



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego



PIRIOS

Jak ograniczyć wpływ zmienności wytwórczej OZE na spółki energetyczne?

OZE Power Prediction Tool –
narzędzie do zarządzania krótkoterminową produkcją energii OZE.

by **ASSECO**

1. Pojęcie(a) sztucznej inteligencji / sieci neuronowe
2. Predykcja krótkoterminowej produkcji OZE
3. Platforma OZE Power Logs and Prediction Tool

1. Pojęcie(a) sztucznej inteligencji / sieci neuronowe

2. Predykcja krótkoterminowej produkcji OZE

3. Platforma OZE Power Logs and Prediction Tool

Procesy biznesowe, sztuczna inteligencja. Analiza i wdrożenie.

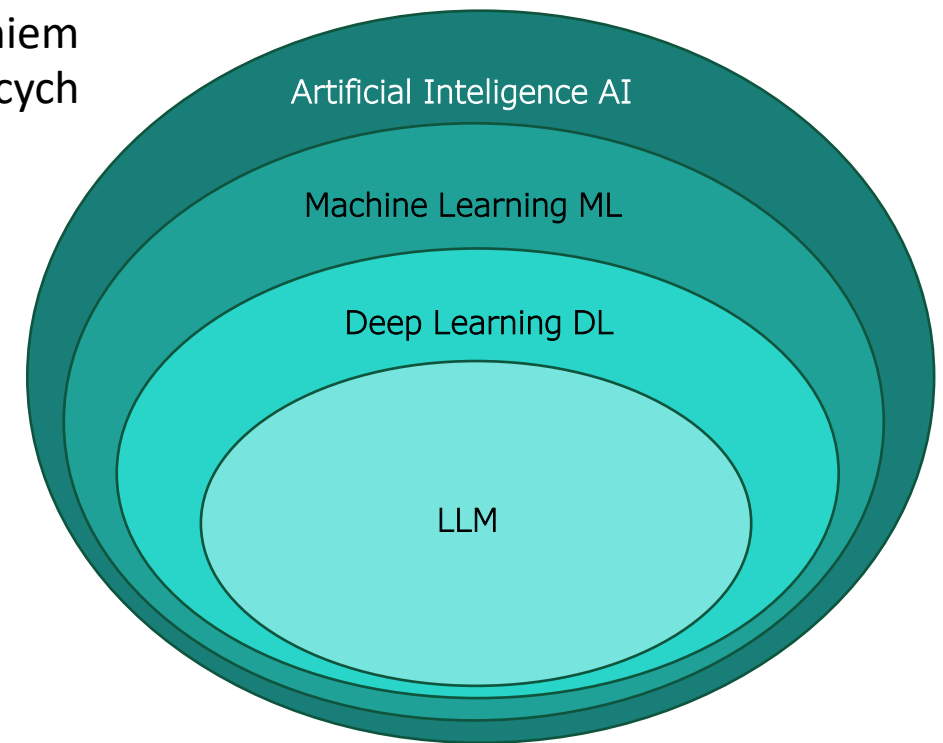
Sztuczna inteligencja. Wykorzystanie w projektach.

[projektowe podejście]

Artificial Intelligence (AI), to dziedzina nauki, która zajmuje się tworzeniem systemów komputerowych zdolnych do wykonywania zadań wymagających inteligencji ludzkiej

- to co jest łatwe dla ludzi jest trudne dla komputerów
- to co jest trudne dla ludzi jest łatwe dla komputerów

Zależnie od problemu, który AI ma rozwiązać czasem dużo lepiej się sprawdza „klasyczny” ML, a czasem LLM np. GPT



Sieci neuronowe jako modele obliczeniowe

Sieci neuronowe, wzorowane na strukturze ludzkiego mózgu, składają się z połączonych warstw neuronów, które uczą się rozpoznawać wzorce w danych. Dzięki tej architekturze, sieci neuronowe potrafią efektywnie analizować złożone zależności i tworzyć dokładne modele predykcyjne, adaptując się do dynamicznych i nieliniowych problemów.

Sieci RNN:

- Vanilla LSTM
- Wielowarstwowe LSTM
- Enkoder - Dekoder LSTM
- CNN

Architektury typu transformer:

- DeepAR
- TFT

Architektury hybrydowe:

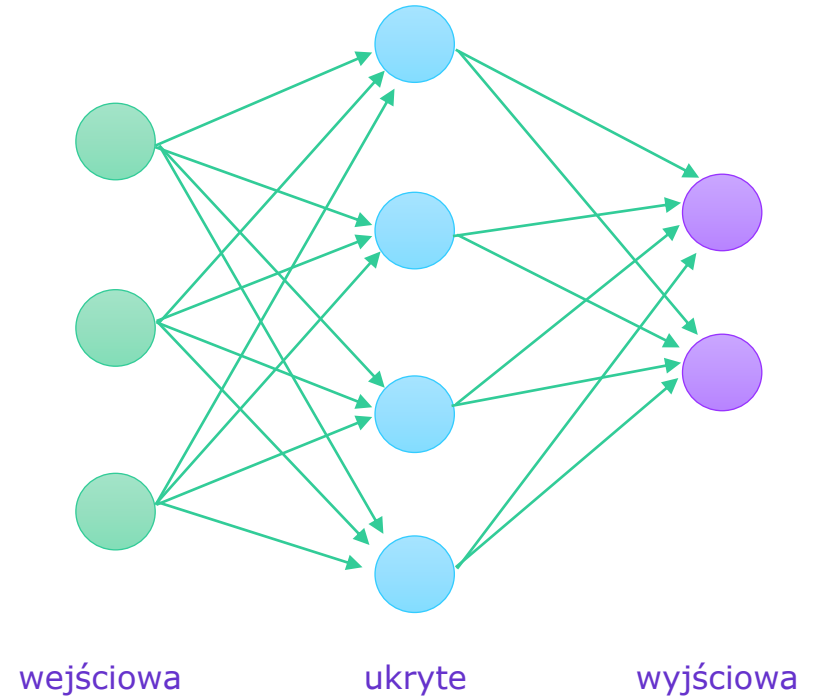
- CNN + LSTM
- Conv + LSTM

przykładowe architektury:

standard
(sprawdzone i skuteczne)

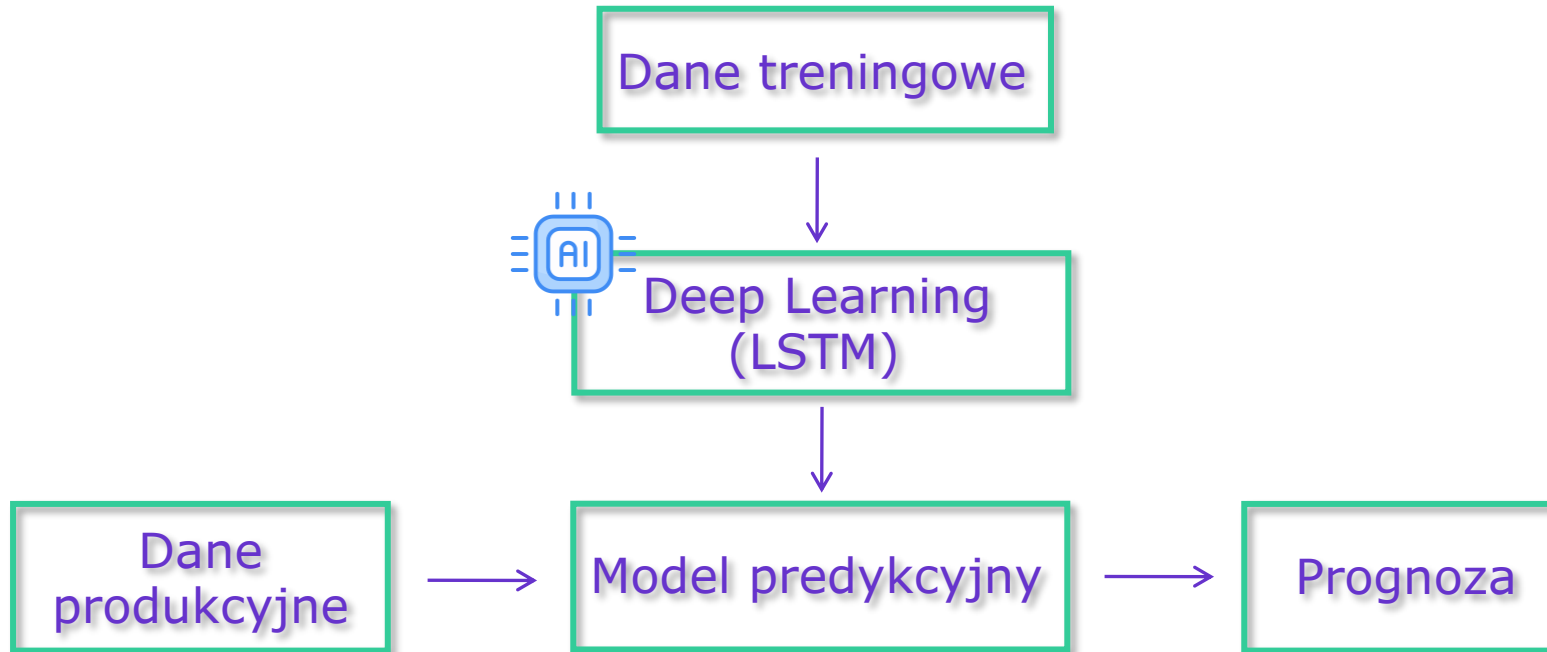
autorskie rozwiązanie

Warstwy sieci



Prognozowanie za pomocą ML

Prognozowanie za pomocą modeli uczenia maszynowego na podstawie oznaczonych danych historycznych umożliwia przewidywanie przyszłych trendów w oparciu o analizę wzorców z przeszłości.



1. Pojęcie(a) sztucznej inteligencji / sieci neuronowe

2. Predykcja krótkoterminowej produkcji OZE

3. Platforma OZE Power Logs and Prediction Tool

Źródła danych instalacji OZE



W ramach projektu pozyskano dane historyczne dla 10 instalacji OZE wśród których 6 instalacji fotowoltaicznych i 4 instalacji wiatrowe.

Energia pierwotna	Farm ID	Ilość T/I	Turbiny/inwertyory	Moc (MW)
Wiatr	WIND1	13	General Electric-GE-X-120-2.78MW-120m-	36,1
Wiatr	WIND3	10	Senvion-MM92-2.05MW-92.5m--	20,5
Słońce	PV666	14	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	0,99
Słońce	PV670	14	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	0,99
Słońce	PV667	14	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	0,99
Słońce	PV671	16	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	1
Słońce	PV668	15	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	1
Wiatr	WIND4	17	Vestas-V112-3MW-112m--	52,3
Słońce	PV669	14	Huawei-SUN2000 66KTL-M0-0.06MW	1
Wiatr	WIND2	10	Senvion-MM92-2.05MW-92.5m--	30,75

Na etapie przygotowywania i analizy zbiorów danych było przeanalizowane:

- dane o alarmach SCADA
- dane pomiarowe czujników podłączonych do SCADA dla PV i instalacji wiatrowych WIND
- informacje przekazane przez operatorów instalacji wiatrowych i instalacji PV
- ujednolicony zestaw danych „Parametry instalacji OZE”

Wybrane stany do automatycznej detekcji instalacji OZE

[stany wybrane do automatycznej detekcji, dla PV]

- wykrywanie zachmurzenia na farmie
- suma mocy
- zagadnienie sensora nasłonecznienia PV
- reguła do zaparowania/zabrudzenia/oblodzenia
- detekcja anomalii pogodowych

[stany wybrane do automatycznej detekcji, dla WIND]

- wykrywanie poprawnego działania turbiny wiatrowej
- wykrywanie oblodzenia łopaty
- wykrywanie zbyt wysokiej prędkości wiatru
- wykrywanie nieprawidłowej temperatury oleju przekładni
- wykrywanie ręcznego zatrzymywania turbiny
- wykrywanie błędu baterii
- wykrywanie wibracji turbiny
- wykrywanie testów automatycznych
- wykrywanie niepoprawnych ciśnień oleju
- wykrywanie niepoprawnych poziomów oleju
- wykrywanie odchylenia wiatru o więcej niż 60 stopni
- wykrywanie odchylenia od krzywej moc

Parametry wykorzystane w uczeniu sieci DNN

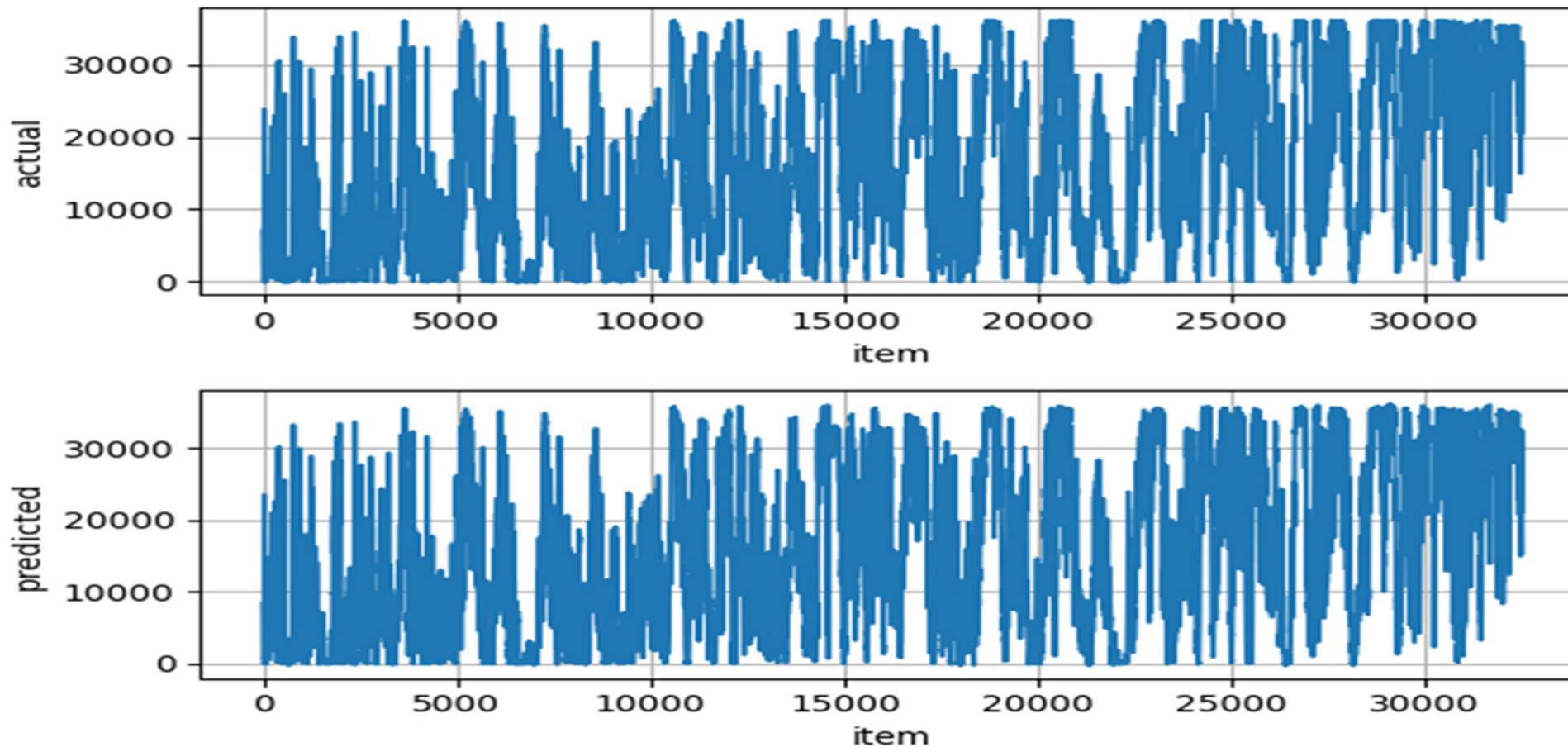
[farmy fotowoltaiczne]

- całkowita wartość z czujnika nasłonecznienia
- wartość dzienna z czujnika nasłonecznienia
- temperatura modułu fotowoltaicznego (średnia)
- temperatura zewnętrzna
- pogoda (promieniowanie słoneczne, zachmurzenie)
- napięcie wejściowe DC temperatura wewnątrz falownika (wartość średnia)
- napięcie wejściowe AC z sieci energetycznej
- współczynnik mocy (power factor)
- moc czynna
- moc bierna
- wartość wyprodukowanej energii przez cały okres użytkowania
- wydajność falownika
- moc wytwarzana przez falownik (średnia)
- dzienna wartość wyprodukowanej energii

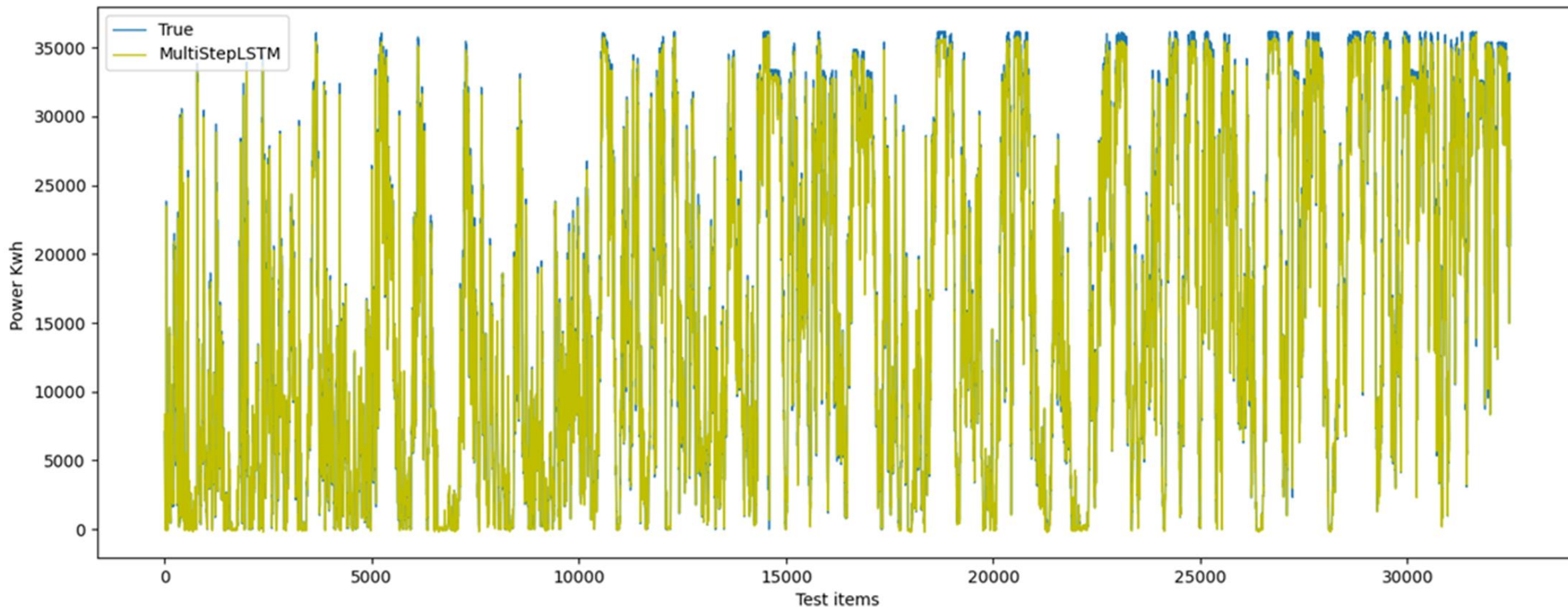
[farmy wiatrowe]

- temperatura łożyska generatora
- temperatura łożyska przekładni
- temperatura gondoli
- RPM wirnika
- prędkość wiatru
- kierunek wiatru
- temperatura otoczenia
- moc bierna
- moc czynna
- napięcie pomiędzy fazami L1, L2, L3
- natężenie pomiędzy fazami L1, L2, L3
- kierunek gondoli
- przyspieszenie wieży
- temperatura przekładni
- średni kąt nachylenia łopatek.

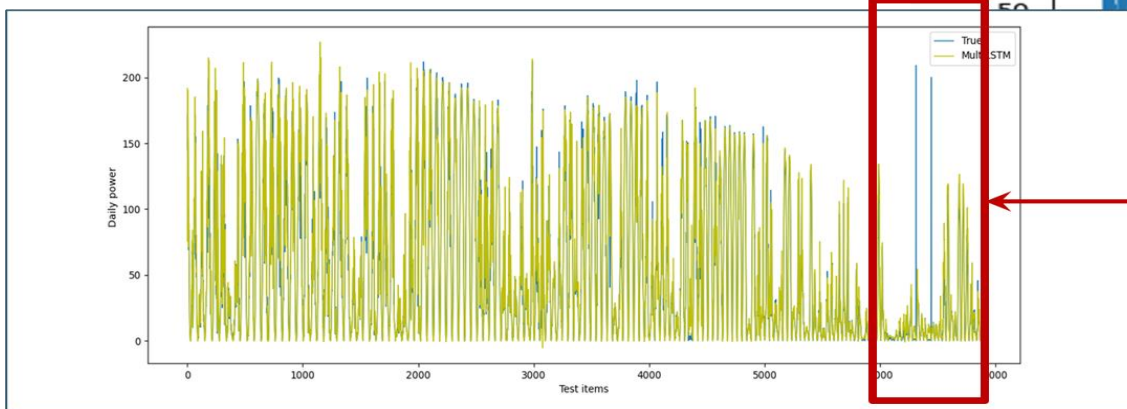
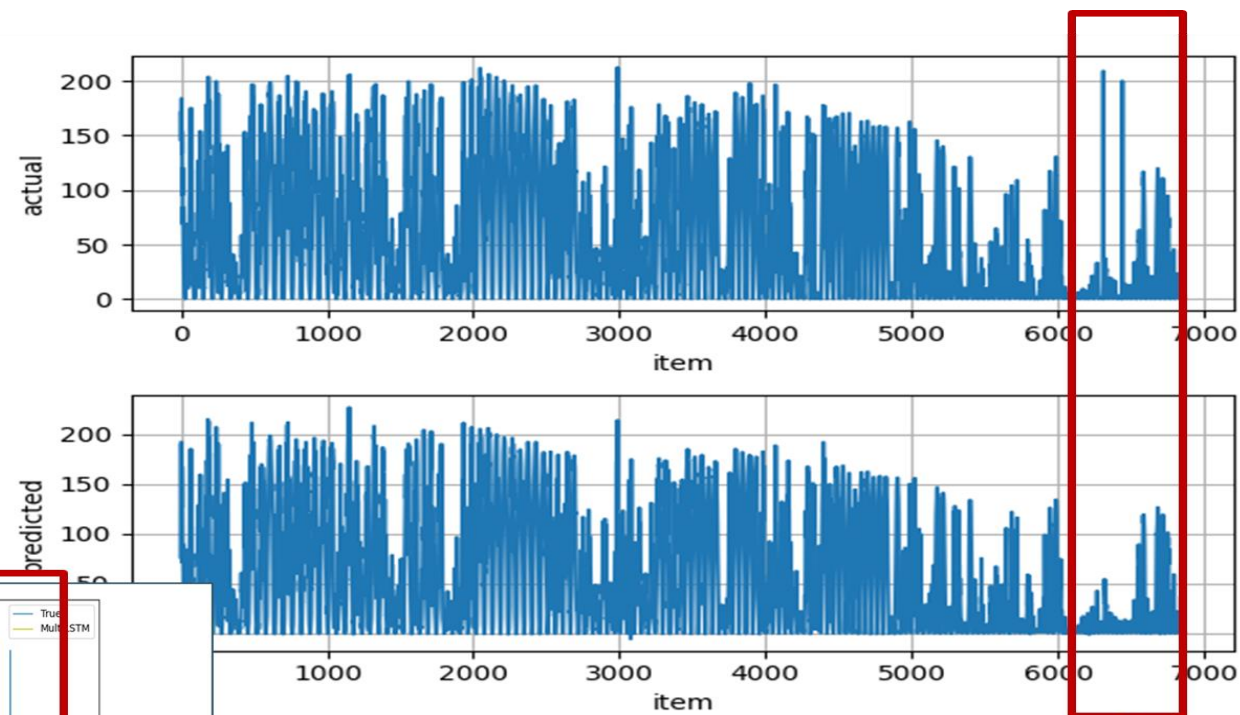
Prognoza vs dane produkcyjne - WIND



Prognoza vs dane produkcyjne - WIND

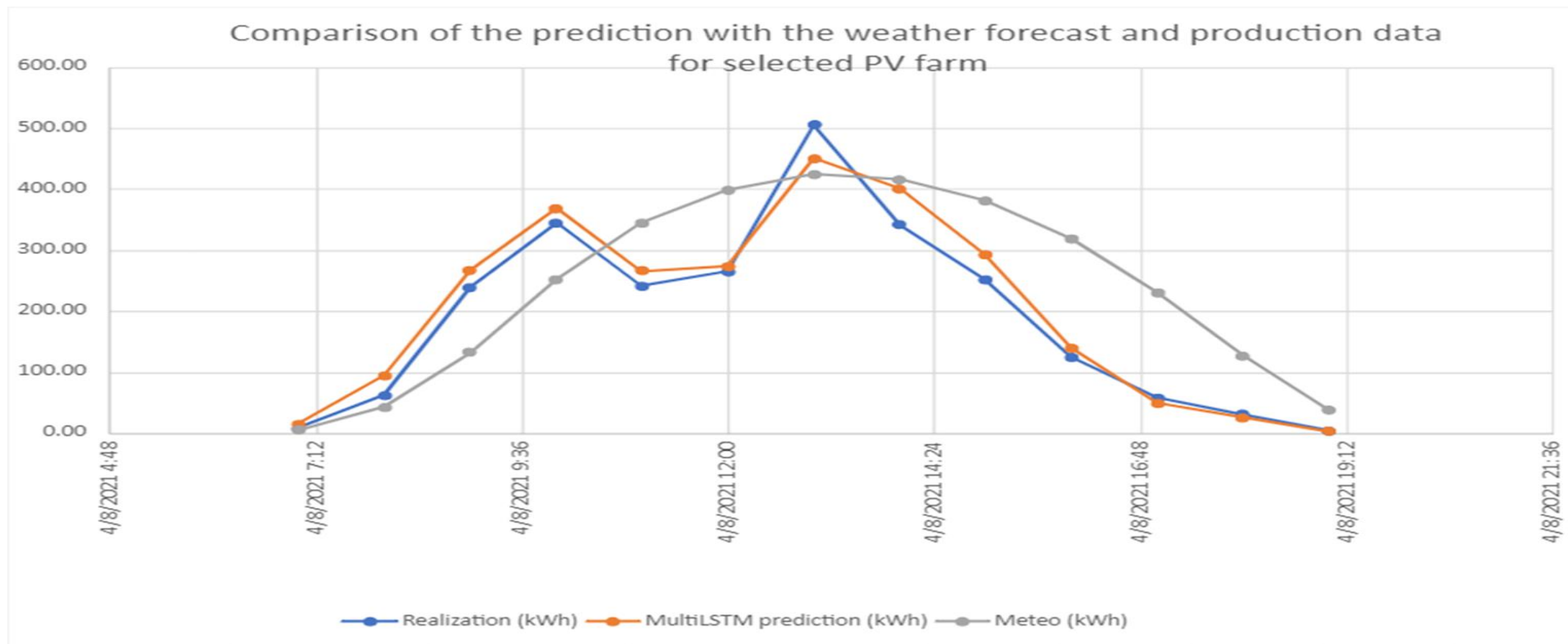


Prognoza vs dane produkcyjne - PV



Prognoza vs. dane produkcyjne - PV

porównanie wyników predykcji PV z predykcją od „dostawcy pogody”



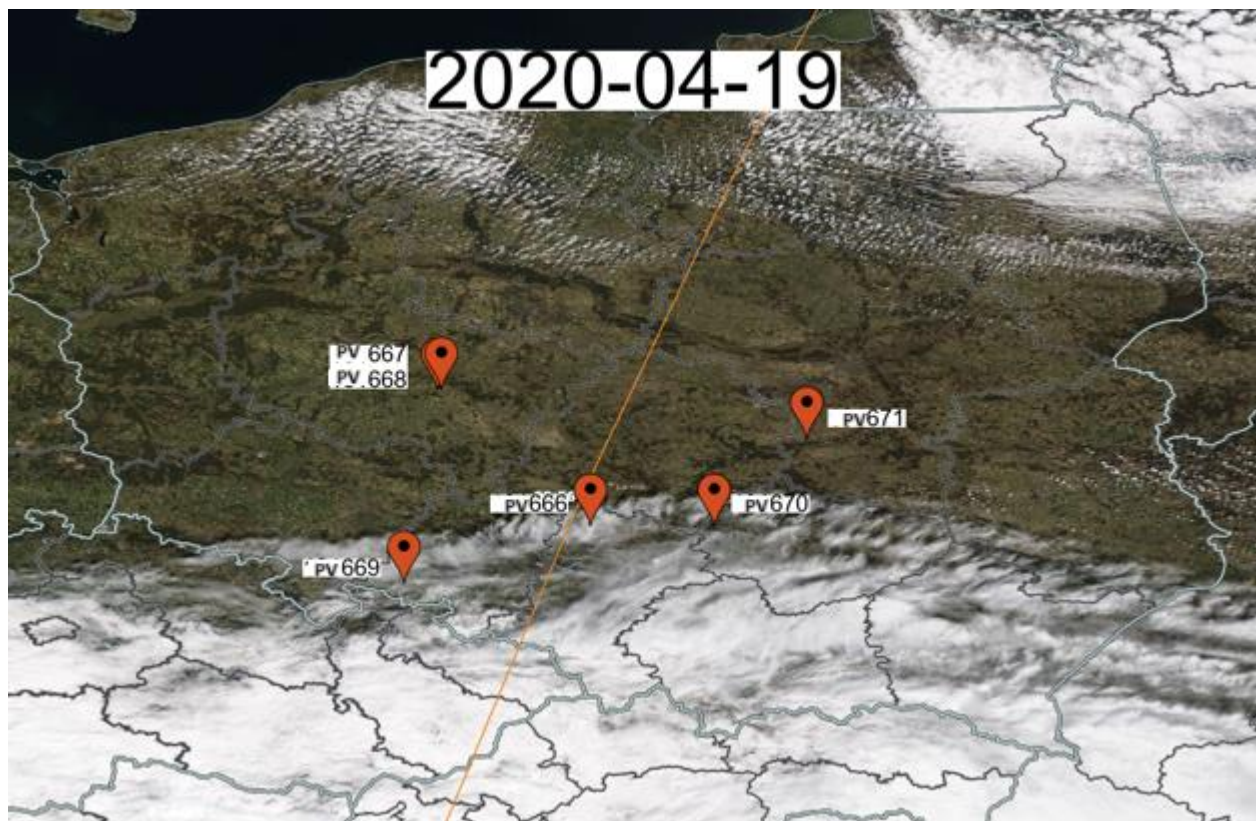
Prognoza vs. dane produkcyjne - PV

Weryfikacja poprawności wykrywania zachmurzenia - mapy NASA

Do weryfikacji posłużyliśmy się między innymi danymi od NASA, która wykonuje zdjęcia zachmurzenia – na całym świecie – codziennie w godz. 9:30 – 10:00 (Warszawa).

Analiza na podstawie danych z okresu Marzec 2020 – Grudzień 2021.

W każdym analizowanym przypadku, dane pochodzące ze zdjęć NASA, pokrywają się z danymi dostarczonymi przez algorytm.



Zdjęcie NASA z zaznaczonymi farmami 19.04.2020

101666	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 09:45:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:00:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:15:00	0.0	97.62	0.0

101667	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	97.62	0.0	0.0
	2020-04-19 09:45:00	97.62	0.0	0.0
	2020-04-19 10:00:00	97.02	0.6	0.0
	2020-04-19 10:15:00	97.02	0.6	0.0

101668	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 09:45:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 10:00:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 10:15:00	100.0	0.0	0.0

101669	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 09:45:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:00:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:15:00	0.0	97.62	0.0

101670	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	77.98	19.64	0.0
	2020-04-19 09:45:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:00:00	0.0	97.62	0.0
	2020-04-19 10:15:00	0.0	97.62	0.0

101671	Czas	Brak_zachmurzenia	Zachmurzenie_czesciowe	Zachmurzenie_calkowite
	2020-04-19 09:30:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 09:45:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 10:00:00	100.0	0.0	0.0
	2020-04-19 10:15:00	100.0	0.0	0.0

1. Pojęcie(a) sztucznej inteligencji / sieci neuronowe
2. Predykcja krótkoterminowej produkcji
3. Platforma OZE Power Logs and Prediction Tool

Przeznaczenie systemu

Platforma OZE Power Logs and Prediction Tool to środowisko służące do monitorowania, analizowania i przewidywania wydajności odnawialnych źródeł energii (OZE), takich jak panele fotowoltaiczne i turbiny wiatrowe. Narzędzie to zbiera dane dotyczące produkcji energii, warunków atmosferycznych i innych istotnych parametrów, a następnie wykorzystuje algorytmy analizy danych i modele prognostyczne, aby przewidywać przyszłą wydajność systemów OZE. Dzięki temu użytkownicy platformy wytwórcy/właściciele OZE i spółki OSD mogą optymalizować zarządzanie i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, minimalizować przestoje i maksymalizować efektywność energetyczną

Odbiorcy docelowi

- Operatorzy Systemów Dystrybucyjnych (OSD).
- Wytwórcy OZE - pojedynczy właściciel [farm wiatrowych i(lub) fotowoltaicznych] lub podmiot reprezentujący grupę właścicieli/wytwórców, który jest zainteresowany, systemem zapewniającym bieżące śledzenie parametrów operacyjnych instalacji, takich jak produkcja energii, wydajność systemu, stan techniczny urządzeń; wspiera zarządzanie zasobami, takimi jak harmonogramy konserwacji i napraw, co pozwala na minimalizowanie przestojów i utrzymanie wysokiej wydajności, a jednocześnie zapewnia narzędzia do prognozowania produkcji, które m.in. jest zobowiązany do przekazania do OSD.

Kluczowe funkcjonalności

- Monitorowanie i rejestrowanie danych
- Analiza danych
- Prognozowanie
- Zarządzanie i optymalizacja
- Integracja z systemami
- Alerty i powiadomienia

Obszary funkcjonalne

[FrontOffice Wytwórca]

Kokpit wytwórcy

Dane identyfikacyjne

Źródła OZE

Dziennik Zdarzeń

Bieżąca produkcja

Prognozy produkcji

Ostrzeżenia i powiadomienia

[FrontOffice OSD]

Kokpit managera

Wytwórcy

Instalacje OZE

Grupy źródeł OZE

Prognozy produkcji

INFORMER

Konfiguracja

Słownik

Użytkownicy

Role

[BackEnd OSD]

API Gateway

RabbitMQ

ApiData Collector

ApiAdapter

PredictionWorker

AplicationData

DecectionWorker

Farms

AlerMonitorService

Wspierane procesy biznesowe

Funkcjonalność obszarów [FrontOffice Wytwórcza] i [FrontOffice OSD] w ujęciu procesów biznesowych, które wspierają

- Definiowanie użytkowników typu właściciel.
- Zarządzanie użytkownikami typu właściciel i ich uprawnieniami.
- Definiowanie użytkowników typu wytwórcza.
- Zarządzanie użytkownikami typu wytwórcza i ich uprawnieniami.
- Zarządzanie autentykacją użytkowników
- Definiowanie wytwórców OZE.
- Definiowanie instalacji OZE.
- Zarządzanie rozbudową/modyfikacjami instalacji OZE.
- Parametryzowanie instalacji OZE.
- Definiowanie wskaźników monitoringu instalacji OZE.
- Definiowanie interfejsów akwizycji danych z systemów SCADA dla instalacji OZE.
- Definiowanie interfejsów akwizycji danych z serwisów pogodowych.
- Definiowanie i zarządzanie kanałami komunikacji.
- Akwizycja danych na potrzeby prognoz.
- Monitorowanie bieżącej produkcji energii.
- Monitorowanie prognoz produkcji.
- Monitorowanie i obsługa dziennika zdarzeń.
- Zarządzanie procesem utrzymaniowym instalacji OZE.

Wsparcie dla co najmniej 18 obszarów biznesowych

Interfejs użytkownika.

[Portal Wytwórcy – kokpit wytwórcy]

FRONT OFFICE - WYTWÓRCA

STAN ŹRÓDEŁ OZE

Status	Komunikacja	Obszar	Kod	Nazwa	Wartość
🔴	🔴	Kraków Południe	XF82346	Kraków Włoska skłep	9 m/s
🔴	🔴	Kraków Południe	XFQ2311	Kraków Psia gorka	9 m/s
🟡	🔴	Kraków Piętnoc	KRT4890	Kraków przychodnia	400 W/m²
🟡	🟢	Kraków Południe	XF82346	Kraków Kościł	17 m/s
🟢	🟢	Kraków Południe	RTU7801	Kraków Remiza	25 m/s
🟢	🟢	Kraków Południe	DFG6703	Kraków Matborska skłep 2	351 W/m²
🟢	🟢	Kraków Południe	DRH894	Kraków Fabryczna przystanek	10 m/s

HISTORIA PRODUKCJI

MOC CHWILOWA - OBSZARY

POŁOŻENIE ŹRÓDEŁ OZE

MOC CHWILOWA - ŹRÓDŁA

PRZESTOJE

PLANOWANE

POWIADOMIENIA

WIADOMOŚCI

BIBLIOTEKA

WIZYTÓWKI

OPINIE

POŁOŻENIE ŹRÓDEŁ OZE

BIEŻĄCA PRODUKCJA [KWH] - OBSZARY

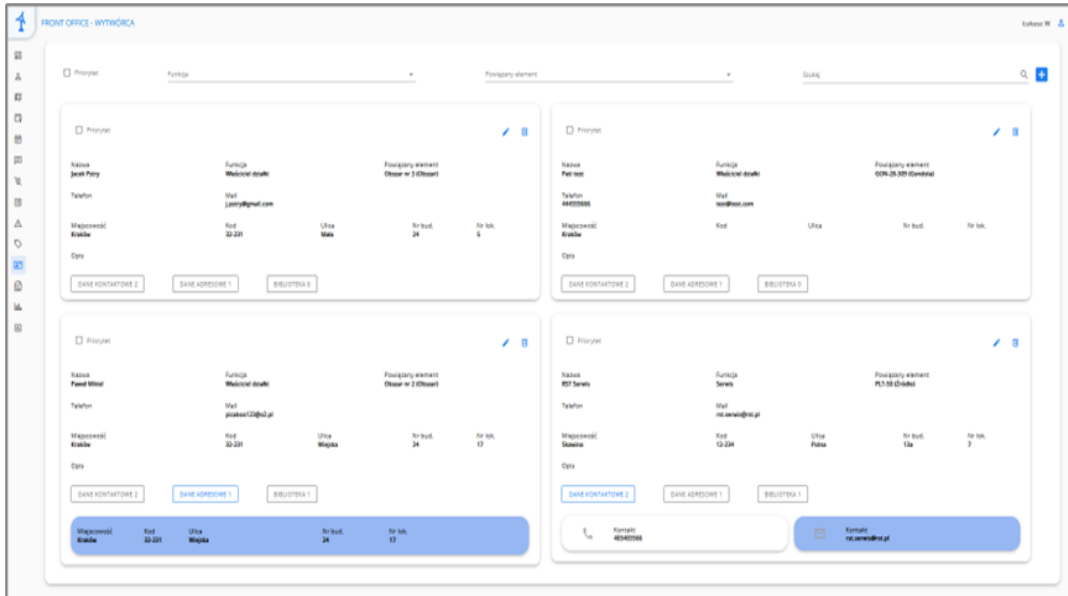
BIEŻĄCA PRODUKCJA [KWH] - INSTALACJE

STAN INSTALACJI

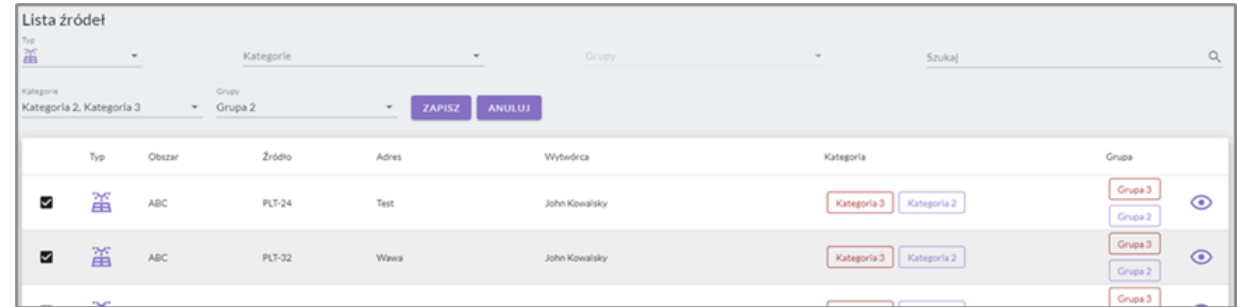
Status	Komunikacja	Obszar	Kod	Nazwa	Wartość
🟢	🔴	ENEА - EUROWIND - Wągrowiec	TRB-61-35	T1 - Servion	0 m/s
🟢	🔴	ENEА - EUROWIND - Wągrowiec	TRB-61-45	T1 - Servion	0 m/s
🟢	🔴	ENEА - EUROWIND - Wągrowiec	TRB-61-46	T2 - Servion	0 m/s

Interfejs użytkownika.

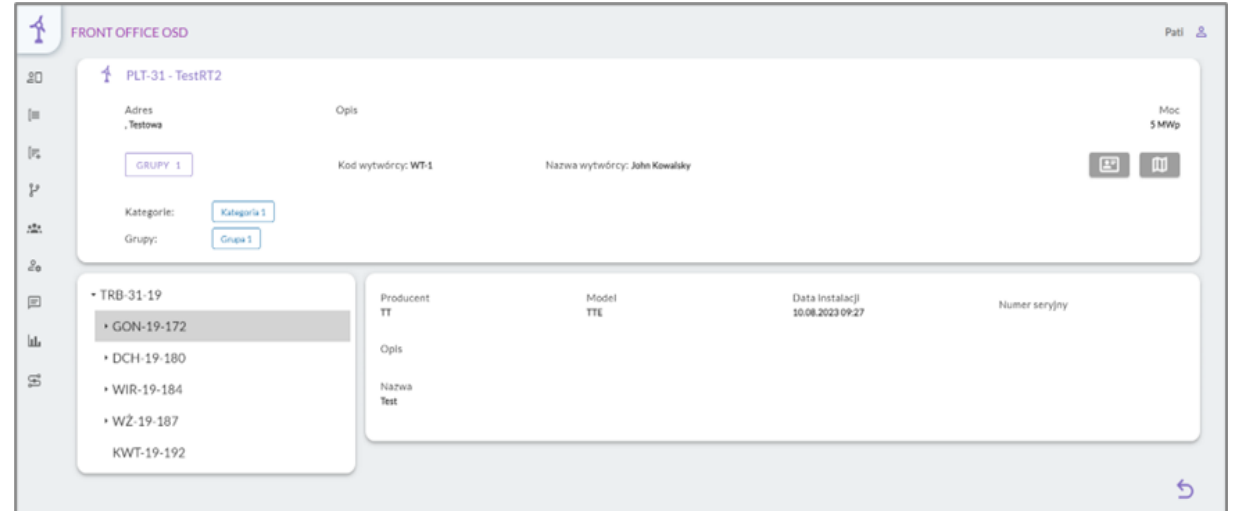
[Portal Wytwórcy – wizytówki]



[Portal OSD – lista źródeł OZE]

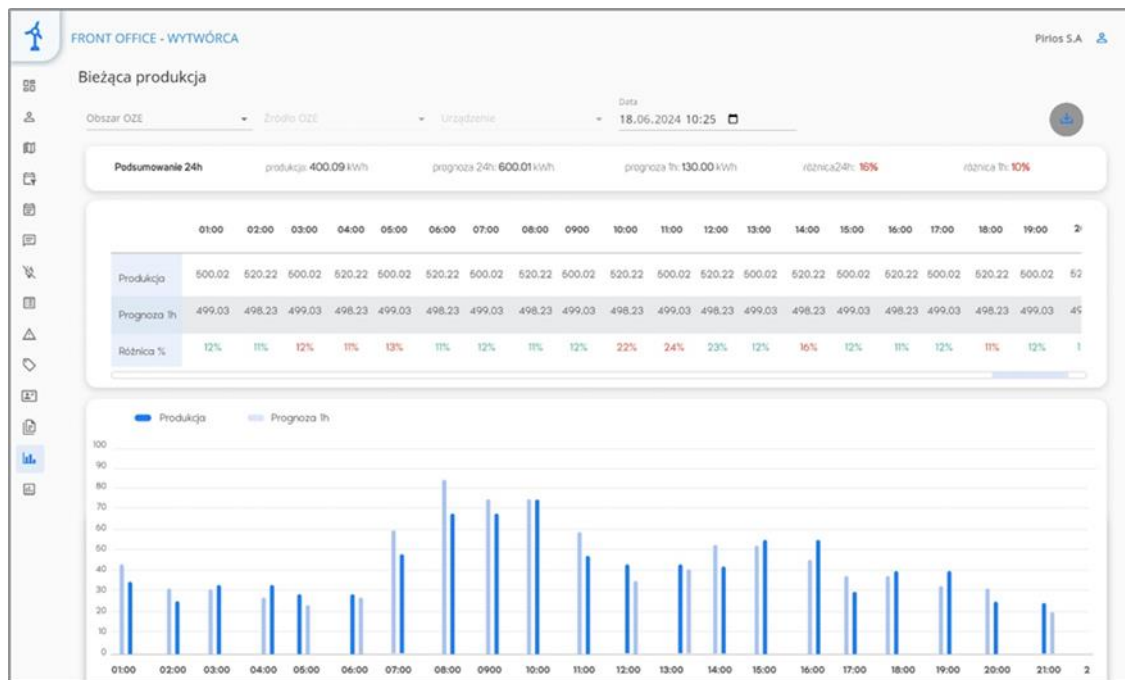


[Portal OSD – karta źródła OZE]

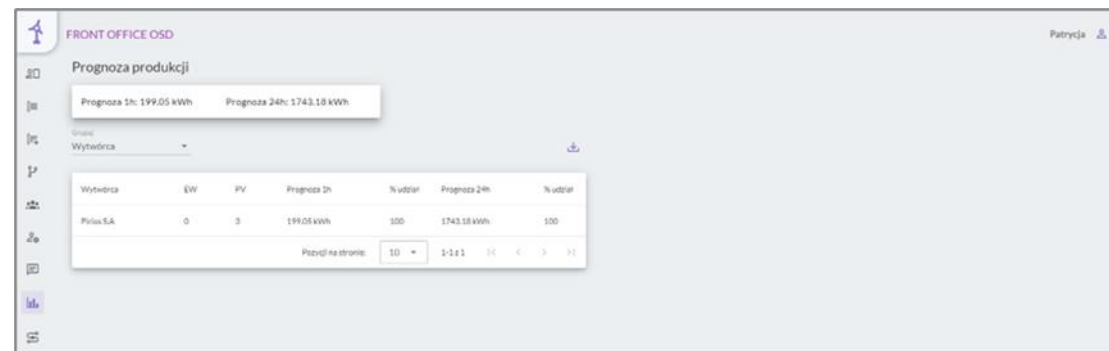


Interfejs użytkownika.

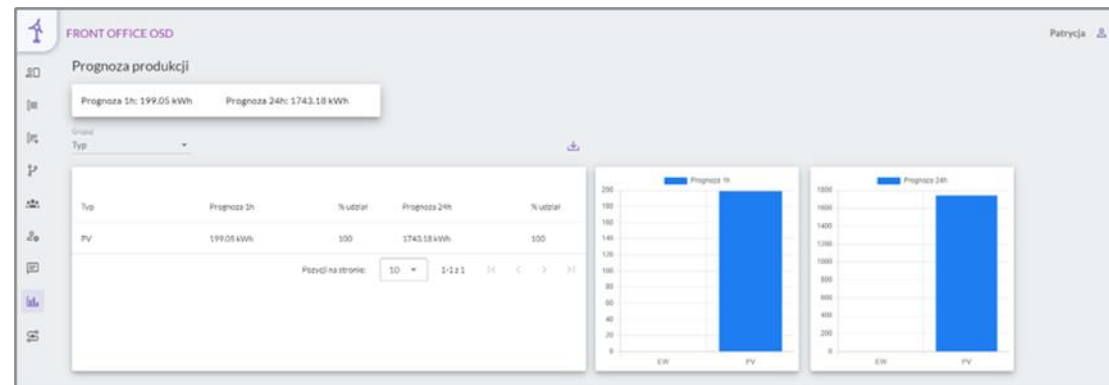
[Portal Wytwórcy – bieżąca produkcja]



[Portal OSD – prognoza produkcji - wg wytwórcy]

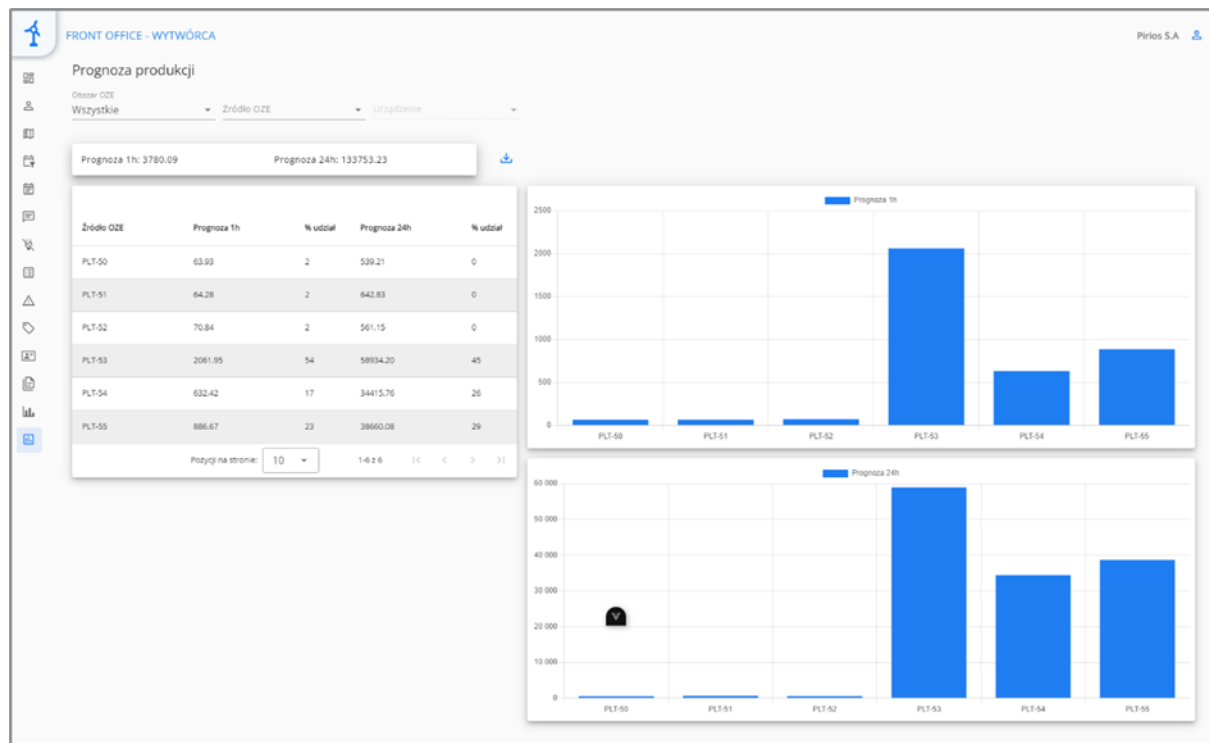


[Portal OSD – prognoza produkcji - wg typu instalacji]



Interfejs użytkownika.

[Portal Wytwórcy – prognoza produkcji]



Typ	Obszar	Źródło	Adres	Wytwórca	Kategoria	Grupa
🏠	ABC	PLT-6	Buławowa 35 Kraków 31-965	John Kowalski	Kategoria 3	Grupa 3
🏠	ABC	PLT-24	Test	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-27	Kraków	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-29	Testowa	John Kowalski	Kategoria 1	Grupa 1
🏠	ABC	PLT-31	Testowa	John Kowalski	Kategoria 1	Grupa 1
🏠	ABC	PLT-32	Wawa	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-33	testowa Kraków	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-34	Lublin	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-35	Lublin	John Kowalski		
🏠	ABC	PLT-36	Lublin	John Kowalski		

[Portal Wytwórcy – lista powiadomień]

Powiązany element	Data wystąpienia	Powiadomienie	Poziomu przek.	Opis	Komentarz	Zapoznane
KR7803 (Grupa)	22.12.2022 11:14	Błąd turbiny		Lorem ipsum dolor...	Lorem ipsum dolor ...	👤 ✓ X
KRP4449 (Źródło)	23.12.2022 10:36	Przegrzanie układu napędowego		Lorem ipsum dolor ...	Lorem ipsum dolor ...	👤 📄
KRP2190 (Grupa)	23.12.2022 12:50	Produkcja energii w przedziale 1 godzina mniejsza o 10% niż prognoza	12%	Lorem ipsum dolor ...	Lorem ipsum dolor ...	👤 📄
TRJ3497 (Grupa)	26.12.2022 05:04	Produkcja energii w przedziale 1 dzień mniejsza/większa o 20% niż prognoza	26%	Lorem ipsum dolor ...	Lorem ipsum dolor ...	👤 📄
KRP2190 (Źródło)	27.12.2022 14:10	Przewidywana prognoza w przedziale 1 godzina większa o 15% niż średnia ...	19%	Lorem ipsum dolor ...	Lorem ipsum dolor ...	👤 📄

DZIĘKUJE ZA UWAGĘ

Rafał Wojciechowski

@ rafal.wojciechowski@pirios.com

 697 380 087