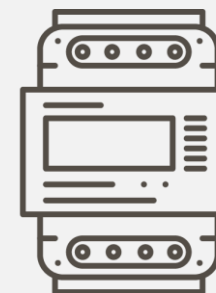
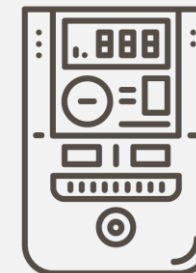


Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej

XXI Konferencja Naukowo-Techniczna
Systemy Informatyczne w Energetyce SIWE'22

Wisła, 25-27.10.2022 r.

Tomasz Rodziewicz - TAURON Dystrybucja S.A.
Arkadiusz Mroczek - Future Processing S.A.



Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej



Badania przemysłowe

- Wymagania techniczne i funkcjonalne
- Architektura, koncepcja przetwarzania danych, technologia,
- Algorytmy i metody w języku pośrednim

Prace rozwojowe

- Implementacja algorytmów na środowisko docelowe
- Budowa i testowanie prototypu
- Zasilenie danymi
- Badania użyteczności

Wdrożenie rezultatów

- Wdrożenie produkcyjne do działalności (TAURON Dystrybucja)
- Wdrożenie do oferty (Future Processing)



Cel Projektu: zbudowanie i przetestowanie prototypu, a następnie wdrożenie skalowalnego systemu pozwalającego na prowadzenie zaawansowanych analiz dużych zbiorów danych pomiarowych z inteligentnej infrastruktury pomiarowej i wykorzystanie ich do wsparcia procesów biznesowych OSD.



Konsorcjum:



Dofinansowanie:



MDM/GridFlow w Smart City Wrocław

Na potrzeby realizacji projektu Platforma MDM/GridFlow wykorzystano dane pomiarowe z liczników inteligentnych zainstalowanych w latach 2014 ÷ 2020 na obszarze miasta Wrocław w ramach projektu AMIplus Smart City Wrocław

- **35 mln** dziennych odczytów
- **1.2 mld** odczytów miesięcznie
- **470 tys.** Liczników zdalnego odczytu
- **15 minut** – częstotliwość aktualizacji danych



Transformacja cyfrowa z MDM/GridFlow

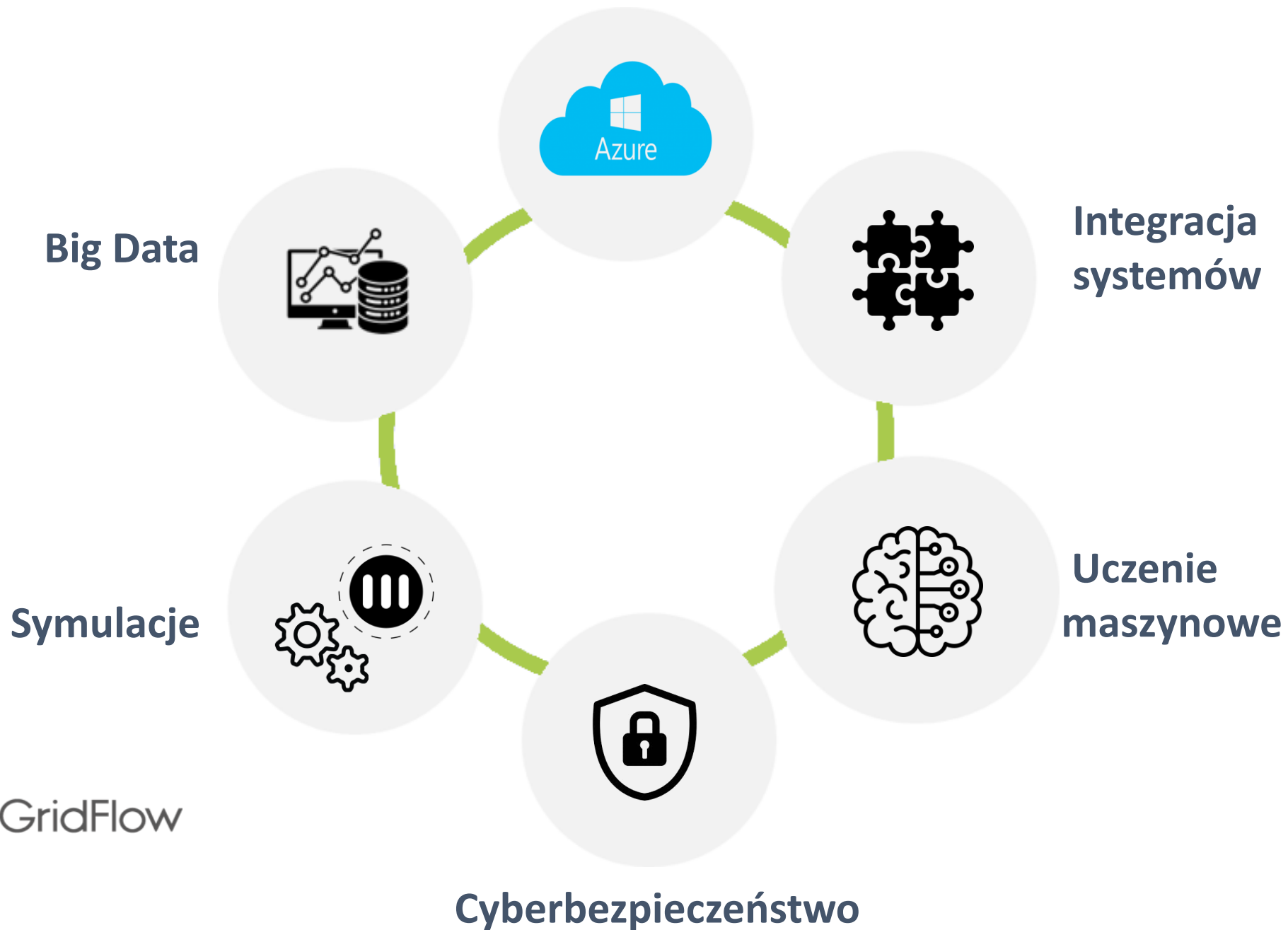
Wykorzystując najnowsze technologie, takie jak uczenie maszynowe czy analizę Big Data, **MDM/GridFlow** wspiera:

- ▶ rozwiązywanie problemów wynikających z ograniczeń sieci
- ▶ optymalizacja wydajności sieci dystrybucyjnej i inwestycji
- ▶ wykrywanie nielegalnego poboru energii z sieci
- ▶ analizę parametrów jakościowych dostarczanej energii elektrycznej
- ▶ minimalizacja strat energetycznych i finansowych poprzez ograniczenie wpływu mocy biernej na działanie sieci dystrybucyjnej

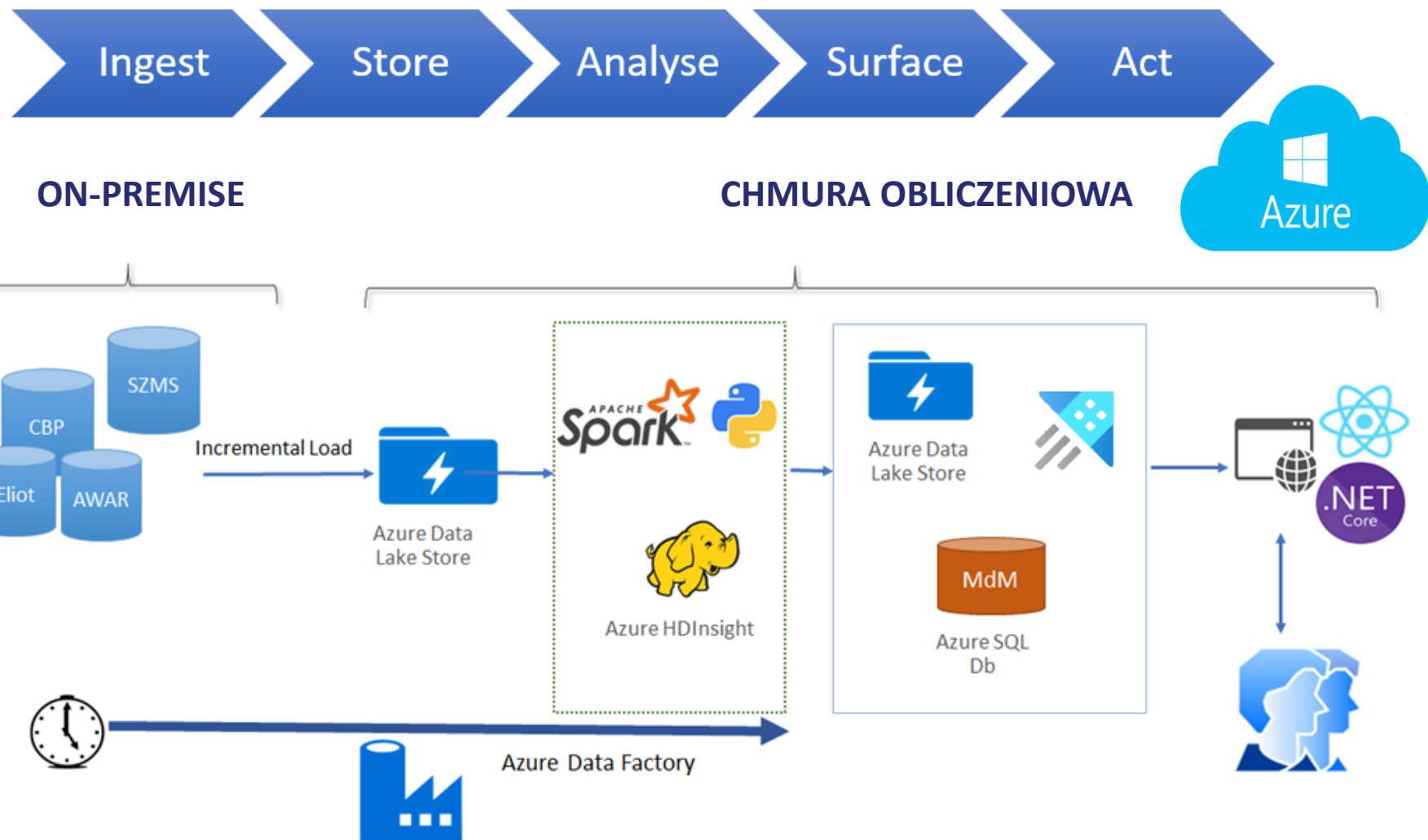


Obszary technologiczne
systemu
MDM-GridFlow

Chmura obliczeniowa



Uproszczona architektura systemu



Moduły i funkcjonalności MDM/Gridflow

- Liczniki końcowe
- Liczniki bilansujące
- SAIDI & SAIFI
- Nielegalny pobór energii elektrycznej
- Moc bierna
- Profile obciążeń
- Współczynniki jednoczesności

Liczniki końcowe i bilansujące

- Duże ilości danych, rosnące wraz z „rolloutem” AMI
- Walidacja, czyszczenie i wzbogacanie danych pomiarowych
- Korelowanie danych zgodnie ze strukturą sieci

Odpowiedź na wyzwania

- Chmura AZURE,
- Skalowalna i zoptymalizowana architektura
- Raportowanie zestawień braków i niespójności danych
- Technologie dostosowane do dużych danych:
 - APACHE SPARK (HD Insight)
 - AZURE Data Lake Storage
 - AZURE Data Explorer
- Monitorowanie aspektów bezpieczeństwa

Korzyści biznesowe

- Aktywny monitoring klientów końcowych
- Uzupelnianie przerw pomiarowych
- Automatyczne alarmowanie o nieprawidłowościach
- Analiza dziennych i sezonowych trendów zużycia energii
- Umożliwienie prognozowania zapotrzebowania na energię
- Usprawniony proces podejmowania decyzji inwestycyjnych

Moc bierna, SAIDI & SAIFI

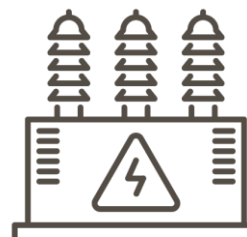
- ❑ Zakłócenia pracy sieci powodowane przez moc bierną
- ❑ Skomplikowana struktura infrastruktury dystrybucyjnej

Odpowiedź na wyzwania

- Budowa struktury w oparciu o dane inwentaryzacyjne,
 - ❑ Analiza danych inwentaryzacyjnych pod kątem nieprawidłowości w strukturze sieci dystrybucyjnej
- Wyznaczanie SAIDI/SAIFI dla poszczególnych liczników, dla stacji lub dla obszarów,
- Wraz z rozwojem obszaru OZE wprowadzono możliwość identyfikacji prosumenta oraz kierunku przypiływu.

Korzyści biznesowe

- Korelacja wpływu strumieni energii biernej na dystrybucje energii
- Analiza wpływu energii biernej na wielkość strat energii czynnej w odniesieniu do układu pracy sieci
- Dane analityczne wpływu OZE na sieć dystrybucyjną
- Efektywne planowanie i kontrola nad przerwami w dostawach energii
- Redukcja przerw w dostawie spowodowanych przez klienta końcowego





Modele obciążeń oraz współczynniki jednoczesności

- Duże ilości danych do przetworzenia i wizualizacji online
- Wysokie koszty i czas przetwarzania danych

Odpowiedź na wyzwania

- Modele liczone „online” z wykorzystaniem ADXa
 - Analiza szeregów czasowych
 - Eksploracja danych pod kątem analizy współczynników przy zadanej zmianie struktury sieci.
- Tworzenie profili obciążeń dla poszczególnych stacji.
- Optymalizacja wydajnościowa oraz kosztowa

Korzyści biznesowe

- Precyzyjne modele dla nowych grup klientów
- Symulacje obciążeń, usprawnione segmentowanie grup odbiorców
- Wsparcie w tworzeniu konfiguracji inteligentnych sieci i urządzeń sieciowych
- Tworzenie modeli eksploatacji i użytkowania sieci
- Wsparcie w podejmowaniu decyzji o wymianie transformatorów



Nieautoryzowany pobór energii elektrycznej

- Niewielka próbka danych do trenowania modeli
- Wybór odpowiednich algorytmów
- Weryfikacja predykcji bez dostępu do rzeczywistego konsumenta

Odpowiedź na wyzwania

- Współpraca z Politechniką Częstochowską w obszarach sztucznej inteligencji.
- Wykorzystanie algorytmów sztucznej inteligencji
 - Sieci neuronowe typu LSTM FCN (Long Short-Term Memory with Fully Convolutional Networks)
 - Typowanie metodą bilansową rozszerzoną o gęstość prawdopodobieństwa obciążenia

Korzyści biznesowe

- Wykrywanie nieautoryzowanego poboru energii elektrycznej na sieci niskiego napięcia
- Minimalizacja strat handlowych
- Automatyzacja ewidencji poboru energii





Wykorzystanie MDM / GridFlow

Przykład awarii - rozpatrywanie reklamacji odbiorcy

Zakres wykorzystywanych modułów w systemie:



Moc bierna



Liczniki końcowe



Liczniki bilansujące

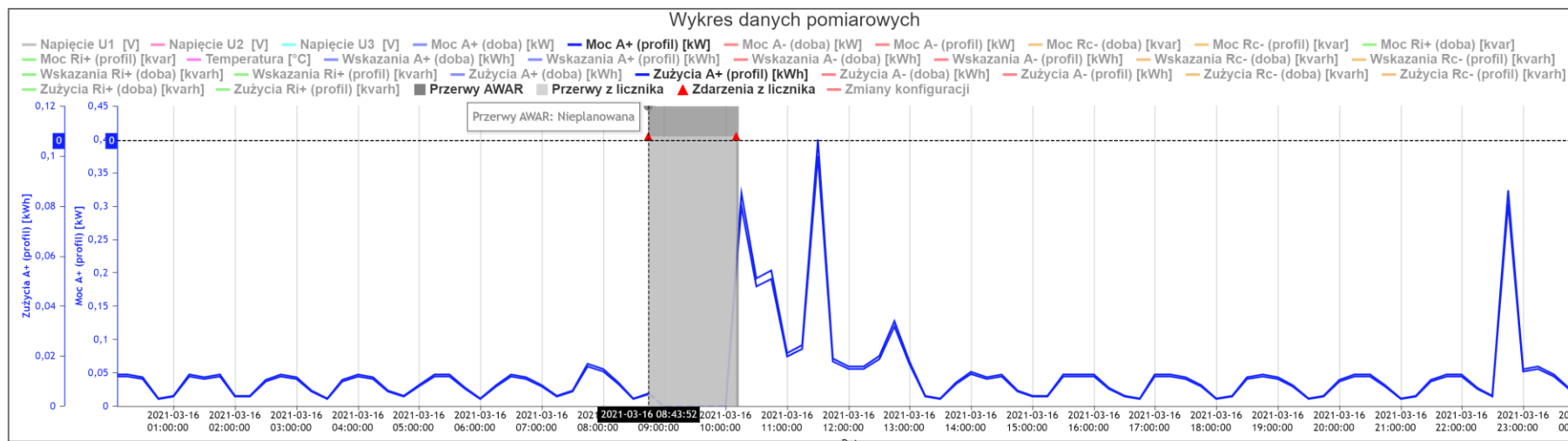


Podkłady mapowe

Konfiguracja w okresie: 2019-03-17 - 2021-06-05		Pokaż na mapie		Obwód: WRW4319/1		Złącze kablowe: ZK-WRW140996		MDE: 0000031450911		Nr PPE: 590322415102930370		Stary nr PPE: PLTAUD151003227420		ID PPE: 6116122	
Jednostka: Wrocław	Oddział: Wrocław	Region: Wrocław	Stacja: WRW4319	Obwód: WRW4319/1	Złącze kablowe: ZK-WRW140996	MDE: 0000031450911	Nr PPE: 590322415102930370	Stary nr PPE: PLTAUD151003227420	ID PPE: 6116122	Moc umowna: 12 kW	Moc przyłączeniowa: 12 kW				
Adres: WROCLAW BUFOROWA 99 7	GUS: gmina miejska	Obiekt: Licznik końcowy	Rodzaj licznika: AMI	Model licznika: 83332-3IMCJ	Typ licznika: -	Taryfa: G11	Fazowość: 3	Wartość zabezpieczenia: -							

<input type="checkbox"/>	Numer PPE	Data biznesowa	Źródło zdarzenia	Zdarzenie ze źródła	Numer licznika	Typ zdarzenia wg AWAR	Rodzaj przerwy wg AWAR
<input type="checkbox"/>	590322415102930370	2021-03-16 08:43:57	Licznik	Zanik napięcia (9002.26.0.85)	N311700094850	Awaryjne	Nieplanowana
<input type="checkbox"/>	590322415102930370	2021-03-16 10:10:15	Licznik	Powrót napięcia (9002.26.0.216)	N311700094850	Awaryjne	Nieplanowana

Przyczyna wyłączeń nieplanowanych wg AWAR	Szczegółowe przyczyny przerw nieplanowanych wg AWAR	Rzeczywisty początek przerwy wg AWAR	Rzeczywisty koniec przerwy wg AWAR
(op) Działanie osób postronnych	(op03) Prace ziemne	2021-03-16 08:43:52	2021-03-16 08:50:22
(op) Działanie osób postronnych	(op03) Prace ziemne	2021-03-16 08:50:22	2021-03-16 10:13:12



Wyczyść		Eksportuj do CSV											
Data od	Data do	Region	Stacja	Transformator	Nr obwodu	Nr MDE	Nr PPE	Grupa taryfowa	Energia LK				Średnie tg(Φ)
2021-03-15	2021-03-21	Wrocław	WRW4319	T1	WRW4319/1	0000031450911	590322415102930370	G11	A+ [kWh]	Ri+ [kvarh]	Rc- [kvarh]	Średnie tg(Φ)	
									10,729	0,479	33,356	3,491971	

- Optymalizacja czasu pracy wymaganego dla rozpatrzenia reklamacji odbiorcy.
- Łatwiejsza ocena skuteczności pozyskiwania danych pomiarowych z liczników zdalnego odczytu i liczników bilansujących.

Wykorzystanie MDM / GridFlow

Analiza przeciążenia transformatora w oparciu o dane mocy czynnej, biernej, indukcyjnej i temp. otoczenia.

Zakres wykorzystywanych modułów w systemie:



Moc bierna



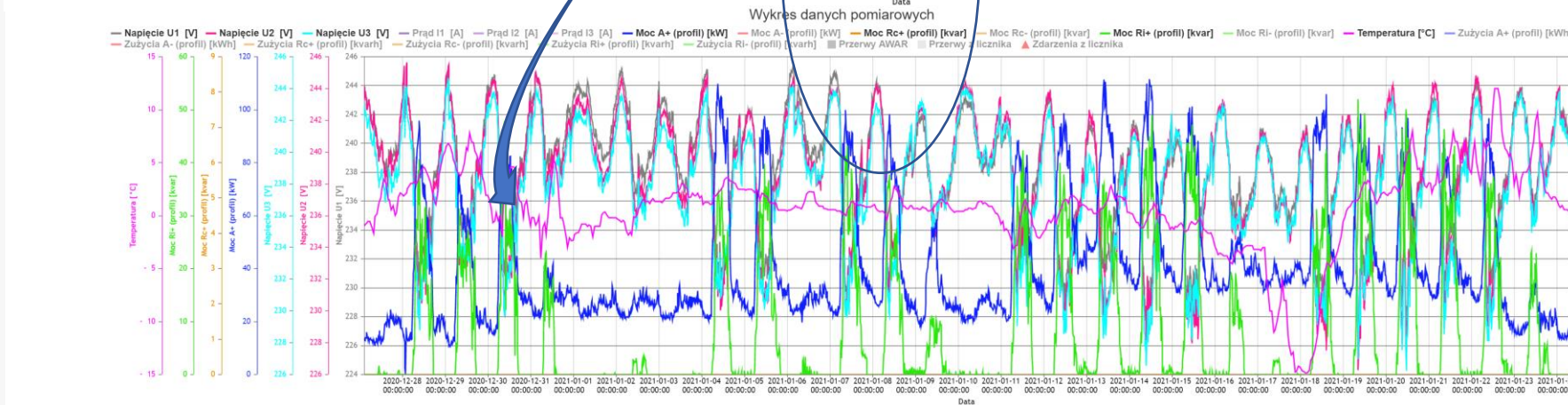
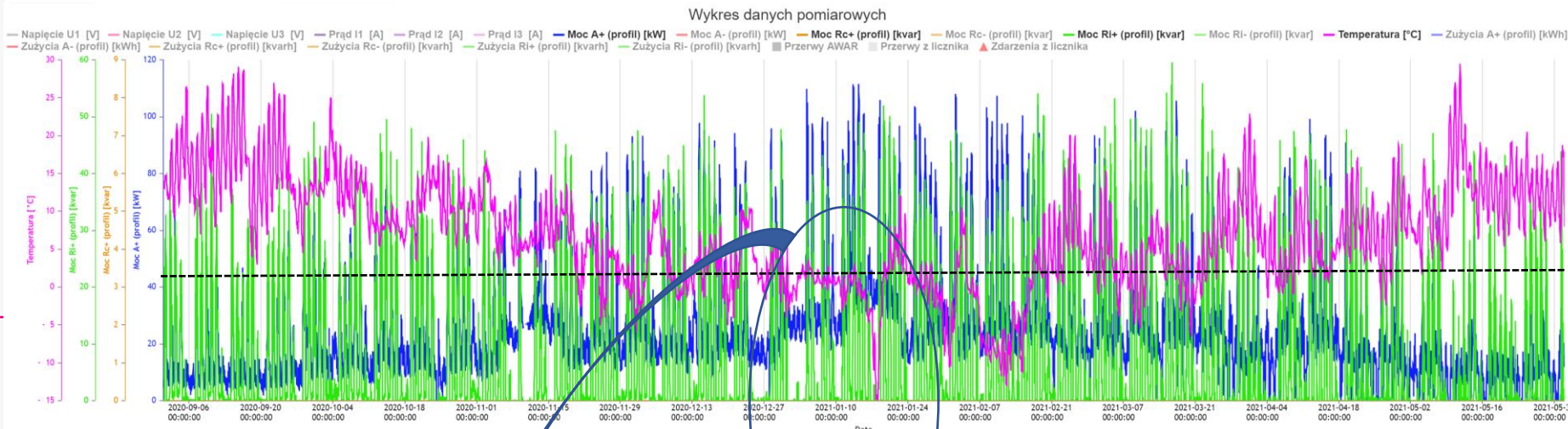
Liczniki końcowe



Liczniki bilansujące



Podkłady mapowe



<input type="checkbox"/>	Data od	Data do	Region	Stacja	Transformator	Model transformatora	Moc znamionowa [kVA]
<input type="checkbox"/>	2020-09-01	2021-05-31	Wroclaw	WRW2240	T1	T3ZONg 100/20	100

Przeciążenia		
Liczba przeciążeń w zadanym okresie czasu	Sumaryczny czas przeciążenia [min]	Czas najdłuższego przeciążenia [min]
76	3090	225

- Pozyskiwanie informacji o przeciążeniu transformatorów SN/nN powyżej 70% mocy znamionowej oraz czasu występujących przeciążeń, co przyspiesza przeprowadzenie analizy w tym zakresie
- Pozyskiwanie bieżącej informacji o tych fragmentach sieci elektroenergetycznej, w których wystąpiło przekroczenia zadanej wartości parametru krytycznego (napięcie, prąd, moc)
- Brak konieczności wykonywania pomiarów napięć i prądów w terenie za pomocą urządzeń przenośnych

Wykorzystanie MDM / GridFlow

Analiza przeciążenia transformatora w oparciu o dane mocy czynnej, biernej, indukcyjnej i temp. otoczenia.

Zakres wykorzystywanych modułów w systemie:



Moc bierna



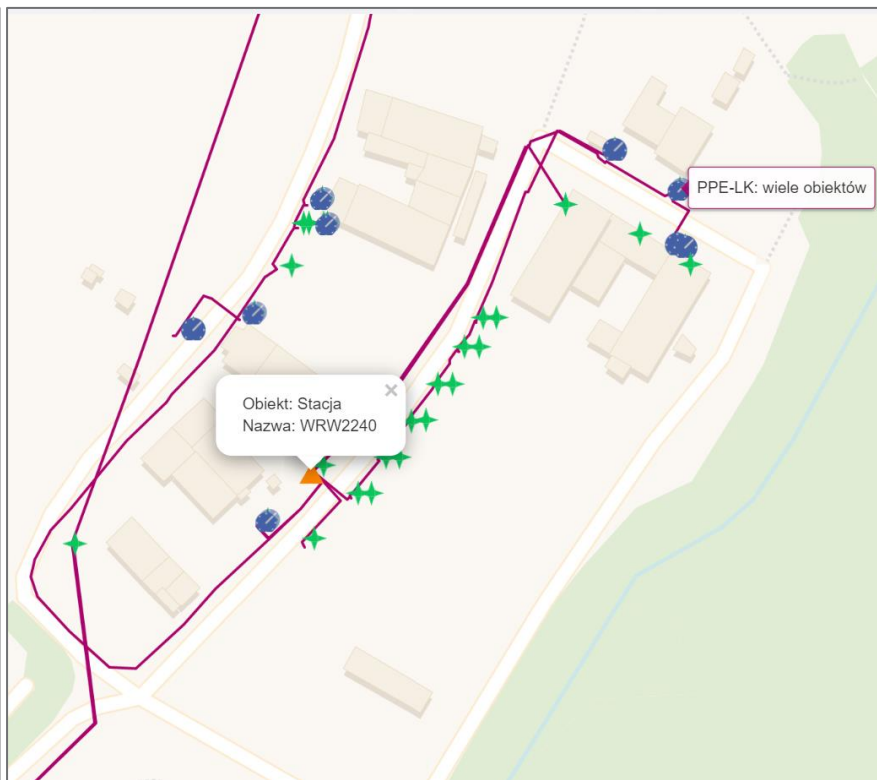
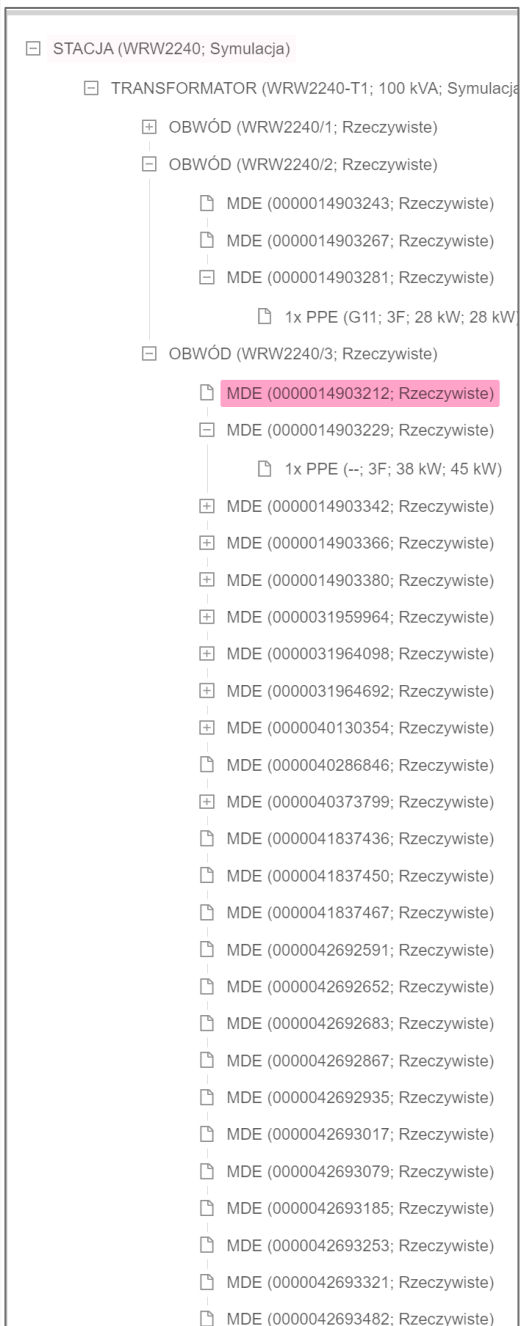
Liczniki końcowe



Liczniki bilansujące



Podkłady mapowe



- Uwzględniając ilość przyłączonych odbiorców końcowych należy monitorować obciążenie transformatora T1 o mocy 100kVA a w przypadku podłączania nowych odbiorców końcowych należy zaplanować wymianę transformatora o większej mocy znamionowej.

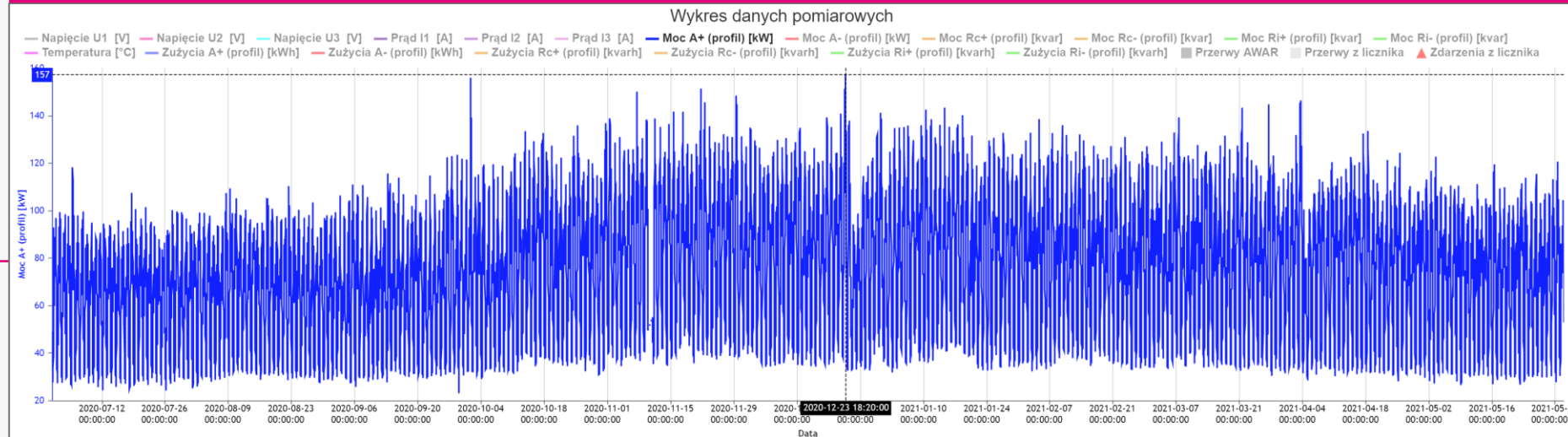
Wykorzystanie MDM / GridFlow

Przebiegi obciążenia mocą czynną dla T1 i T2 przykładowej stacji;

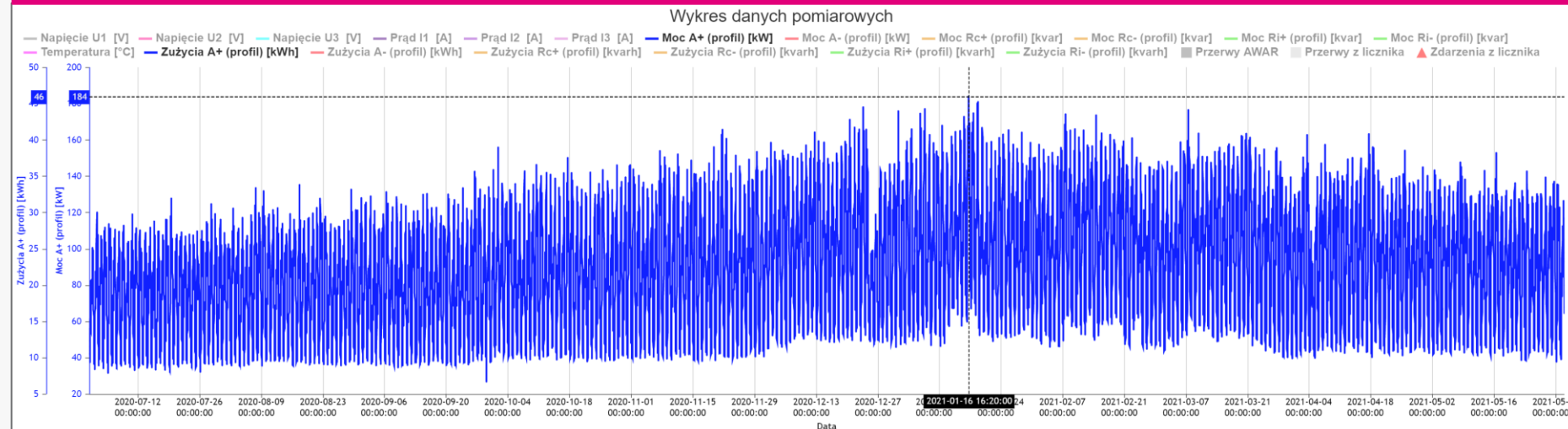
T1 – przyłączonych jest obecnie 324 PPE

T2 – przyłączonych jest obecnie 341 PPE

Przebiegi mocy czynnej na transformatorze T1 o mocy 630kVA w wybranej stacji - $P_{max}=157[kW]$



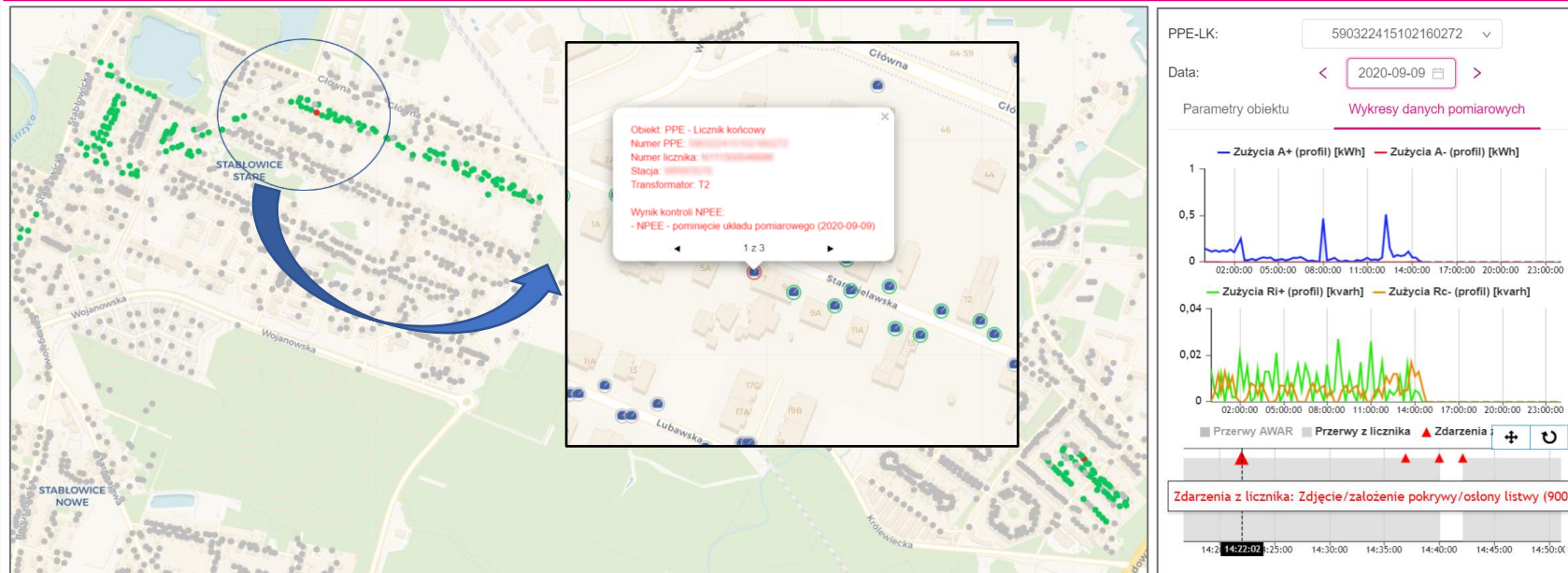
Przebiegi mocy czynnej na transformatorze T2 o mocy 630kVA w wybranej stacji- $P_{max}=184[kW]$



Wykorzystując dane pomiarowe z liczników bilansujących i wyznaczone współczynniki jednoczesności oraz możliwość wykorzystanie symulacji obliczeniowych dla nowo przyłączanych odbiorców istnieje możliwość wykorzystania istniejącej infrastruktury elektroenergetycznej bez konieczności rozbudowy infrastruktury o nowe elementy sieci.

Wykorzystanie MDM / GridFlow

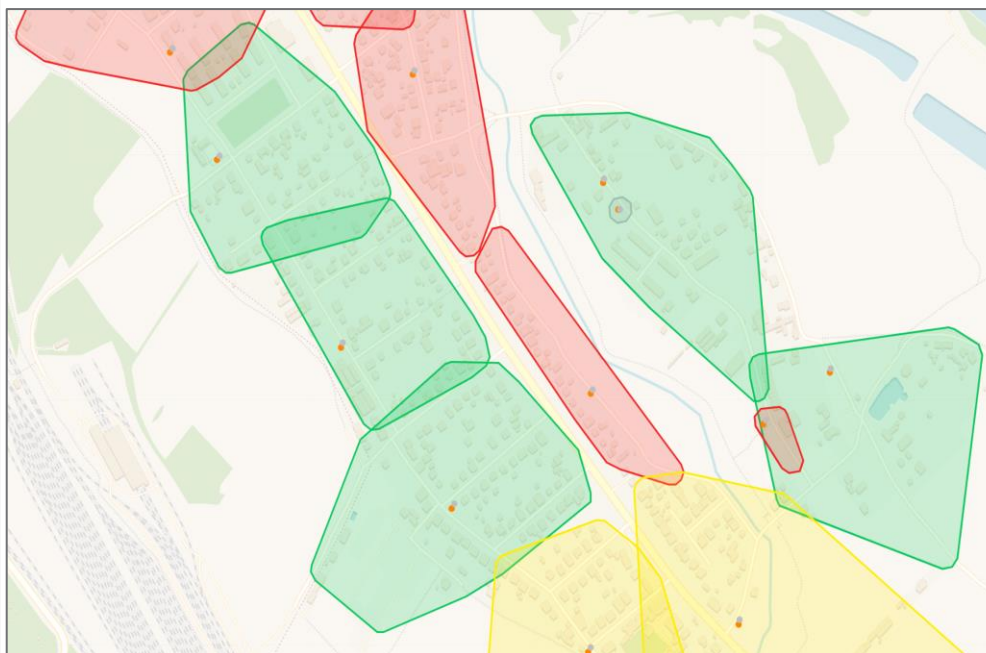
Przedstawienie graficzne lokalizacji przeprowadzonych kontroli pod względem NPEE wraz z informacjami szczegółowymi z PPE



Przedstawienie graficzne bilansowania obszarowego – zużycie energii elektrycznej z licznika bilansującego vs. zużycia energii elektrycznej z LZO

Zakres wykorzystywanych modułów w systemie:

- Identyfikacja NPEE
- Liczniki końcowe
- Liczniki bilansujące
- Podkłady mapowe



- Kolor czerwony – obszar bilansowania, na którym stwierdzono różnicę bilansową powyżej 15%
- Kolor żółty - obszar bilansowania, na którym stwierdzono różnicę bilansową w zakresie od 5% do 15%
- Kolor zielony - obszar bilansowania, na którym stwierdzono różnicę bilansową poniżej 5%.

Podsumowanie



W wyniku realizacji Projektu został wytworzony i przetestowany prototypu skalowalnego systemu pozwalającego na prowadzenie zaawansowanych analiz dużych zbiorów danych pomiarowych z inteligentnej infrastruktury pomiarowej i wykorzystanie ich do wsparcia procesów biznesowych OSD.

Wdrożenie rezultatów Projektu do polegało na

- a) wdrożeniu systemu do działalności produkcyjnej (TD)
- b) wprowadzeniu oprogramowania do oferty (FP)

System od 2021 roku użytkowany jest produkcyjnie na obszarze wdrożenia projektu AMIPlus we Wrocławiu.

Finansowanie

Projekt „Platforma zarządzania danymi z zaawansowanej infrastruktury pomiarowej” był współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. Projekt realizowany w ramach konkursu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju: Program sektorowy PBSE.

Termin realizacji projektu: 03.04.2017 r. – 28.06.2019 r.

Całkowity koszt realizacji projektu netto: 4 041 864,71 zł.

Wkład Funduszy Europejskich: 2 179 931,30 zł

Dziękujemy za uwagę

Tomasz Rodziewicz - TAURON Dystrybucja S.A.
tomasz.rodziewicz@tauron-dystrybucja.pl

Arkadiusz Mroczek - Future Processing S.A.
+48 609 441 667
amroczek@future-processing.com

