wynikało z polecenia operatora danego systemu** wydanego z powodu innego niż **swobodne bilansowanie lub ze świadczenia usług na rzecz operatora określonych w instrukcji [...]**

17

Ograniczenie generacji źródeł wiatrowych



Zapotrzebowanie Klientów Enspirion w dniu 23.09.2022 względem średniego zapotrzebowania z ostatnich 10 dni roboczych



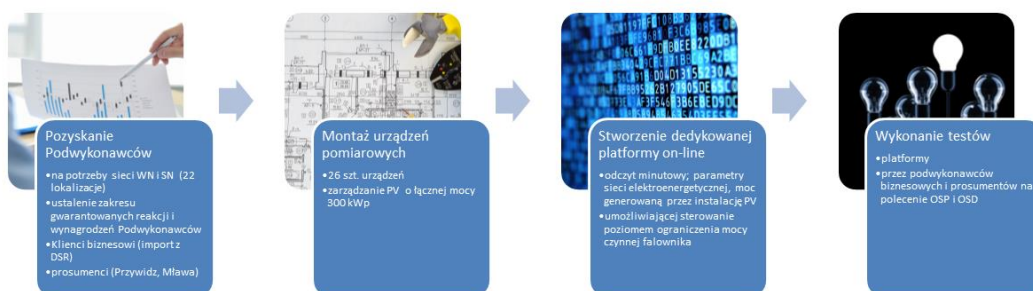
18



Projekt Jedna sieć dla Europy



Celem projektu było opracowanie otwartej i elastycznej architektury, która pomoże przekształcić europejski system elektroenergetyczny, który często jest zarządzany w sposób rozdrobniony na poziomie kraju lub obszaru, w paneuropejski, inteligentniejszy i wydajniejszy system, w którym operacje techniczne na rynku i sieci są wzajemnie koordynowane bliżej czasu rzeczywistego przy **jednoczesnej maksymalizacji zdolności konsumentów do uczestnictwa w otwartej strukturze rynkowej.**

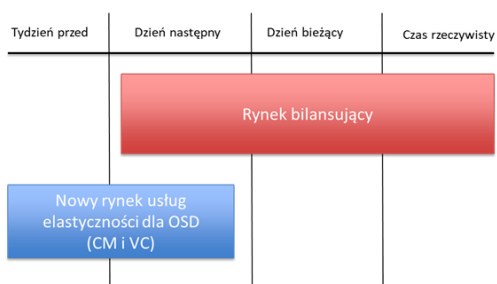


19

Projekt OneNet (pol. „Jedna sieć dla Europy”), Grant Agreement numer 957739 realizowany w ramach Programu Horyzont 2020 (H2020-LC-SC3-2018-2019-2020 / H2020-LC.S.C.3-2020-EC-ES-SCC) dofinansowany przez Komisję Europejską. <https://onenet-project.eu/public-deliverables/>



Demo usług elastyczności na potrzeby OSP i OSD



Źródło: Energa -Operator SA, pilotażowy projekt OneNet

Demonstracje dla:

OSP:

- regulacja trójna ręczna dodatnia **mFRR+** (Manual Frequency Restoration Reserve - injection)
- regulacja trójna ręczna ujemna **mFRR-** (Manual Frequency Restoration Reserve - withdrawal)
- rezerwa zastępcza dodatnia **RR+** (Replacement Reserve - injection)
- rezerwa zastępcza ujemna **RR-** (Replacement Reserve - withdrawal)
- Energia bilansująca **EB** (Balancing Energy)

OSD:

- Dociążenie sieci (**CM&VC-**) – zwiększenie mocy czynnej w punkcie przyłączenia zasobu – wolumen mocy czynnej wynikający ze zwiększenia poboru lub zmniejszenia dostarczonej mocy czynnej w punkcie przyłączenia, w odniesieniu do profilu bazowego.
- Odciążenie sieci (**CM&VC+**) - zmniejszenie mocy czynnej w punkcie przyłączenia zasobu - wolumen mocy czynnej wynikający ze zmniejszenia poboru lub zwiększenie dostarczonej mocy czynnej w punkcie przyłączenia, w odniesieniu do profilu bazowego.

20

Projekt OneNet (pol. „Jedna sieć dla Europy”), Grant Agreement numer 957739 realizowany w ramach Programu Horyzont 2020 (H2020-LC-SC3-2018-2019-2020 / H2020-LC.S.C.3-2020-EC-ES-SCC) dofinansowany przez Komisję Europejską. <https://onenet-project.eu/public-deliverables/>

Korzyści z realizacji usług elastyczności z Enspirion



Przychód

Wykorzystanie potencjału elastyczności zapotrzebowania na energię pozwoli na uzyskanie przychodu do 350 tys. zł/rok za każdy MW bez ponoszenia kosztów inicjacji usługi.



Bezpieczeństwo

Udział w usługach elastyczności za pośrednictwem Agregatora to gwarancja braku kar w przypadku niedyspozycyjności spowodowanej przestojami.



Utrzymanie stabilności systemu elektroenergetycznego

Przesunięcie poboru energii elektrycznej w ślad za zmianą profilu generacji w jednostek wytwórczych znacznie zwiększa stabilność pracy KSE i bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej.



Ograniczenie emisji CO₂

Niewykorzystany potencjał produkcji energii elektrycznej z OZE powoduje wzrost emisyjności polskiej gospodarki. Przesunięcie zapotrzebowania z godzin o niskiej generacji z OZE na godziny o znaczącym udziale tych źródeł w miksie może spowodować ograniczenie emisji o ok. 700 kg/MWh.



Innowacyjność

Udział w innowacyjnej usłudze DSR jest dowodem świadomości energetycznej przedsiębiorstwa. Dostosowanie poboru energii elektrycznej do sytuacji w Krajowym Systemie korzystnie wpływa na ocenę w obszarze ESG.

21



Zapraszamy do współpracy

Grzegorz Wałdoch
Tel. +48 785 804 111
e-mail: grzegorz.waldoch@enspirion.pl

Więcej: <https://enspirion.pl/>



CENOWA ELASTYCZNOŚĆ POPYTU ODBIORCÓW
ZASILANYCH NA POZIOMIE ŚREDNIEGO NAPIĘCIA
KORZYSTAJĄCYCH Z REDUKCJI OPŁATY MOCOWEJ I JEJ ZASTOSOWANIE

Jerzy Andruszkiewicz, Józef Lorenc, Agnieszka Weychan
(Politechnika Poznańska)

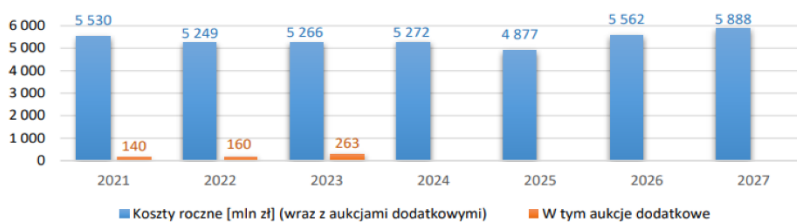
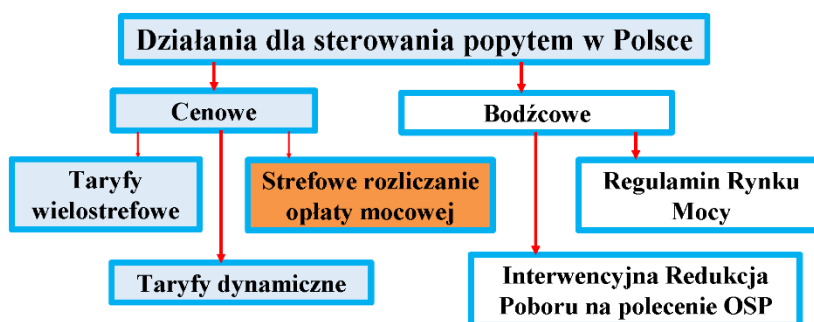
**Cenowa elastyczność popytu odbiorców
zasilanych na poziomie średniego napięcia
korzystających z redukcji opłaty mocowej
i jej zastosowanie**



Jerzy ANDRUSZKIEWICZ,
Józef LORENC, Agnieszka WEYCHAN

Instytut Elektroenergetyki
Politechnika Poznańska

Programy sterowania popytem wykorzystywane w Polsce



Koszty roczne rynku mocy dla lat 2021–2027 [mln zł] [URE]

2

Strefowe rozliczanie opłaty mocowej odbiorców zasilanych z poziomu SN grupy taryfowej B

Do końca września każdego roku Prezes Urzędu Regulacji Energetyki oblicza i publikuje wysokość opłaty mocowej, która jest składnikiem opłaty dystrybucyjnej, bazując na przepisach ustawy o rynku mocy oraz na rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska. W roku 2023 stawka opłaty wynosi $s_m=102,4$ zł/MWh za energię pobieraną w dniu robocze w okresie szczytowego zapotrzebowania od 7:00 do 22:00.

Wysokość opłaty dla odbiorców grupy taryfowej B jest także uzależniona od parametru Δs wyrażającego procentową różnicę pomiędzy średnim zużyciem energii w godzinach szczytowego zapotrzebowania, a średnim zużyciem w pozostałych godzinach doby.

$$\Delta s = \left(\frac{E_{h\ sr\ p}}{E_{h\ sr\ o}} - 1 \right) * 100 \quad E_{h\ sr\ p} = \frac{E_p}{15} \quad E_{h\ sr\ o} = \frac{E_o}{9} \quad (1)$$

gdzie E_p – energia pobrana od 7:00 do 22:00
 E_o – energia pobrana od 22:00 do 7:00

Wyróżnia się cztery grupy odbiorców:

- $\Delta s < 5\%$ opłata obniżona do 17%,
- $5\% \leq \Delta s < 10\%$ opłata obniżona do 50%,
- $10\% \leq \Delta s < 15\%$ opłata obniżona do 83%,
- $\Delta s \geq 15\%$ opłata pełna 100%

Zatem opłata strefowa dla taryfy B rozliczana jest dwustrefowo w dni robocze:

- strefa nocna od 22:00 do 7:00 przy stawce 0,00 zł/MWh
- strefa dzienna od 7:00 do 22:00 przy stawce pełnej lub obniżonej

3

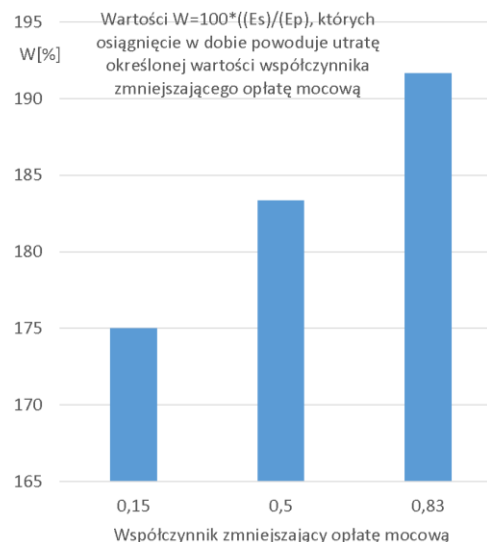
Konsumpcje energii uprawniające do skorzystania z redukcji opłaty mocowej odbiorców taryfy B

$$W[\%] = 100 \frac{E_p}{E_o} = \frac{15 * (\Delta s[\%] + 100)}{9} \quad (2)$$

$\Delta s[\%]$	W[%]
15	191,667
10	183,333
5	175,000

Okres rozliczeniowy opłaty mocowej taryfy B:

- 10 kolejnych dni w miesiącu w latach 2023 i 2024
- doba od 2025 (docelowy okres kwalifikacji)



4

„Energetyczna” cenowa elastyczność popytu taryf dwustrefowych

Elastyczność cenowa popytu odbiorców korzystających z taryf strefowych jest definiowana poprzez zależności od (3) do (5) obrazujące zmiany konsumpcji energii ΔE od wartości wyjściowej E_1 , do wartości wynikowej E_2 , przy korzystaniu z energii rozliczanej według taryfy strefowej, na skutek zmiany ceny rozliczeniowej ΔP energii powodującej zmianę kosztów użytkowania energii od wartości wyjściowej P_{1sr} do ceny P_{2sr} :

$$\Delta E = E_2 - E_1 \quad (3)$$

$$\Delta P = P_{2sr} - P_{1sr} \quad (4)$$

$$\varepsilon = (\Delta E/E_1)/(\Delta P/P_{1sr}) \rightarrow \Delta E = \varepsilon * (\Delta P/P_{1sr}) * E_1 \quad (5)$$

Cena średnia taryfy dwustrefowej wyznaczana jest zgodnie z następującą zależnością:

$$P_{sr} = \sum_1^2 (E_i * P_i) / \sum_1^2 E_i \quad (6)$$

Poprzez P rozumiana jest cena rozliczeniowa energii elektrycznej dla taryfy płaskiej lub strefy taryfy strefowej obejmująca wszystkie koszty ponoszone przez odbiorców, poza podatkami, związane z zakupem energii i jej dostawą.

$$P = C_{Ez} + \sum S_i + \frac{\sum O_{ci}}{E_a} \quad (7)$$

C_{Ez} – jednostkowa cena energii w taryfie jednostrefowej lub strefie taryfy strefowej,

S_i – stawki zmienne opłaty dystrybucyjnej dla taryfy jednostrefowej lub strefy taryfy strefowej,

O_{ci} – suma opłat stałych naliczanych w taryfie jednostrefowej lub wielostrefowej,

E_a – konsumpcja roczna energii analizowanego odbiorcy.

Elastyczność sformułowana równaniem (5) odzwierciedla tylko zmiany konsumpcji energii w analizowanym okresie bez uwzględniania możliwych przesunięć konsumpcji pomiędzy strefami.

5

Elastyczność cenowa popytu własna i wzajemna

Zachowanie odbiorcy poddanemu taryfie wielostrefowej (dynamicznej) o „n” strefach można opisać równaniem:

$$E_2(i) = E_1(i) * \left(1 + \varepsilon_{i,i} \frac{P_{2i} - P_{1i}}{P_{1i}} + \sum_{j=1, j \neq i}^n \varepsilon_{i,j} \frac{P_{2j} - P_{1j}}{P_{1j}} \right) \quad (8)$$

gdzie E_{2i} , E_{1i} – energie w strefach przy cenach rozliczeniowych odpowiednio P_{2i} oraz P_{1i} ,

$\varepsilon_{i,i}$ oraz $\varepsilon_{i,j}$ – elastyczności własna strefy „i” oraz wzajemne (krzyżowe) pomiędzy strefami „i” oraz „j”.

W przypadku przejścia z rozliczenia wg taryfy jednostrefowej (płaskiej) „f” do taryfy dwustrefowej o strefie szczytowej „p” i pozaszczytowej „o” zależność (8) można uprościć do poniższych równań:

$$E_{p2} = E_{p1} \left(\varepsilon_s \frac{P_p - P_f}{P_f} + \varepsilon_c \frac{P_o - P_f}{P_f} + 1 \right) \quad (9)$$

$$E_{o2} = E_{o1} \left(\varepsilon_c \frac{P_p - P_f}{P_f} + \varepsilon_s \frac{P_o - P_f}{P_f} + 1 \right) \quad (10)$$

gdzie:

E_{p1} , E_{p2} – energie w strefie „p” dla cen rozliczeniowych P_f oraz P_p ,

E_{o1} , E_{o2} – energie w strefie „o” dla cen rozliczeniowych P_f oraz P_o ,

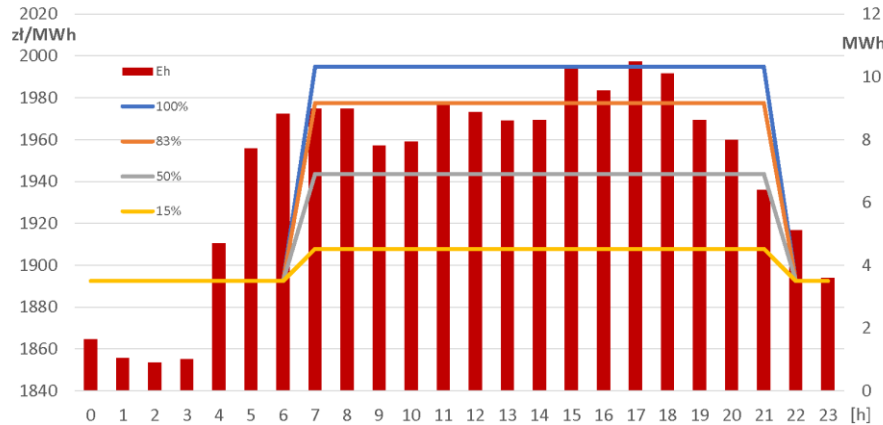
ε_s – elastyczność własna odzwierciedlająca zmianę konsumpcji odbiorców w strefie „p” lub „o” na zmianę ceny w tej strefie,

ε_c – elastyczność wzajemna pomiędzy strefami odzwierciedlająca zmianę konsumpcji w strefie „p” na skutek zmiany ceny w strefie „o” oraz zmianę konsumpcji w strefie „o” na zmianę ceny w strefie „p”.

Elastyczności sformułowana na podstawie równań (9) i (10) odzwierciedlają zmiany konsumpcji energii w analizowanym okresie i przesunięcia konsumpcji pomiędzy strefami.

6

Zróznicowanie kosztów korzystania z energii dla odbiorców taryfy B jednostrefowej na skutek strefowego rozliczenia opłaty mocowej



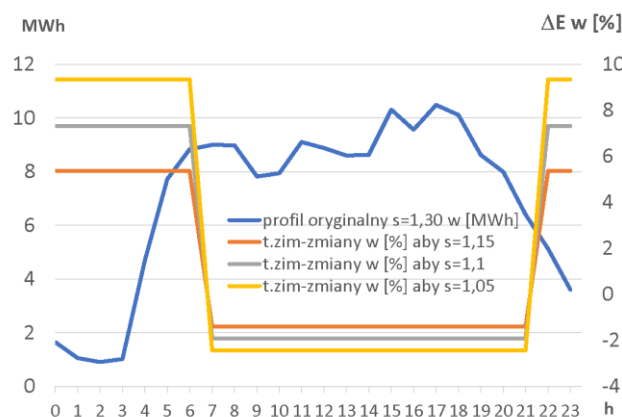
Na wykresie przedstawiono obciążenia godzinowe odbiorcy oraz ceny wynikające z taryfy B jednostrefowej jednego ze sprzedawców z uwzględnieniem rozliczenia opłaty mocowej przy zastosowaniu redukcji przewidzianych na skutek spełnienia wymagań dotyczących parametru Δs .

Dla obciążeń godzinowych odbiorcy z wykresu $\Delta s=1,3$ a zatem bez podjęcia działań dostosowawczych do cen strefowych można stwierdzić, że rozlicza się on po średnich kosztach MWh w dobie:

$$P_{1sr} = (E_p * P_p + E_o * P_o) / (E_p + E_o) = 1973,70 \text{ zł/MWh} \quad (11) \quad 7$$

Konieczne przesunięcia obciążenia dla uzyskania wymaganych wartości Δs . dla osiągnięcia redukcji opłaty i wynikająca z tego elastyczność odbioru

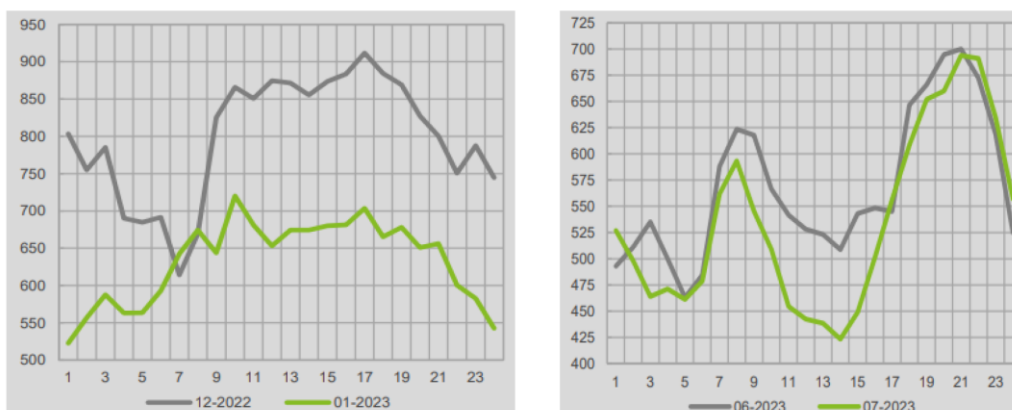
Założono, że działania dostosowawcze odbioru polegają na przesunięciu obciążenia ze strefy szczytowej do strefy pozaszczytowej, bez redukcji konsumpcji energii, w stopniu pozwalającym zmianę profilu oryginalnego obciążenia wyrażoną w [%] w stosunku do profilu oryginalnego co pokazano na poniższym wykresie. Założone przesunięcia przy określonych poziomach cen zredukowanych pozwalają, przy zastosowaniu (9) oraz (10), na wyliczenie koniecznych elastyczności własnych i wzajemnych odbioru. Osiągnięte wyniki co pokazano w poniższej tabeli.



Δs	1,15	1,1	1,05
ϵ_s	-1,29	-2,26	-8,03
ϵ_c	0,28	1,30	7,10

Racjonalność ograniczania poboru energii w okresach zimowym i letnim

Poniżej przedstawiono zmienność miesięcznych średnioważonych cen energii dla poszczególnych godzin na podstawie sprawozdań TGE dla okresu zimowego i letniego. Z pobieżnej analizy wynika, że obecnie stosowane zróżnicowanie cen opłaty mocowej jest racjonalne dla okresu zimowego natomiast w okresie letnim bardziej korzystne wydaje się zastosowanie innych okresów wysokich stawek opłaty mocowej pokrywających się z okresami szczytowymi letnimi.



Zatem przykładowo jako zasadne okresy rozliczeń opłaty mocowej można przyjąć:

- okres zimowy: 7:00 – 22:00 (10 h),
- okres letni : 7:00 – 11:00 oraz 17:00 - 22:00 (9 h).

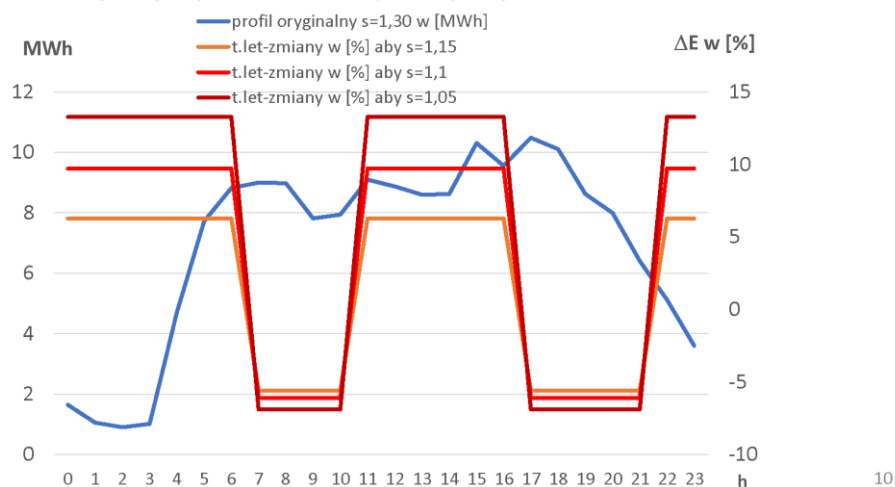
9

Wykorzystanie wyznaczonych elastyczności dla oceny skutków zmiany okresu i ceny rozliczeń opłaty mocowej w okresie letnim

Stawa mocowa w okresie letnim S_{mlato} powinna zapewniać, bez stosowania ulg, taki sam przychód jak w stawka zimowa S_{mzima} okresie zimowym pomimo innych obciążeń szczytowych E_{pzima} , E_{plato} na skutek zmiany okresów oddziaływania tej stawki:

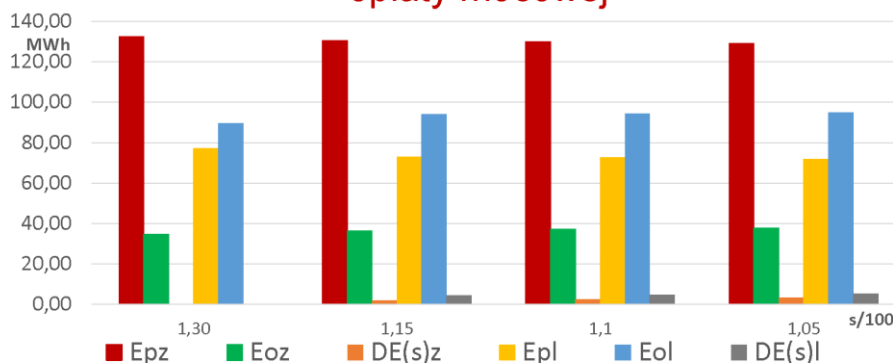
$$S_{mlato} = (E_{pzima}/E_{plato}) * S_{mzima} = 175,48 \text{ zł/MWh} \quad (12)$$

Znając stawki można przeliczyć nowe koszty użytkowania energii zakładając te same skale obniżek w zależności od Δs . Pozwala to, zgodnie z zależnościami (9) i (10), dzięki znajomości elastyczności własnej oraz wzajemnej, wyliczyć przyrosty konsumpcji w nowo określonej strefie pozaszczytowej i redukcje konsumpcji w strefie szczytowej co przedstawiono na poniższym wykresie:



10

Przesunięcia finalne energii z okresu szczytowego do pozaszczytowego umożliwiające korzystanie z redukcji opłaty mocowej



- Zmiana okresów sterowania popytem przy zachowaniu jednakowych przychodów z opłaty mocowej, w przypadku nie podjęcia przez odbiór działań dostosowawczych w celu osiągnięcia redukcji opłaty mocowej, wskazuje na nieco większe przesunięcia obciążenia z okresów szczytowych w przypadku okresu letniego w stosunku do okresu zimowego.
- Występowanie okresu pozaszczytowego w ciągu dnia, kiedy występują większy pobór energii w stosunku do okresu nocnego, stwarza korzystniejsze warunki dla przesunięcia części obciążenia czyli produkcji do tego okresu chociażby ze względu na większą dostępność pracowników.
- W obecnych warunkach pracy systemu elektroenergetycznego, przy rosnącym udziale źródeł fotowoltaicznych w pokrywaniu obciążenia w okresie letnim, wprowadzenie zróżnicowania strefowego pobierania opłaty mocowej wydaje się racjonalne.

11

Podsumowanie

1. Poznanie elastyczności cenowej popytu jest istotne dla prowadzenia procesu cenowego sterowania popytem.
2. Elastyczność ϵ definiowana tylko na podstawie tylko oszczędności wolumenu energii, którą można nazwać elastycznością „energetyczną”, nie pokazuje wszystkich korzyści mogących wystąpić na skutek cenowego sterowania popytem.
3. Współczynniki elastyczności własnej ϵ_s oraz wzajemnej ϵ_c odbioru pozwalają odzwierciedlić zmiany występujące na skutek sterowania cenami zarówno jeśli chodzi o redukcję zużycia energii jak i o przesunięcie konsumpcji ze stref szczytowych do pozaszczytowych.
4. Znajomość współczynników elastyczności własnej i wzajemnej odbioru, przy założeniu ich liniowości przy niewielkich zmianach cen oraz okresów sterowania, pozwala modelować jego zachowanie w przypadku sterowania cenowego popytem.
5. Wyznaczenie elastyczności własnych i wzajemnych w skali dobowej, tygodniowej, miesięcznej czy też rocznej dla populacji odbiorców rozliczanych w grupach taryfowych będzie możliwe w oparciu o zarejestrowane pomiary konsumpcji energii tych grup przez liczniki zdalnego odczytu w systemie CSIRE.

12

