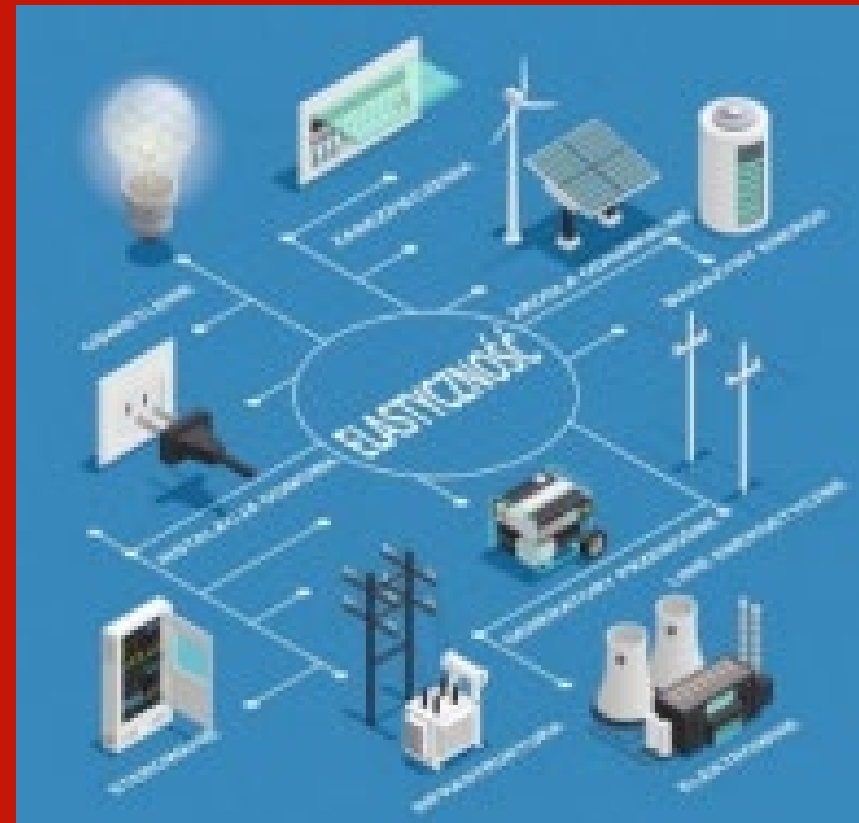


Miejski system elektroenergetyczny, a zapotrzebowanie na usługi elastyczności



Łukasz Sosnowski
lukasz.sosnowski@stoen.pl

Warszawa 04.12.2025

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

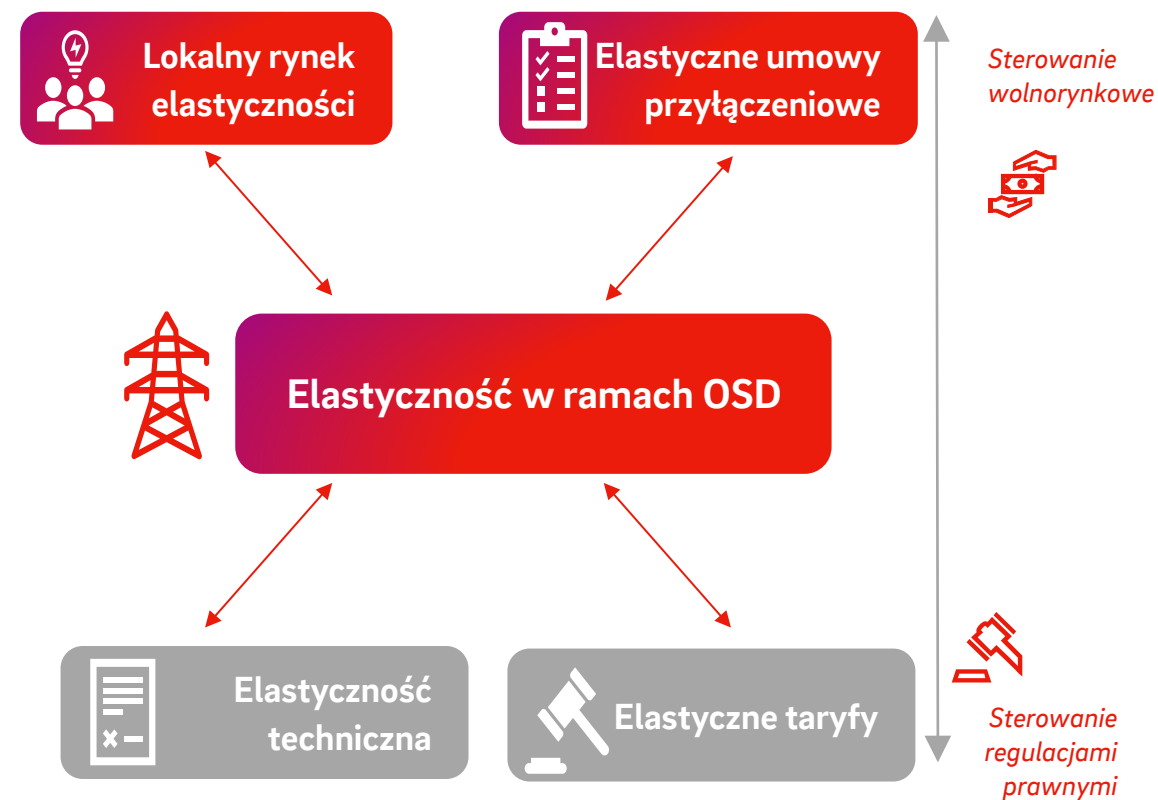
OSD mogą stosować różne podejścia do zarządzania elastycznością sieci



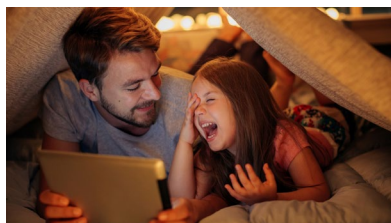
Elastyczne systemy OSD

Definicje

-  **Lokalny rynek elastyczności**
Lokalne platformy lub mechanizmy umożliwiające operatorom systemów dystrybucyjnych (OSD) pozyskiwanie usług wsparcia sieci bezpośrednio od rozproszonych źródeł energii lub agregatorów.
-  **Elastyczne umowy przyłączeniowe**
Zestaw dobrowolnie uzgodnionych warunków dla klientów sieci, obejmujący warunki ograniczające i kontrolujące przesyłanie/pobieranie energii elektrycznej do sieci.
-  **Elastyczność techniczna**
Podejście oparte na regułach obejmuje wymagania techniczne dla użytkowników sieci określone w kodeksach sieciowych, kodeksach przyłączeniowych i powiązanych przepisach.
-  **Elastyczne taryfy sieciowe**
Taryfy sieciowe mogą motywować użytkowników systemu do wspierania efektywnej eksploatacji sieci. Taryfy dynamiczne (oparte na platformie lub lokalizacji) mają na celu zachęcenie do bardziej efektywnego wykorzystania przepustowości sieci.



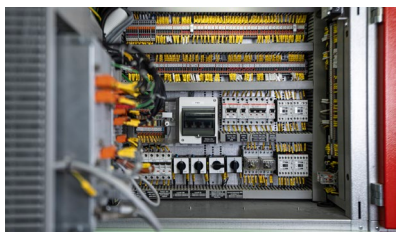
Stoen Operator w liczbach



1 143 850
klientów



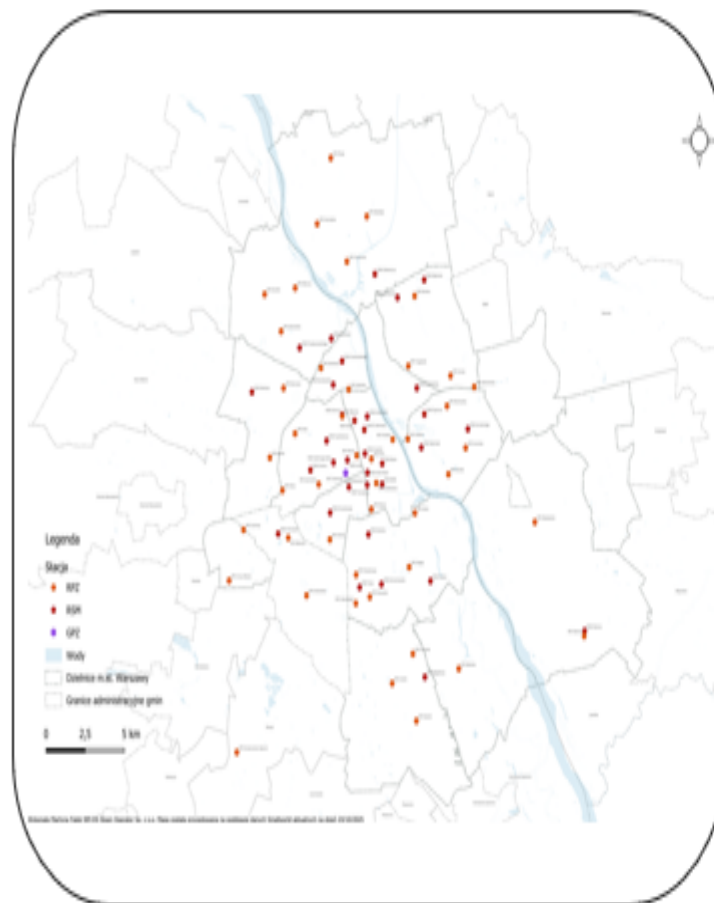
Obszar działalności
Warszawa i gminy
ościenne



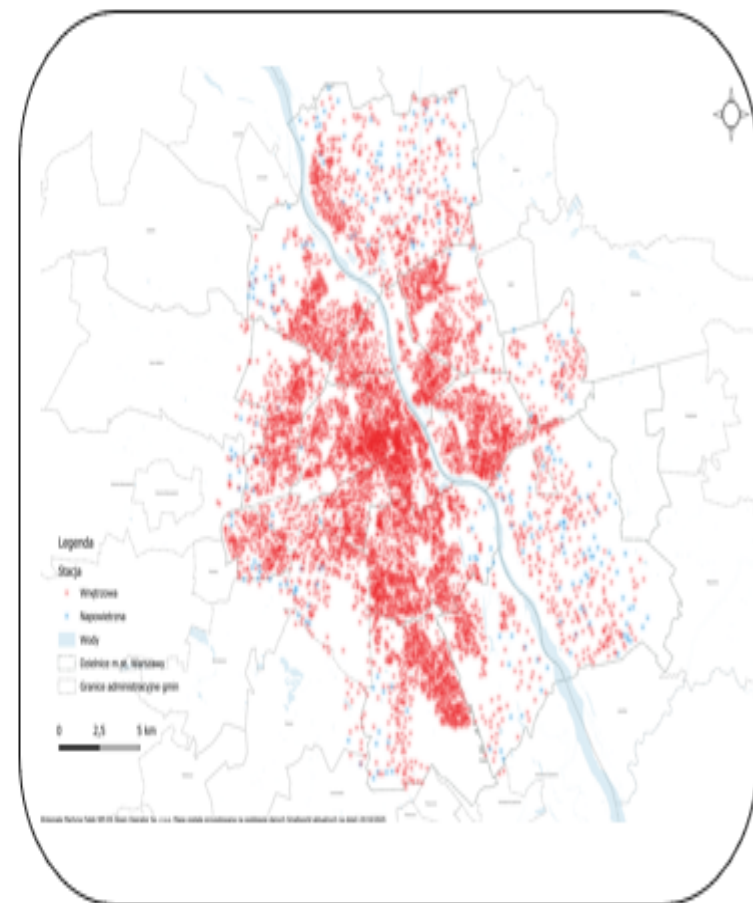
7 342 643 MWh
poziom dystrybucji
energii



80 – stacji elektroenergetycznych
NN/WN/SN, WN/SN i SN/SN



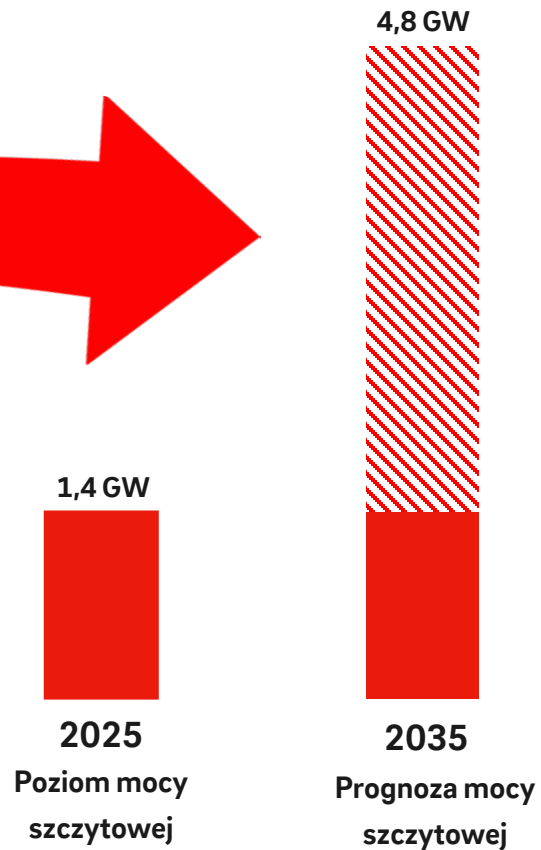
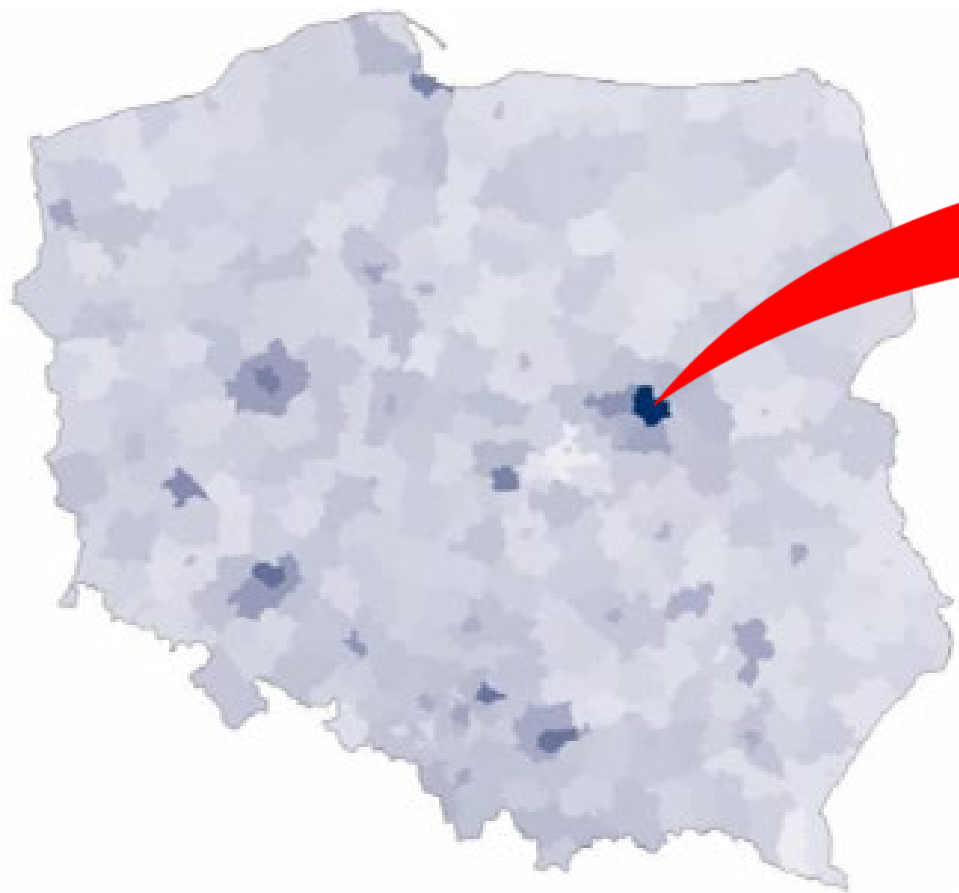
7358 - stacji elektroenergetycznych SN/nN



Długości infrastruktury liniowej



Rosnące zapotrzebowanie na moc elektryczną



Rozkład zapotrzebowania na moc elektryczną w szczycie zimowych w roku 2034- scenariusz SDT

Uwzględnia rozwój EV i potencjalne dodatkowe odbiory, łącznie 42 782 MW

Ciemniejszy kolor oznacza wyższe zapotrzebowania na moc

Źródło: Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2025 - 2034
(www.pse.pl) Grudzień 2024



ROZWÓJ MIASTA



E-MOBILITY



DATA CENTER

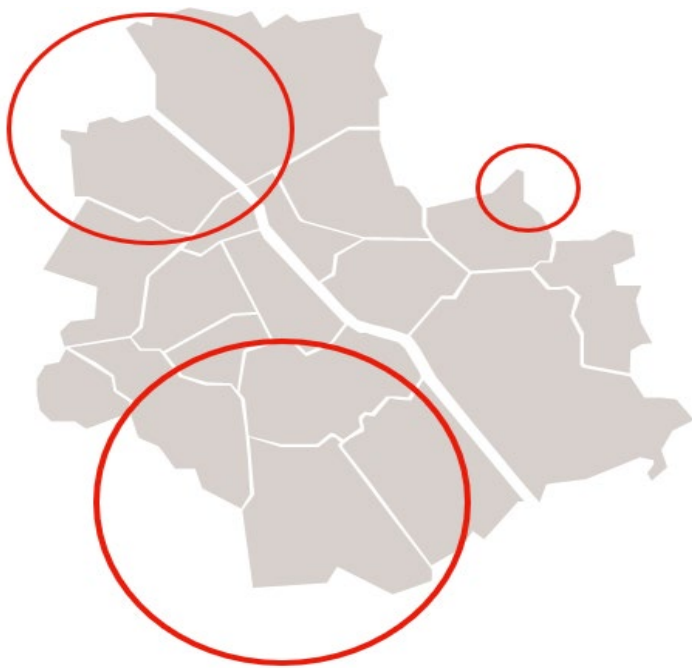
Transformacja elektroenergetyczna Stolicy

Rozwój miasta: wyznacza kierunek rozwoju sieci



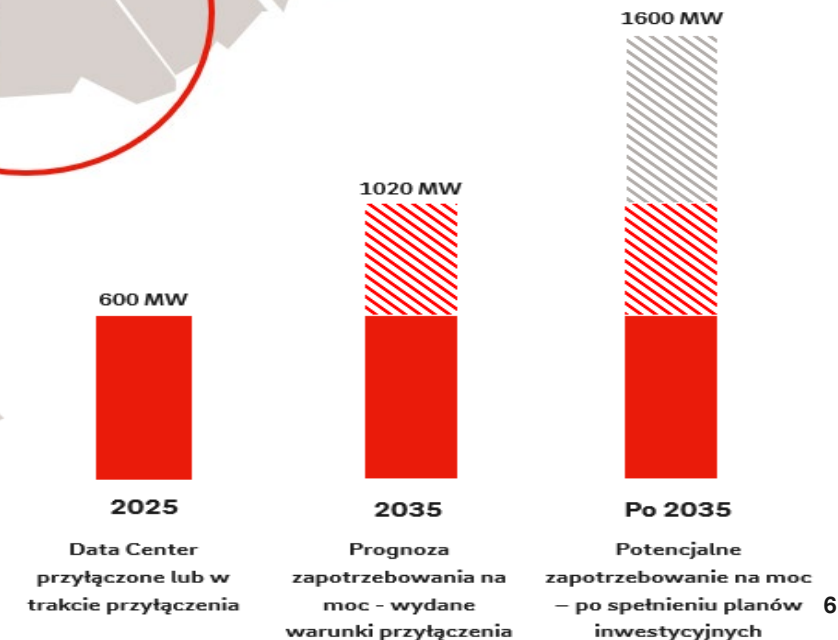
2025 r

2026 – 2035

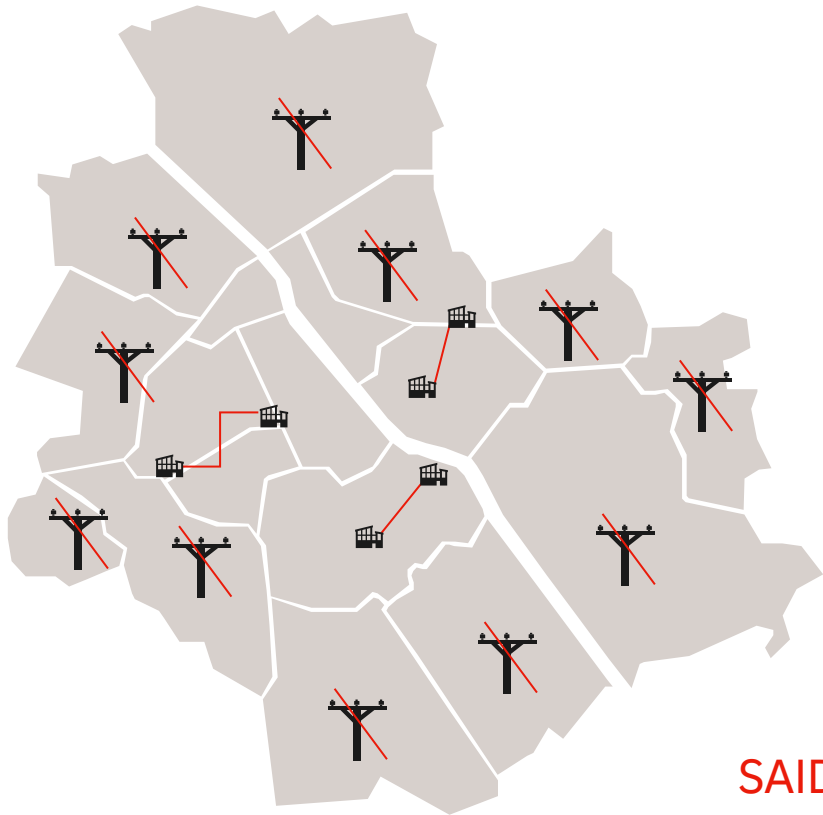


- Ładowarki samochodów elektrycznych
- Pantografy – ładowarki autobusów elektrycznych
- Nowe połączenia tramwajowe
- Metro
- Dworzec Zachodni
- Centra biznesowe
- Rozwój obszarów zamieszkania

- Rozwój emobility
- Niskoemisyjny transport publiczny
- Nowe linie Metra
- Nowe linie tramwajowe
- Rozwój kolei
- Rozwój centrów biznesowych
- Nowe obszary zamieszkania
- Stacje PV*



Budujemy mocną i stabilną sieć



Likwidacja słupów i linii
napowietrznych SN i nn



Modernizacja istniejących połączeń
SN i budowa nowych między stacjami
110/15kV

Budowa stabilnej sieci

Niezawodność pracy sieci

Pewność zasilania

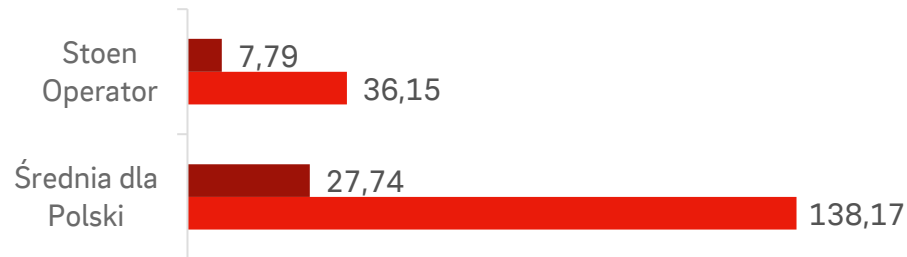
Poprawa parametrów jakościowych

Możliwość rozwoju elektromobilności

Przyłączenia nowych Klientów

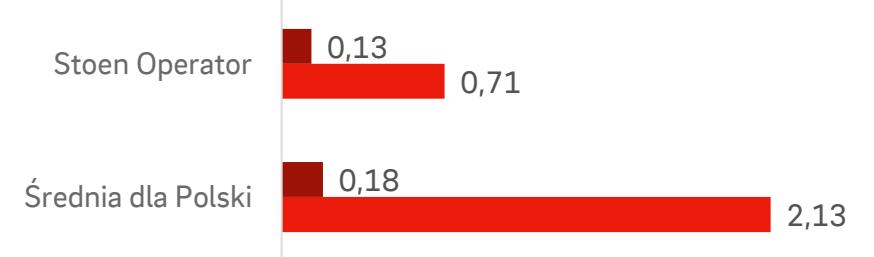
SAIDI na WN, SN, nn [min./odb.]

Dane za rok 2024



SAIFI na WN, SN, nn [szt./odb.]

Dane za rok 2024



■ planowane ■ nieplanowane + katastrofalne

■ planowane ■ nieplanowane + katastrofalne

Czy potrzebujemy elastyczności?



Klasyczne inwestycje nie zostaną zastąpione przez usługi lokalne/elastyczność.....

+ Zwiększenie mocy przyłączeniowej

Pozwala obsłużyć rozwój miasta, nowe osiedla, centra biurowe, ładowarki EV wysokiej mocy.

+ Zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego

Redundancja, pewność zasilania i możliwość manewrów – kluczowe w sieci miejskiej.

+ Redukcja strat i poprawa jakości energii

Nowe kable i transformatory to mniejsze straty i większa stabilność napięć.

+ Długowieczność infrastruktury

Raz wykonana inwestycja działa 30–50 lat, nie wymaga częstej modernizacji.

+ Odporność na wzrost obciążeń szczytowych

Warszawa rośnie energetycznie – szczególnie przez:

- klimatyzację,
- elektromobilność,
- rozwój usług i centrów danych.

+ Stabilność i przewidywalność

Tradycyjne inwestycje są sprawdzone, OSD dobrze zna ryzyka i cykle eksploatacji.

– Ekstremalnie wysokie koszty

Kable SN w centrum miasta to często **kilkanaście mln zł za kilometr**.

– Brak miejsca

Tunele, ciągi technologiczne, kolizje z inną infrastrukturą – Warszawa jest fizycznie „zapełniona”.

– Długi czas realizacji

Uzyskiwanie uzgodnień, zajęć pasa drogowego, projektów i analiz potrafi trwać lata.

– Niska elastyczność operacyjna

Infrastruktura twarda nie reaguje na zmienność obciążenia – trzeba budować „na zapas”.

– Ograniczona adaptacyjność do niestandardowych zjawisk

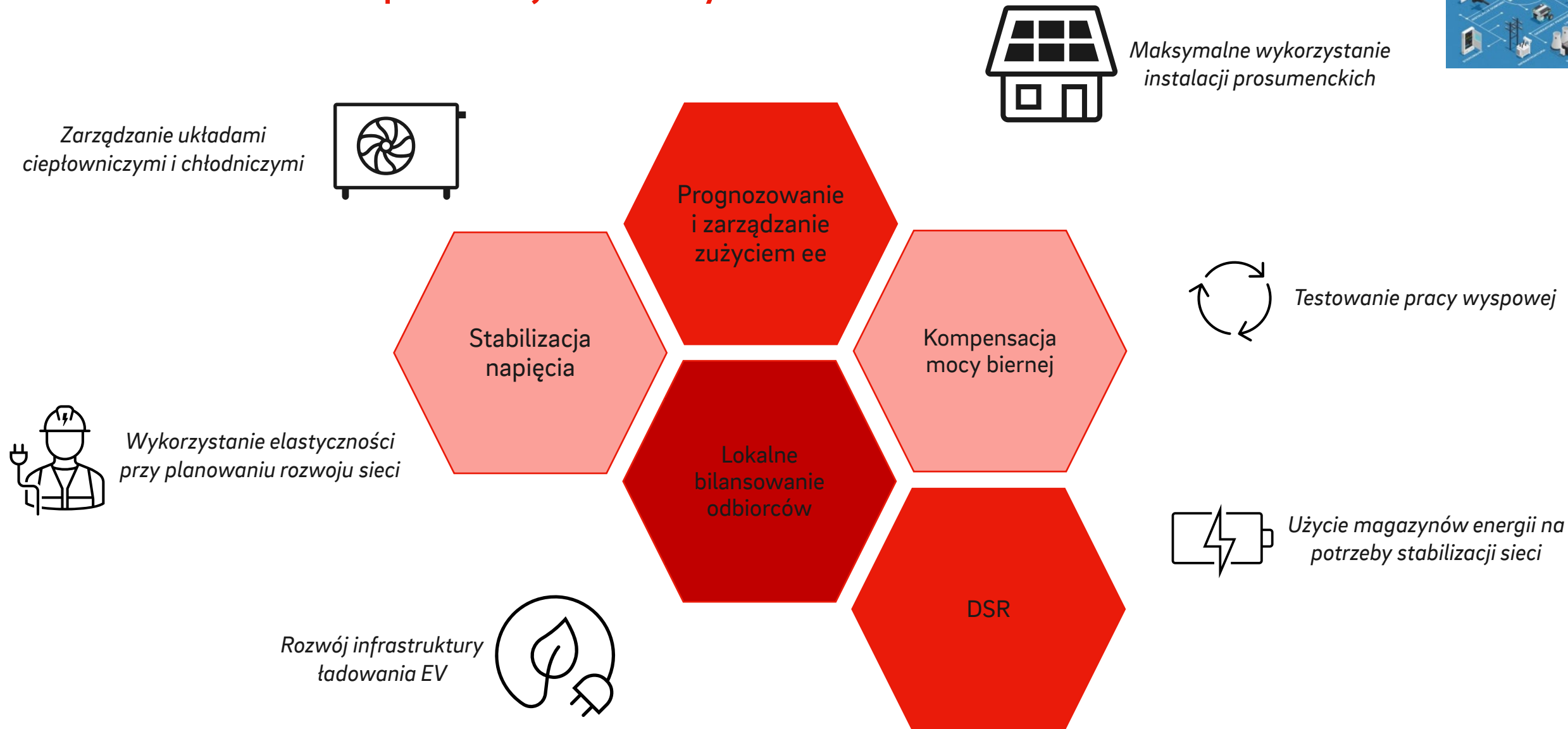
Szczyty ładowania EV, nagłe skoki zapotrzebowania, prosumenci, PV, fluktuacje OZE,

– Trudności z pozyskaniem praw do terenu

PKP, Wspólnoty, nieuregulowane grunty itp..

... bo elastyczność **jest tylko narzędziem** do efektywnego wykorzystania sieci dystrybucyjnej !

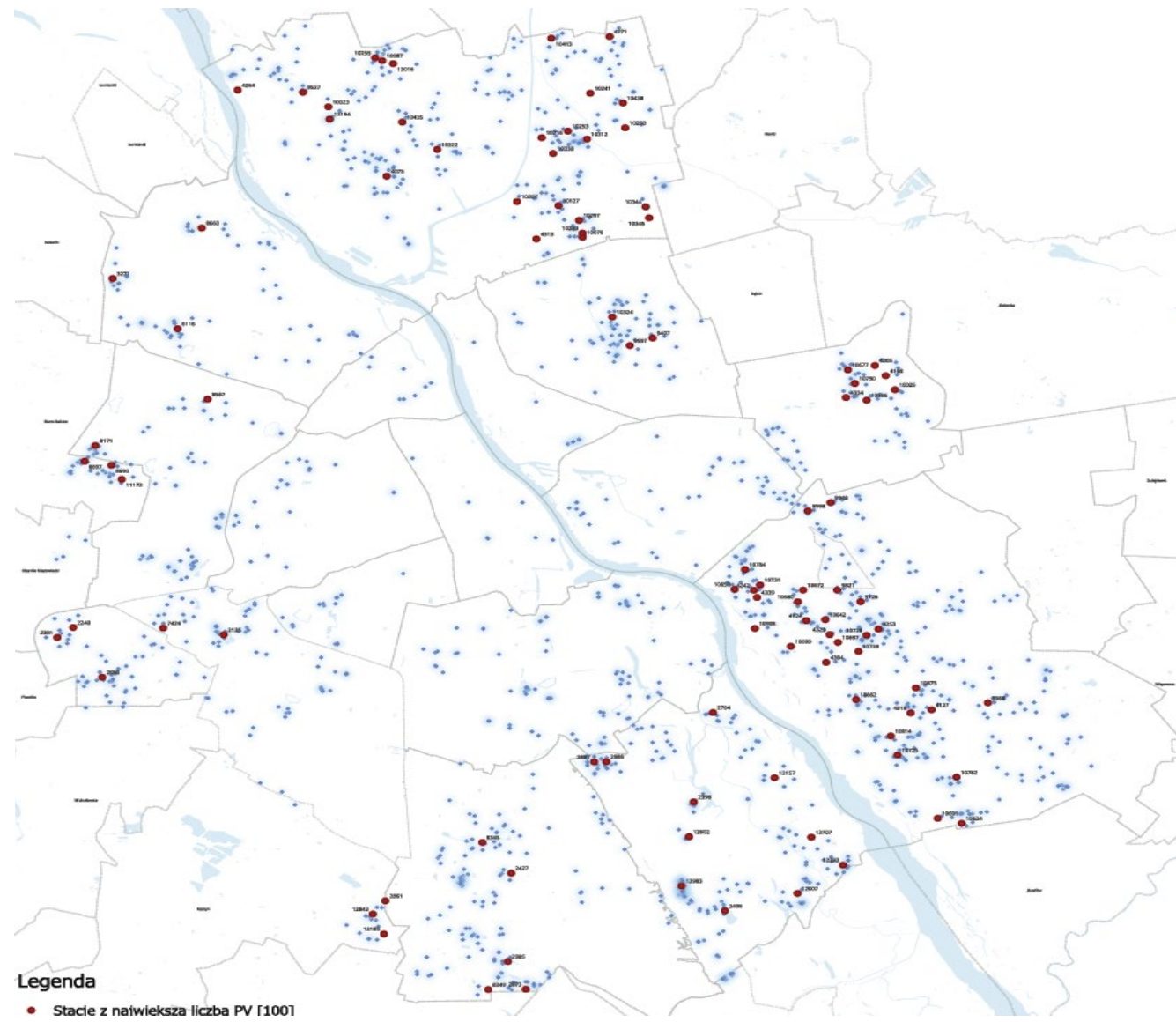
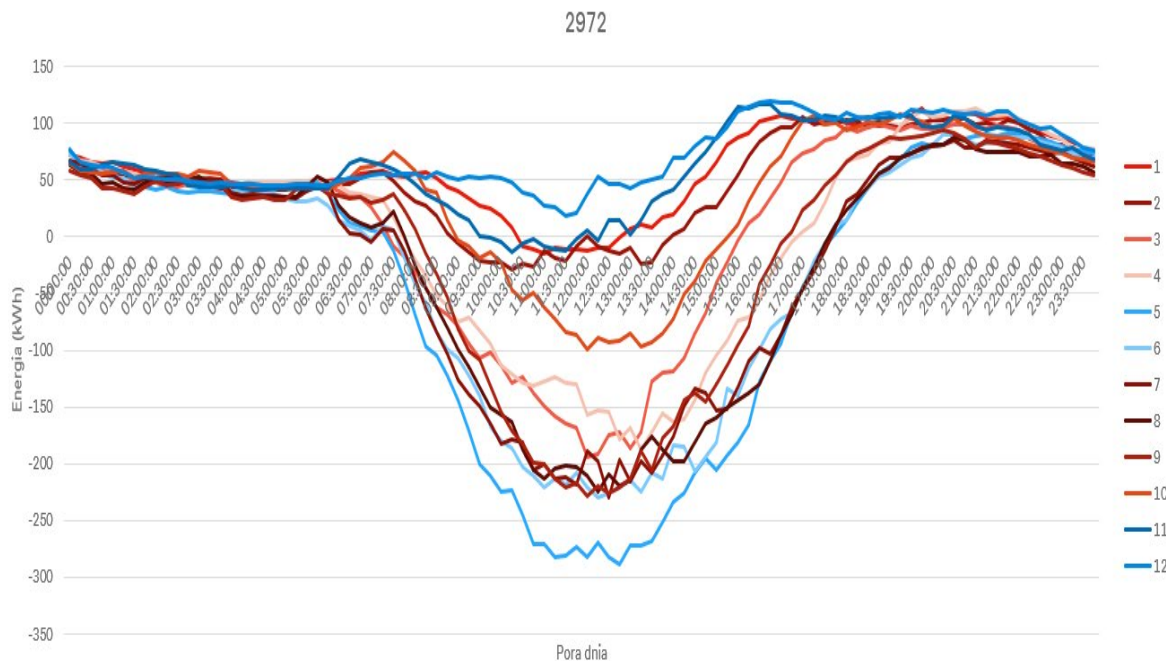
Sieć nN stanowi potencjał elastyczności



Magazyny energii i instalacje PV w sieci nN są wyzwaniem dla efektywnego funkcjonowania sieci dystrybucyjnej



- Ilość PPE (mikroinstalacje) z magazynami energii w sieci nN : ~2000 szt
- Średnia moc magazynu energii: 6,2 kW



<https://www.eon.com/en/innovation/innovation-frontline/innovation-news/Bidirectional-charging--E-ON-and-BMW-launch-Germany-s-first-commercial-V2G-product.html>

Prognozowanie przepływów w sieci będzie niezbędne do oceny potencjału usług elastyczności



Środowisko



- Lokalizacja: Warszawa | Typ stacji: SN/nN
- 207 odbiorców (taryfy G i C), w tym 44 prosumentów
- Moc pozorna transformatora: 630 kVA
- Zainstalowana moc PV (prosumentów): 336 kW
- W przyszłości: magazyn energii klasy „utility-grade”

Metodologia



- Prognozowanie AI/ML oparte na danych z liczników inteligentnych (sieci neuronowe, LSTM, Gradient Boosting, modele hybrydowe), uwzględniające dane historyczne dotyczące generacji i zapotrzebowania gospodarstw domowych i MŚP, a także historyczne planowane/nieplanowane wyłączenia oraz dane pogodowe
- Comiesięczne ponowne trenowanie i optymalizacja modeli prognostycznych AI

Wyzwanie



- Prognozowanie ryzyka przeciążeń stacji transformatorowej w horyzoncie intra-day i day-ahead
- Przekazywanie informacji do centrum dyspozytorskiego
- Ocena wartości operacyjnej dla zarządzania siecią SN/nN
- Ocena dokładności prognoz oraz wsparcie przyszłego mikro-ryнку energii

Potencjalne rozszerzenie

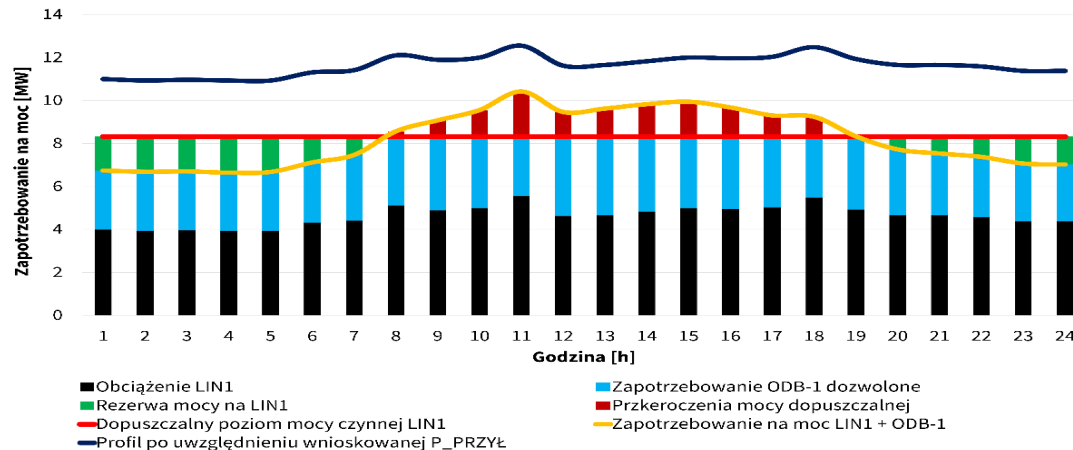


- Skalowanie na dodatkowe stacje
- Integracja z systemami SCADA/ADMS
- Testowanie (integracja/symulacja) quasi-rzeczywistych danych operacyjnych w interwale 15-minutowym w celu zwiększenia dokładności prognoz intraday
- Ocena wpływu quasi-rzeczywistych danych na prognozy intraday, zarządzanie siecią oraz mikro-rynki energii

Mechanizm FCA (Elastyczne umowy przyłączeniowe) umożliwi szybsze przyłączanie klientów do sieci energetycznej

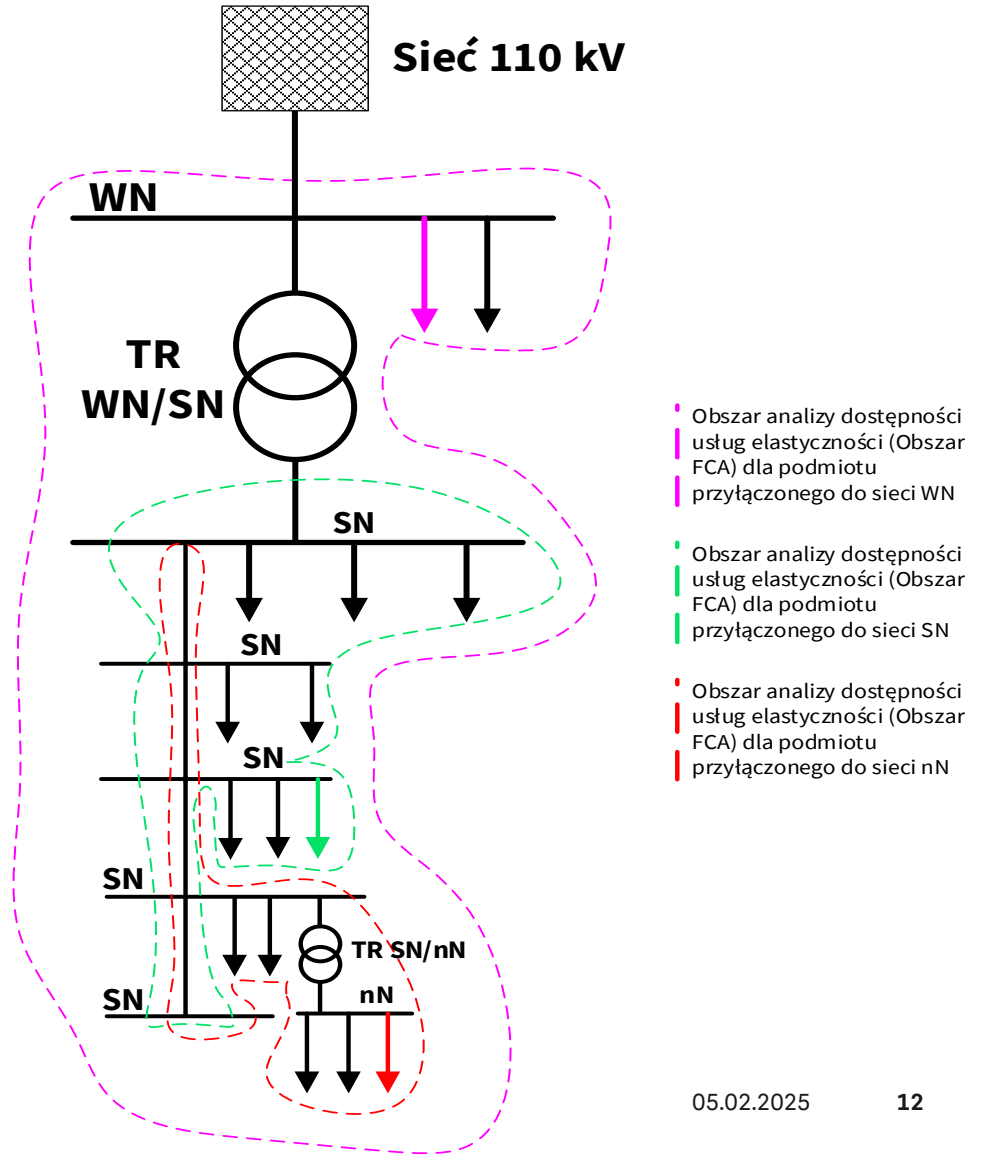


Zgodnie z art. 6 Dyrektywy 2019/944 ws *wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej* (2024/1711) właściwy organ regulacyjny dla danego kraju członkowskiego opracowuje ramy umożliwiającym Operatorom Systemów Przesyłowych (OSP) i Operatorom Systemów Dystrybucyjnych (OSD) oferowanie **elastycznych umów przyłączeniowych** na obszarach, na których przepustowość sieci jest ograniczona lub nie ma przepustowości sieci dostępnej dla nowych przyłączeń. Istotnym elementem wprowadzającym usługi FCA jest to, że zgodnie z zapisami art. 6a ust. 1, **nie mogą one opóźniać modernizacji sieci elektroenergetycznej** na wskazanym obszarze.



Warunek do zbadania:

Czy zmiana podejścia do analiz przyłączeniowych, która uwzględnia moc szczytową pobieraną przez odbiorcę lub wprowadzaną przez wytwórcę, a nie moc przyłączeniową jest niezbędna. Wydaje się, że w obecnie zmieniającym się sektorze elektroenergetycznym, taka zmiana podejścia polegająca na uwzględnieniu dynamiki profilu zapotrzebowania na moc wydaje się konieczna, głównie ze względu na rozwój własnych zasobów wytwórczych oraz magazynów energii



Agregatorzy i odbiorcy są szansą rozwoju elastyczności w sieciach nN

Agregacja to działalność polegająca na łączeniu wielkości mocy lub energii elektrycznej oferowanej przez odbiorców, wytwórców energii elektrycznej lub posiadaczy magazynów energii elektrycznej, z uwzględnieniem zdolności technicznych sieci, do której są przyłączeni, w celu sprzedaży energii elektrycznej, świadczenia usług systemowych lub usług elastyczności na rynkach energii elektrycznej.

- Aktualnie w Wykazie prowadzonym przez URE widnieje 19 agregatorów, wskazujących jako obszar prowadzenia agregacji również obszar sieci Stoen Operator.
- Nie wpłynęło do tej pory żadne zgłoszenie od agregatora o zawarciu umowy agregacji na obszarze naszej sieci.
- Agregacja zasobów w celu świadczenia usług systemowych lub usług elastyczności odbywa się zgodnie z zasadami agregacji, określonymi w umowach o świadczenie tych usług zawieranych pomiędzy agregatorem a OSP/OSD – **czy jest potrzeba zawierania takich umów przez nas jako OSD?**

Odbiorca aktywny to odbiorca końcowy, działający indywidualnie albo w grupie (za pośrednictwem agregatora), który m.in..

- świadczy usługi systemowe, lub
- świadczy usługi elastyczności

Odbiorca aktywny **może powierzyć innemu podmiotowi zarządzanie swoją instalacją** w zakresie instalowania, eksploatacji, utrzymania tej instalacji lub obsługi danych pomiarowych

BRAK PRZEPISÓW WYKONAWCZYCH



Adobe Stock | #9066187

Elastyczność nie zastąpi „klasycznej” rozbudowy sieci dystrybucyjnej



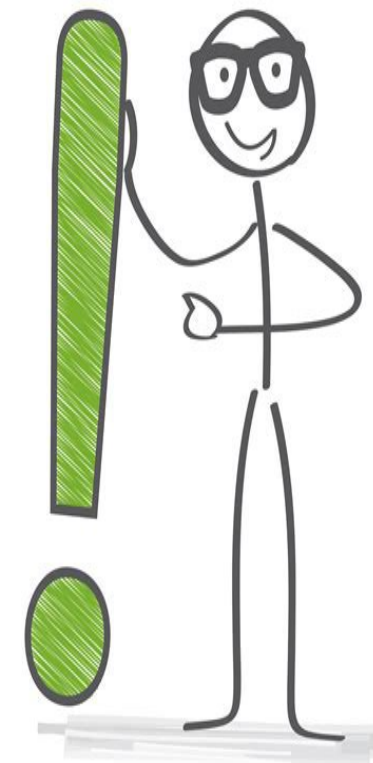
Największą elastyczność dla miejskiej sieci takiej jak Stoen Operator da połączenie obu strategii inwestycyjnych:

Tradycyjne inwestycje tam, gdzie to konieczne ze względu na:

- rosnące zapotrzebowanie miasta,
- potrzeba bezpieczeństwa i redundancji,
- długowieczność infrastruktury,
- stabilność działania sieci kablowej.

Rozwiązania elastycznościowe tam, gdzie mogą zastąpić lub opóźnić kosztowne modernizacje:

- koszty inwestycji liniowych,
- mała dostępność przestrzeni,
- możliwość optymalizacji istniejącego majątku,
- szybka efektywność (magazyny, DSR, automatyka),
- dopasowanie do dynamicznych, trudnych do przewidzenia wzrostów obciążenia,
- trudności z pozyskaniem praw do terenu.



Dziękuję

**STOEN
OPERATOR**

powered by **e-on**

