



Analiza wyboru parametrów pracy magazynu energii współpracującego z turbiną wiatrową

Autorzy:

Piotr Olczak, Michał Kopacz

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

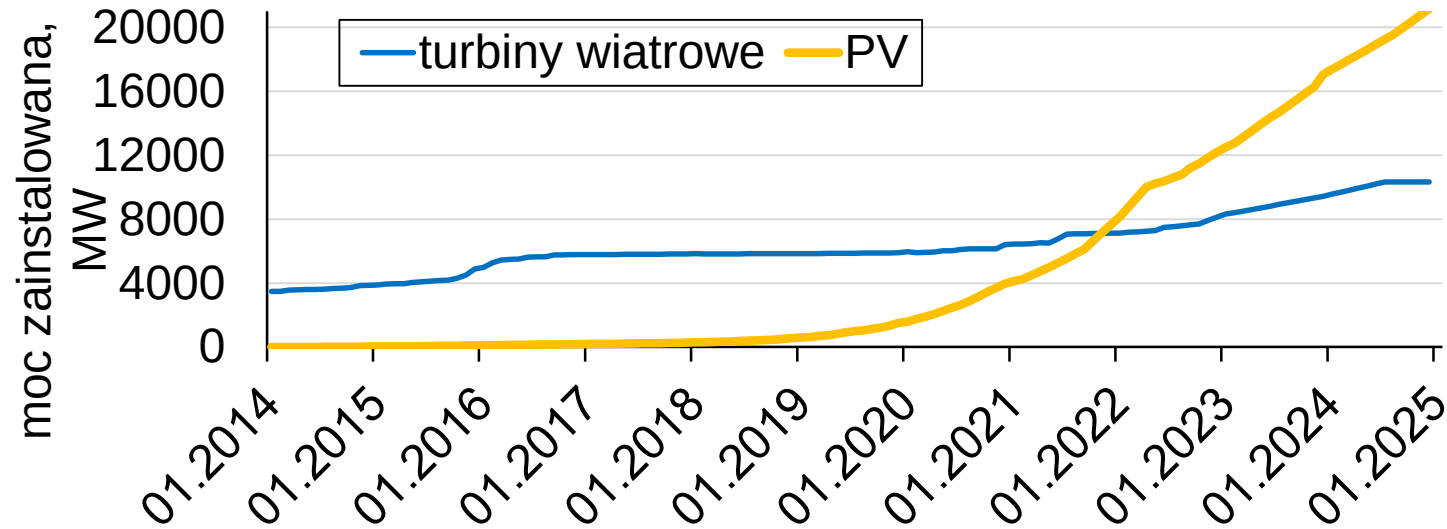
Sesja VII

Konferencja: **Gospodarka-Surowce-Energia-Środowisko-Społeczeństwo**
z cyklu: **Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii**
w Gospodarce Krajowej, **21.10.2025 r., Kościelisko**



Wprowadzenie pogodowo zależne OZE

2 / 23



Dynamiczny rozwój niesterowalnych źródeł OZE:

- **Moc zainstalowana:**

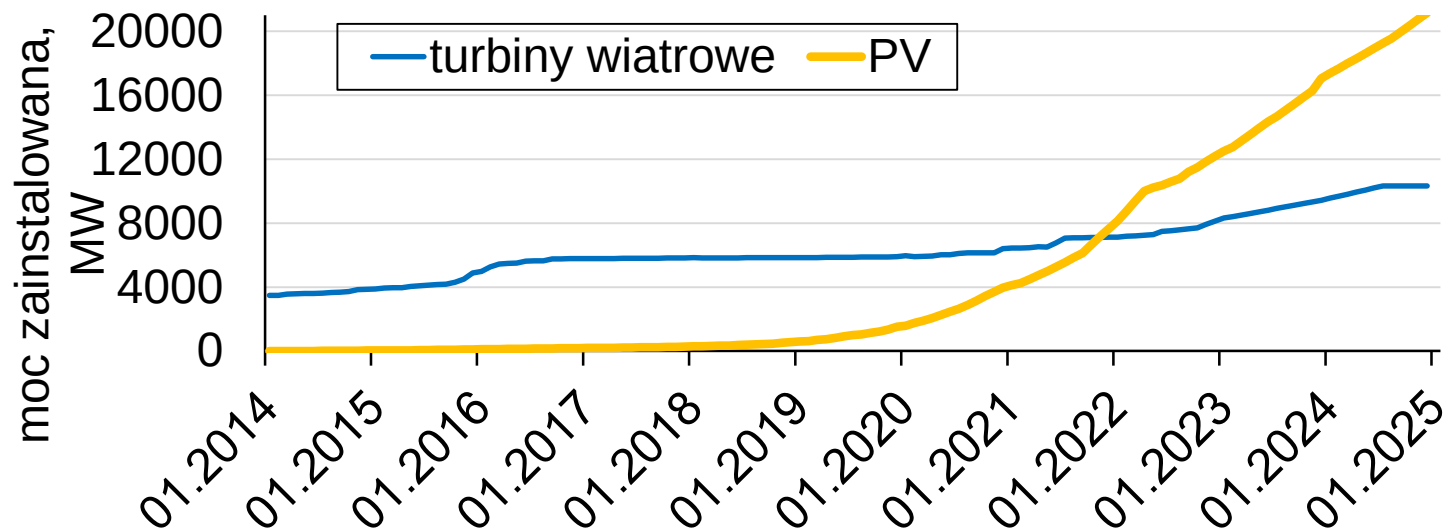
- 2015 XII: 5,0 GW
- 2020 XII: 10,4 GW
- 2023 XII: 26,5 GW
- 2025 VI: 34,0 GW

Opracowanie własne na podstawie danych PSE



Wprowadzenie pogodowo zależne OZE

3 / 23



Dynamiczny rozwój niesterowalnych źródeł OZE:

- **Moc zainstalowana:**
 - 2015 XII: 5,0 GW
 - 2020 XII: 10,4 GW
 - 2023 XII: 26,5 GW
 - 2025 VI: 34,0 GW

Aktualizacja Krajowego planu na rzecz energii i klimatu (KPEiK): cele do 2030 roku

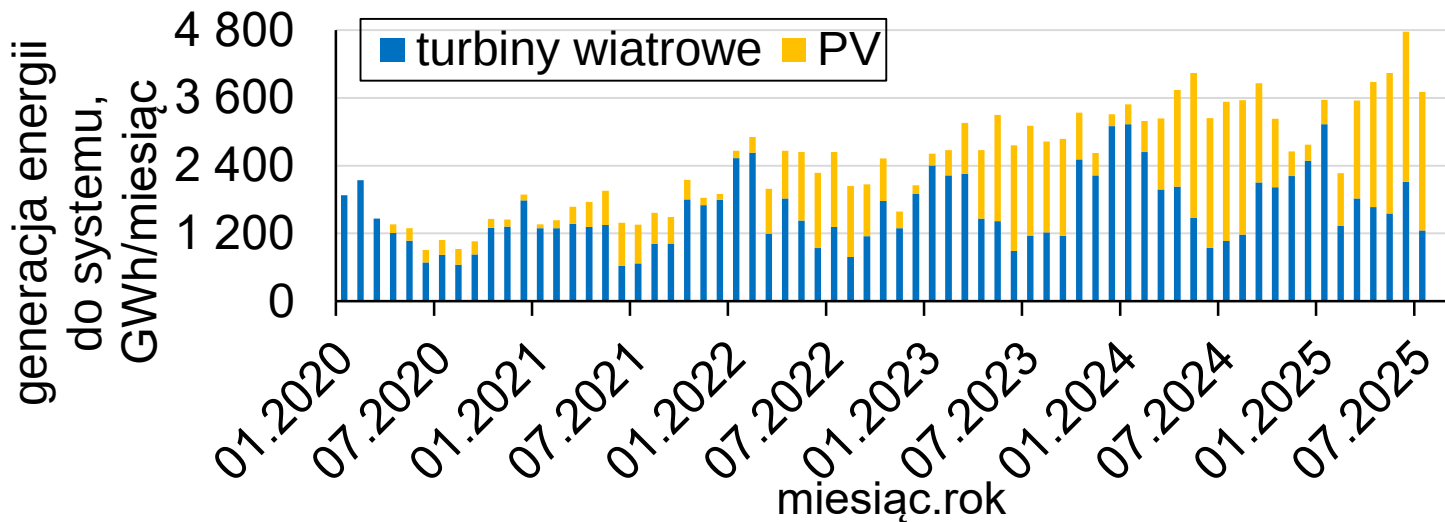
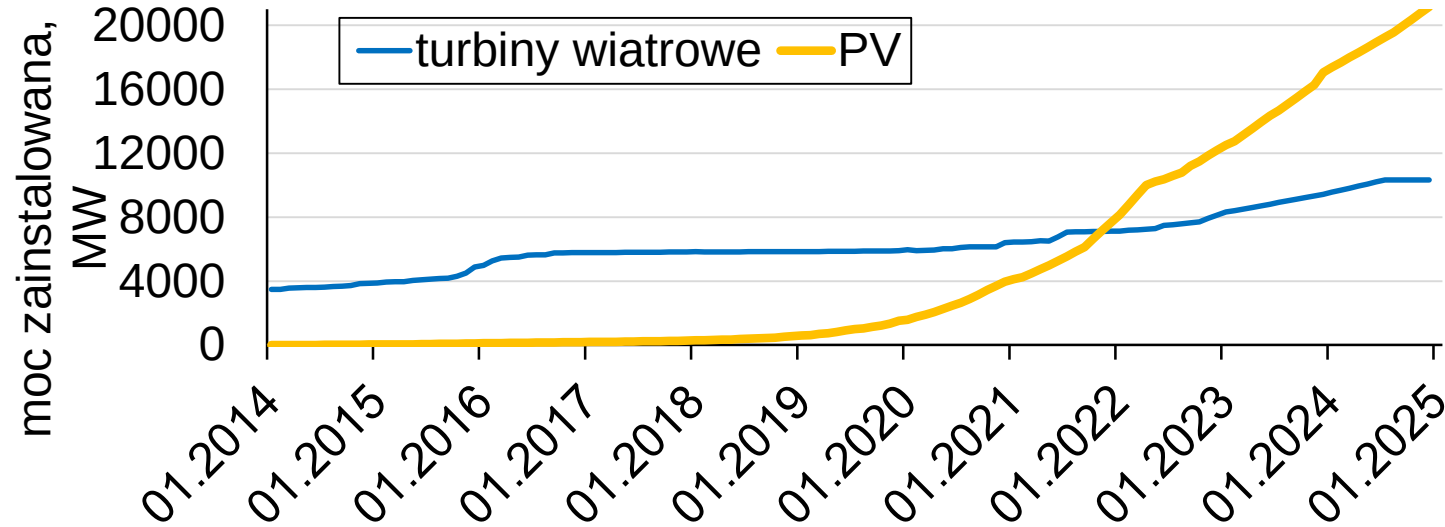
- **Fotowoltaika: z 23 GW do 31,7 GW**
- **Turbiny Wiatrowe: z 11 GW do 22,5 GW**
 - Turbiny wiatrowe na lądzie (onshore): 16,6 GW
 - Morskie turbiny wiatrowe (offshore): 5,9 GW

Opracowanie własne na podstawie danych PSE, KPEiK



Wprowadzenie pogodowo zależne OZE

4 /23



Dynamiczny rozwój niesterowalnych źródeł OZE:

• Moc zainstalowana:

- 2015 XII: 5,0 GW
- 2020 XII: 10,4 GW
- 2023 XII: 26,5 GW
- 2025 VI: 34,0 GW

• Ilość energii dostarczonej do systemu:

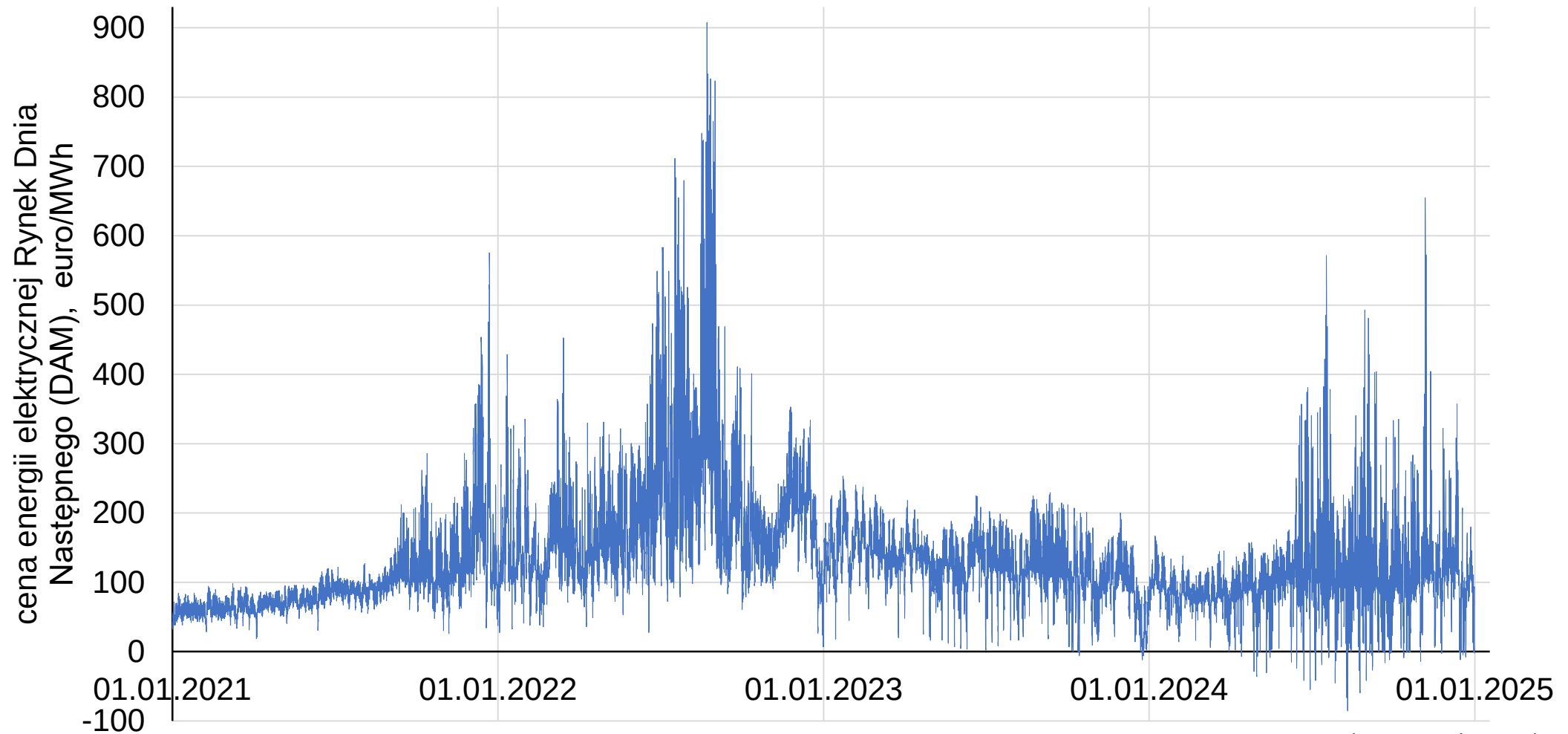
- 2020: 19,9 TWh
- 2024: 40,5 TWh

Opracowanie własne na podstawie danych PSE



Ceny energii elektrycznej

5 /23

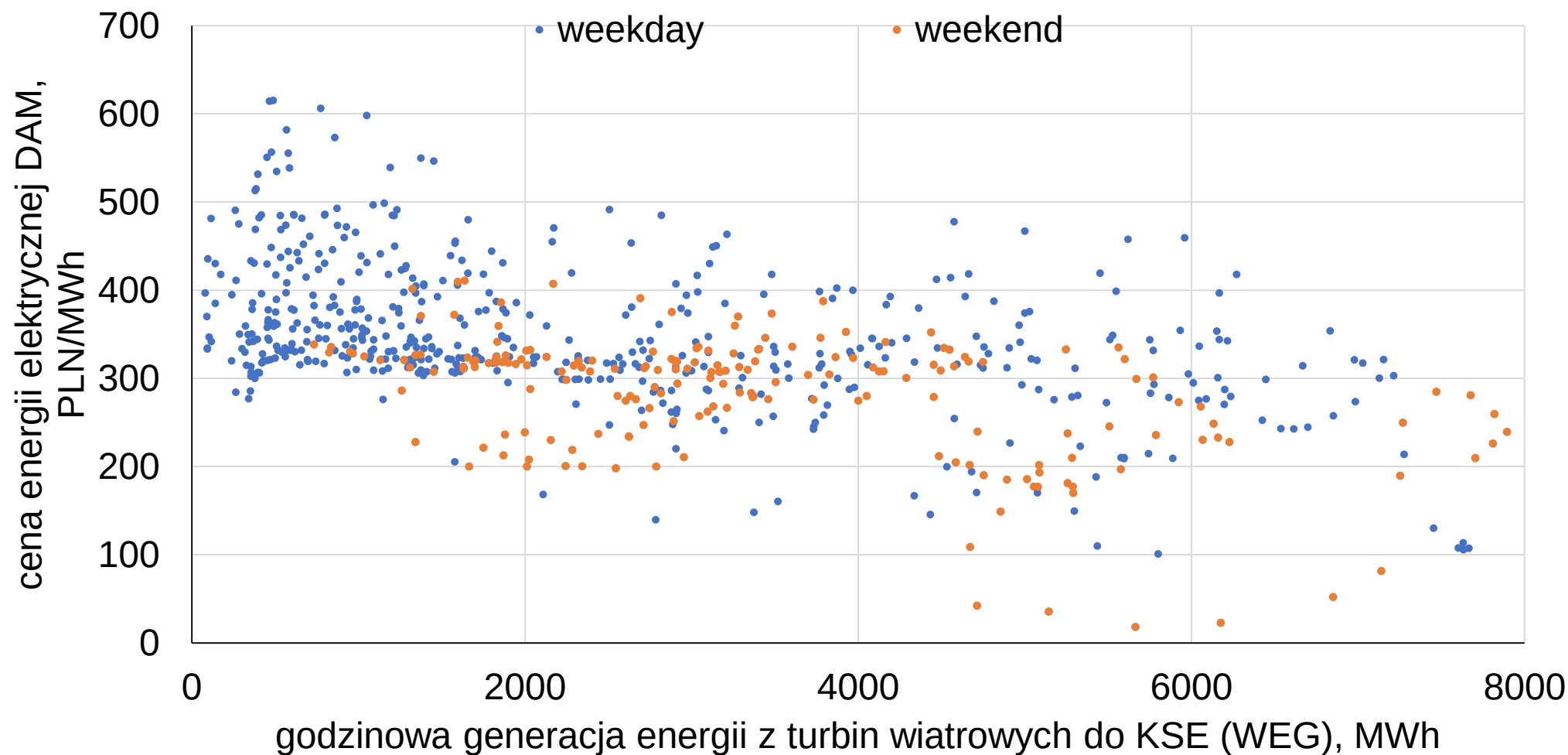


Opracowanie własne na podstawie danych TGE, ENTSOE



Ceny energii elektrycznej a wytwarzanie energii z turbin wiatrowych – 1 miesiąc

6 / 23



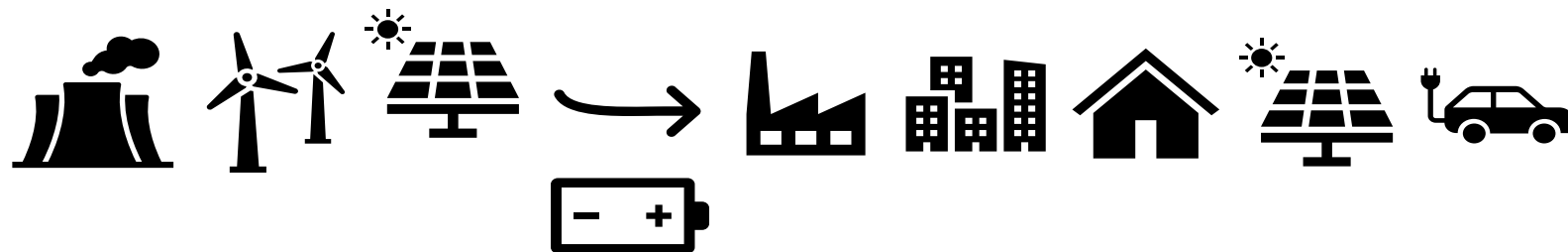
Opracowanie własne na podstawie danych TGE, ENTSOE



Wprowadzenie

Rynek energii - magazynowanie

7 /23



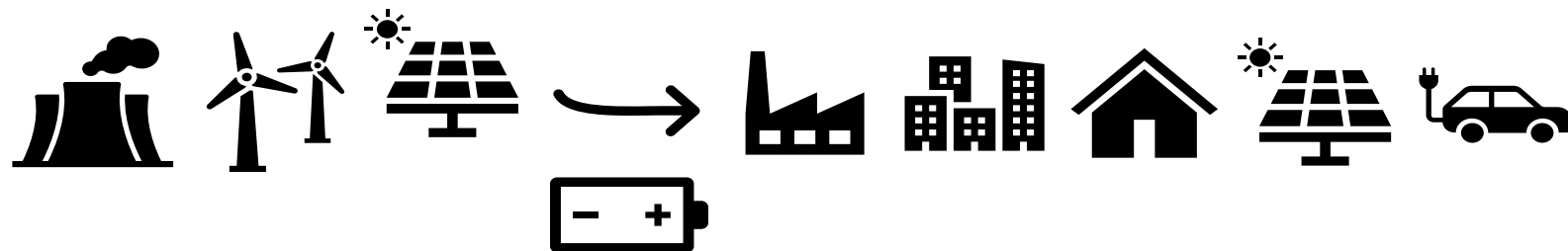
- **Kupić tanio, sprzedać drogo**



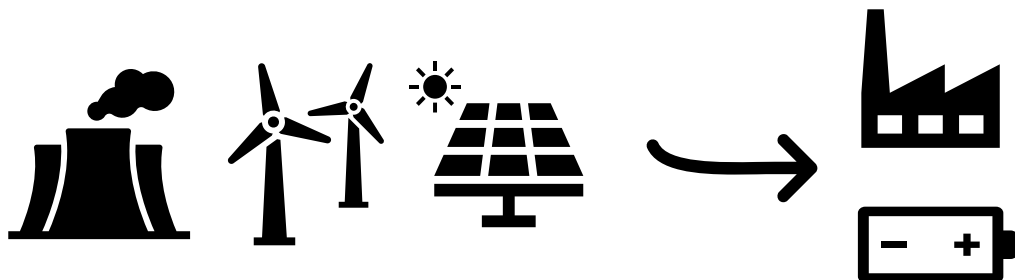
Wprowadzenie

Rynek energii - magazynowanie

8 /23



- **Kupić tanio, sprzedać drogo**



- **Kupić tanio, zużyć kiedy drogo**

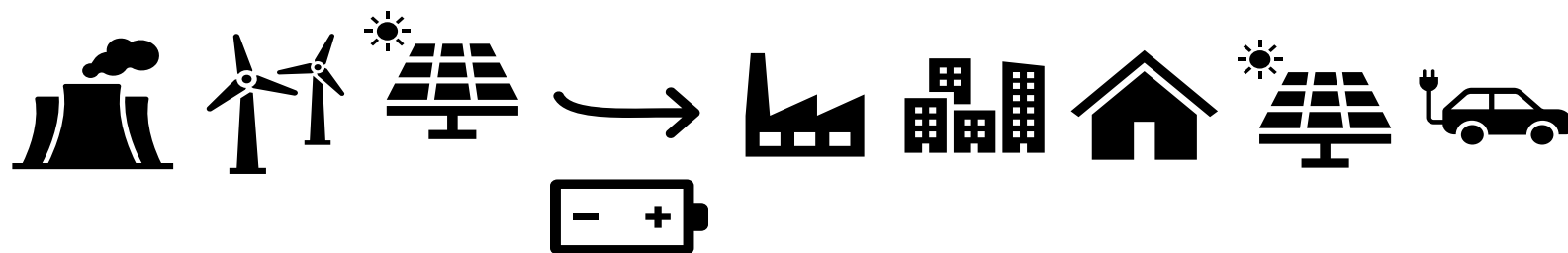
Popytowe podejście



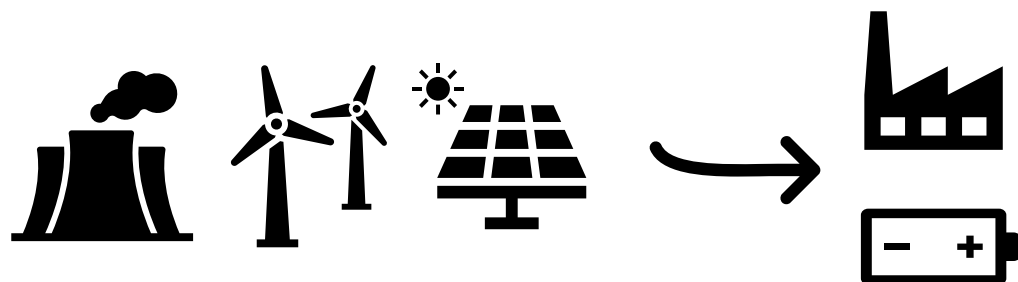
Wprowadzenie

Rynek energii - magazynowanie

9 / 23

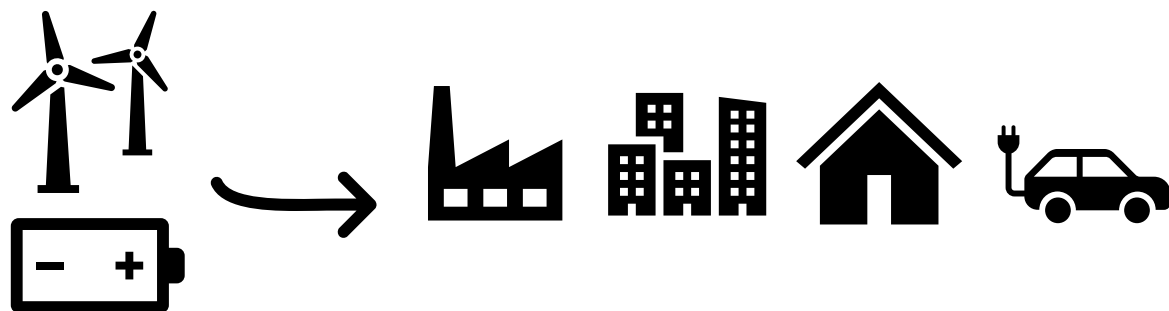


- **Kupić tanio, sprzedać drogo**



- **Kupić tanio, zużyć kiedy drogo**

Popytowe podejście



- **Zmagazynować kiedy tanio, sprzedać gdy drogo**

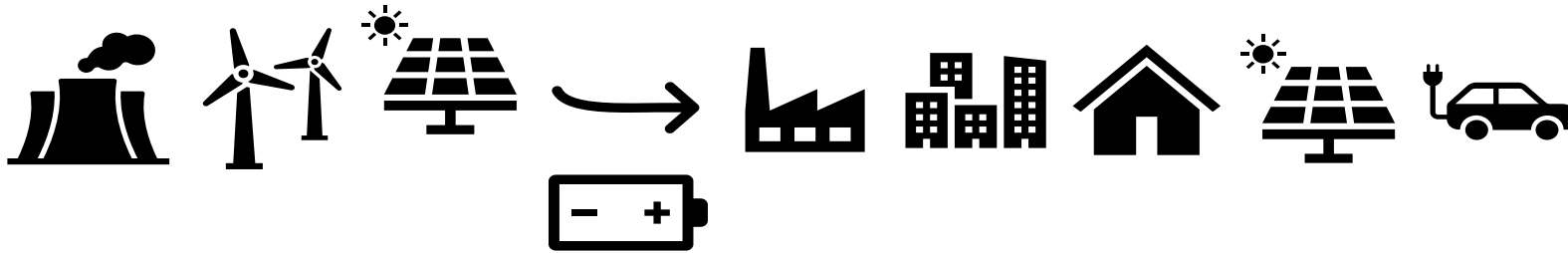
Podażowe podejście



Wprowadzenie

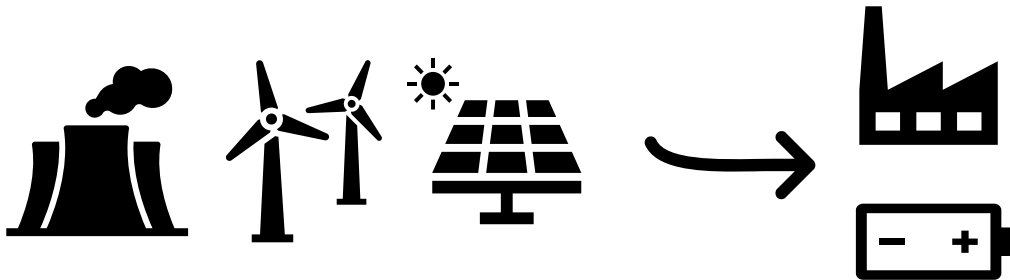
Rynek energii - magazynowanie

10 / 23



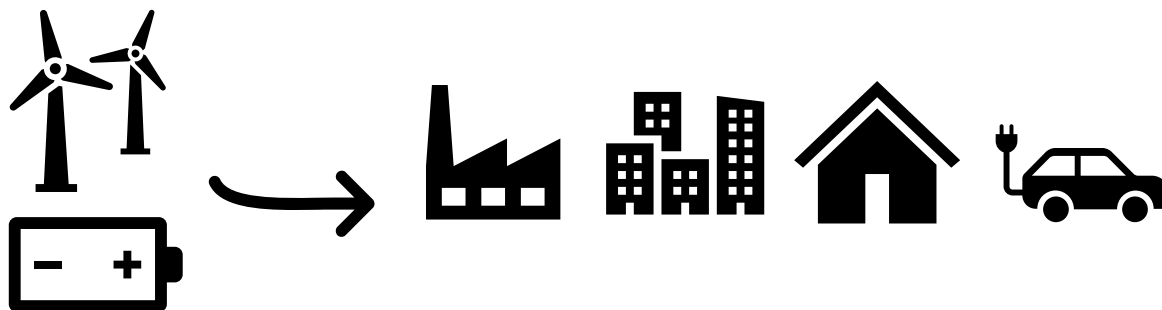
- ~~Kupić tanio, sprzedać drogo~~

Poza zakresem analizy



- ~~Kupić tanio, zużyć kiedy drogo~~

Poza zakresem analizy



- Zmagazynować kiedy tanio, sprzedać gdy drogo

Podażowe podejście

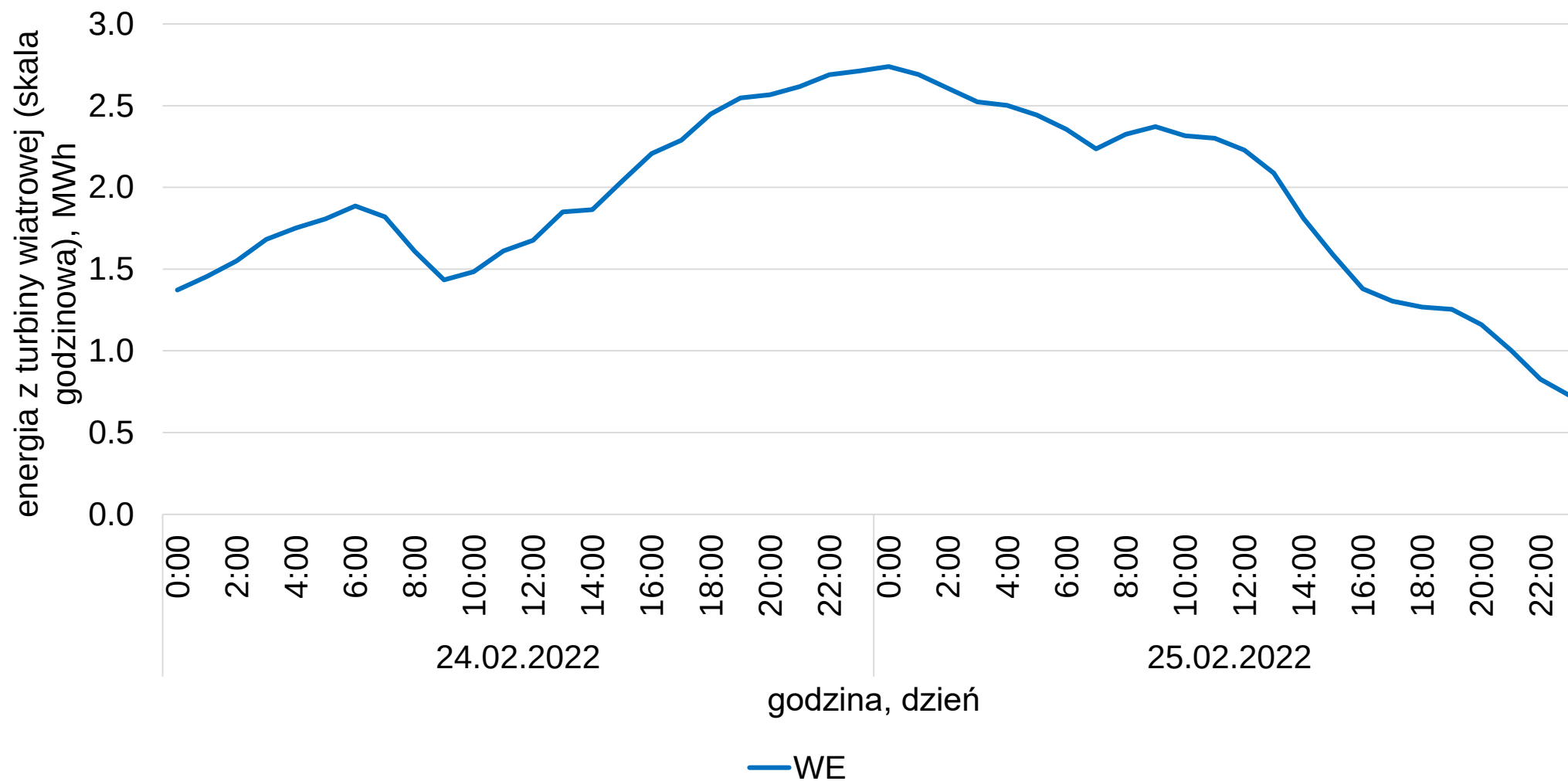


- **Maksymalna moc ładowania i rozładowania: $maxP$**
- **Minimalna moc ładowania: $minP$**
- **Sygnał sterujący – odchylenie od historycznej średniej $mDAM$, FP**
- **Okres średniej historycznej: godziny aH**
- **Stałe parametry:**
 - pojemność magazynu użyteczna 2,4 MWh, całkowita 4 MWh
 - moc turbiny wiatrowej: 3 MW
- **Sprzedaż energii na Rynku Dnia Następnego**



Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni

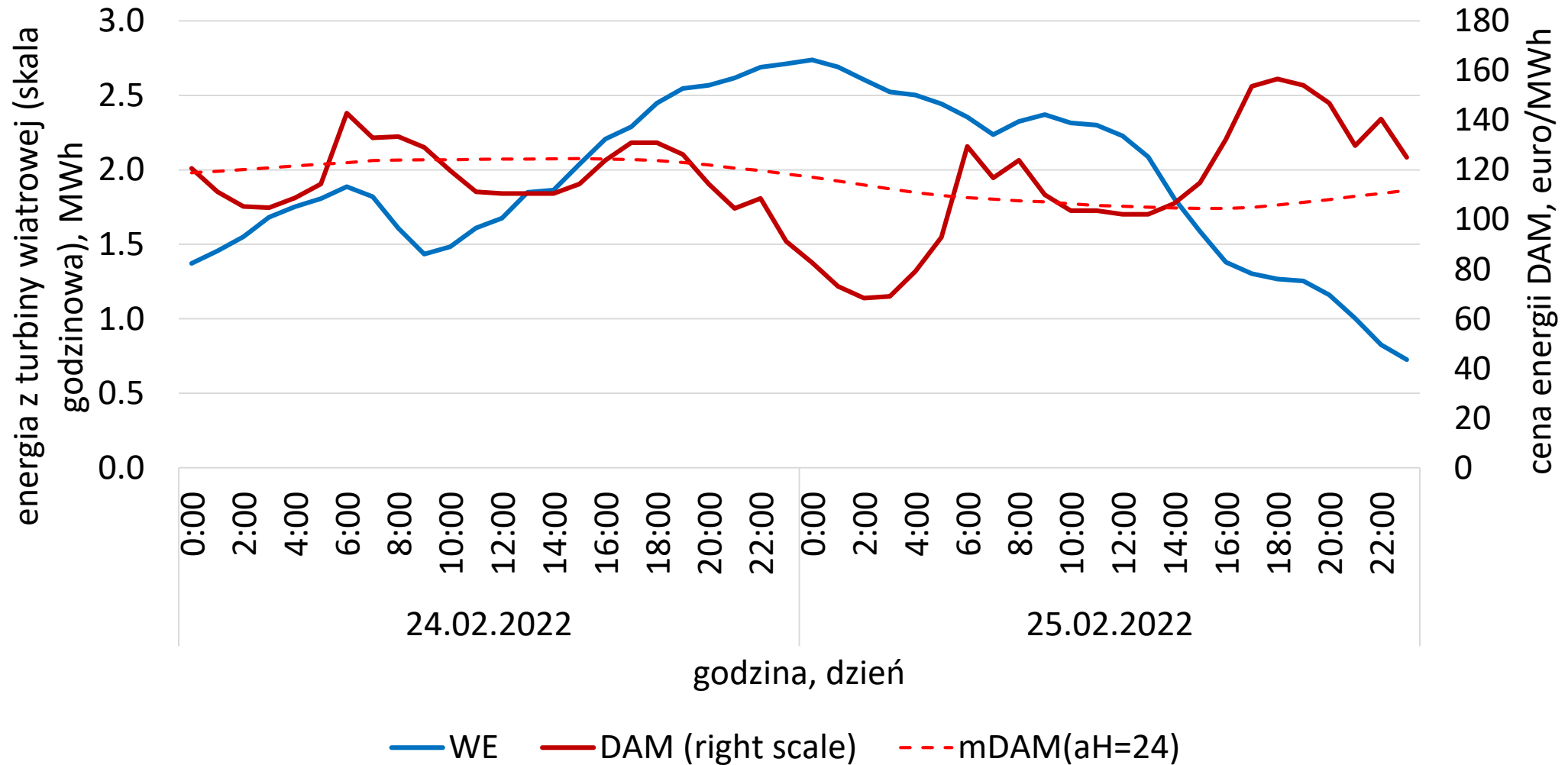
12 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni

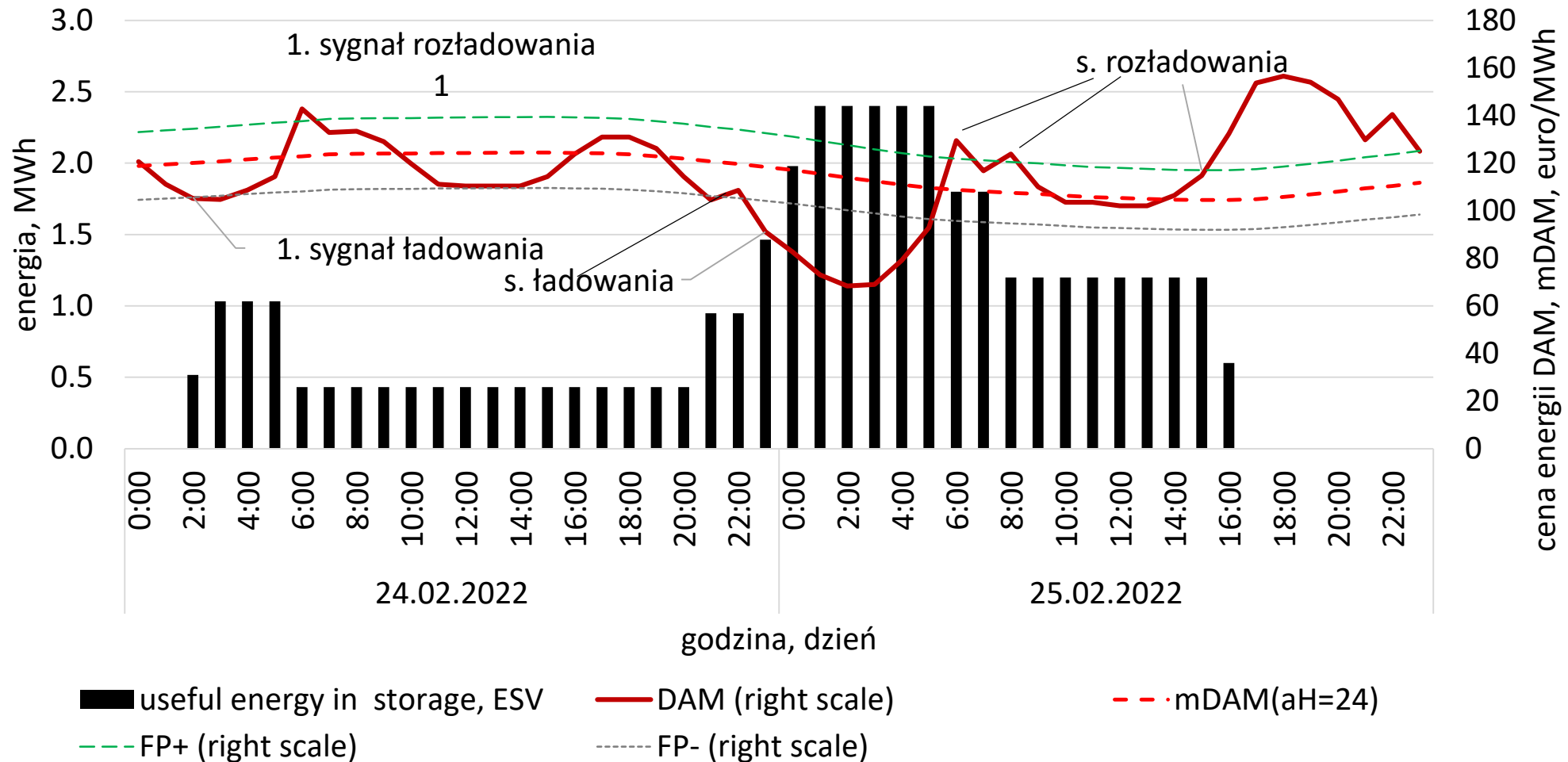
13 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni

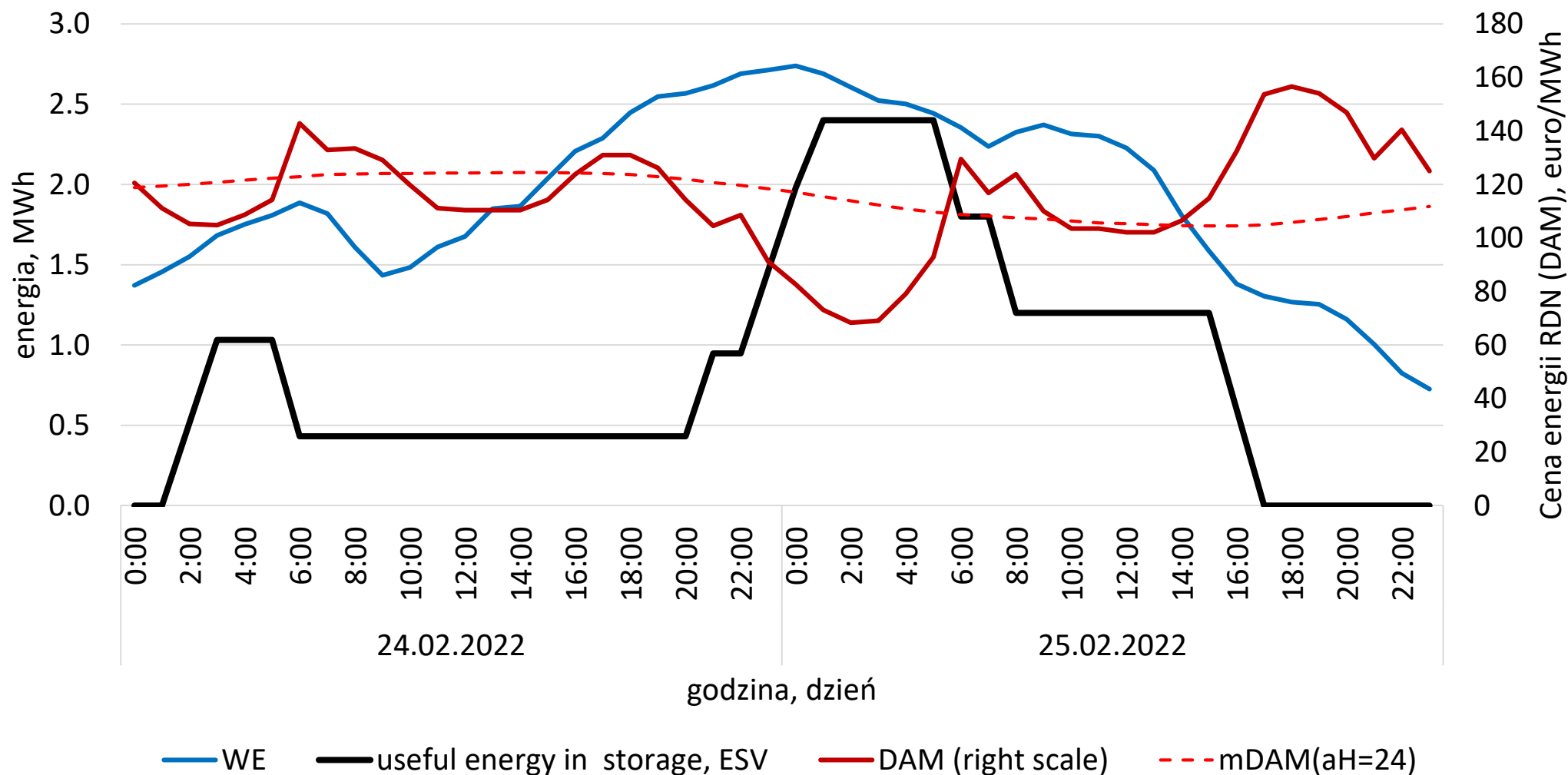
14 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni

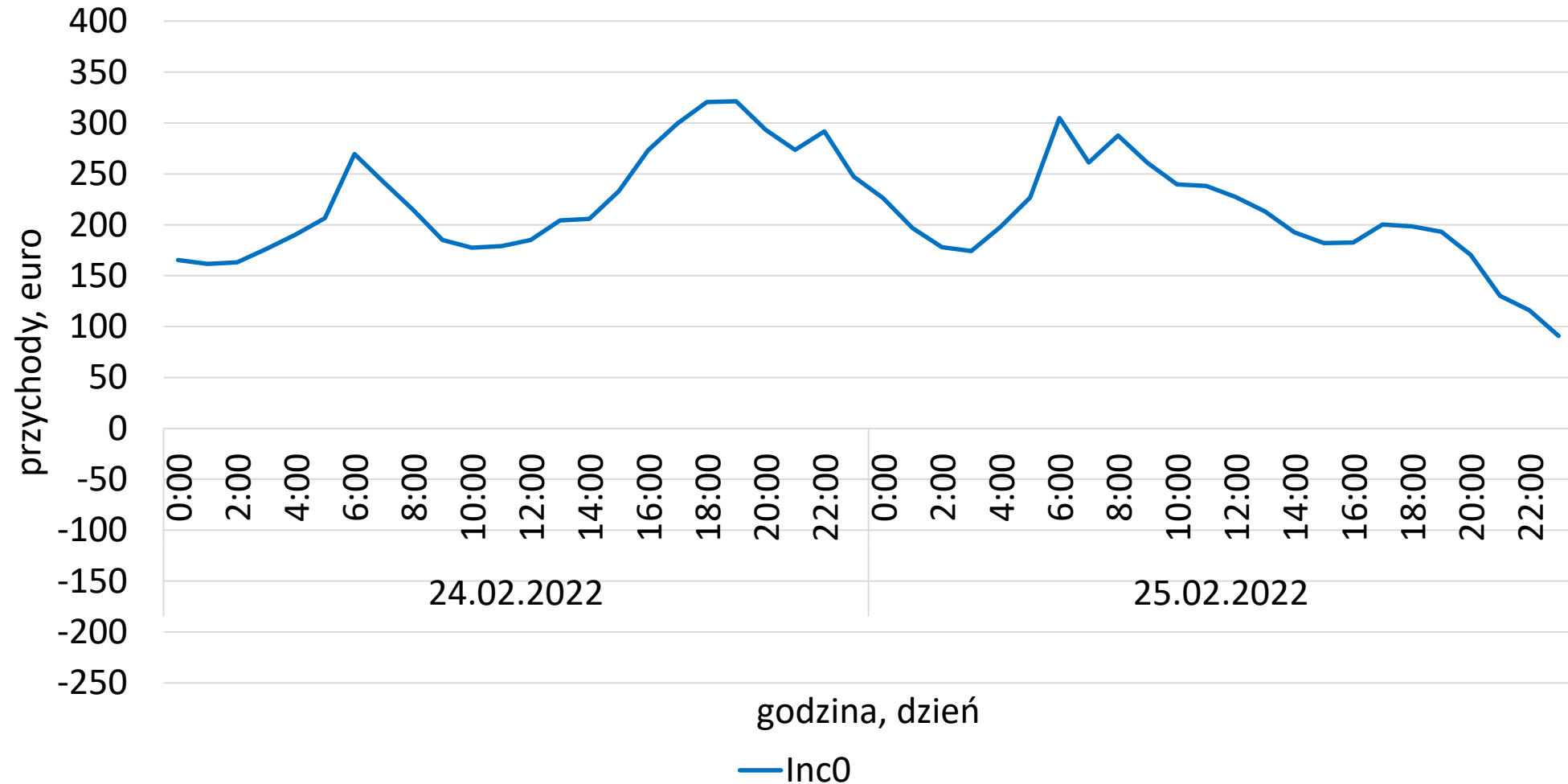
15 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni: przychody i różnice w przychodach (1)

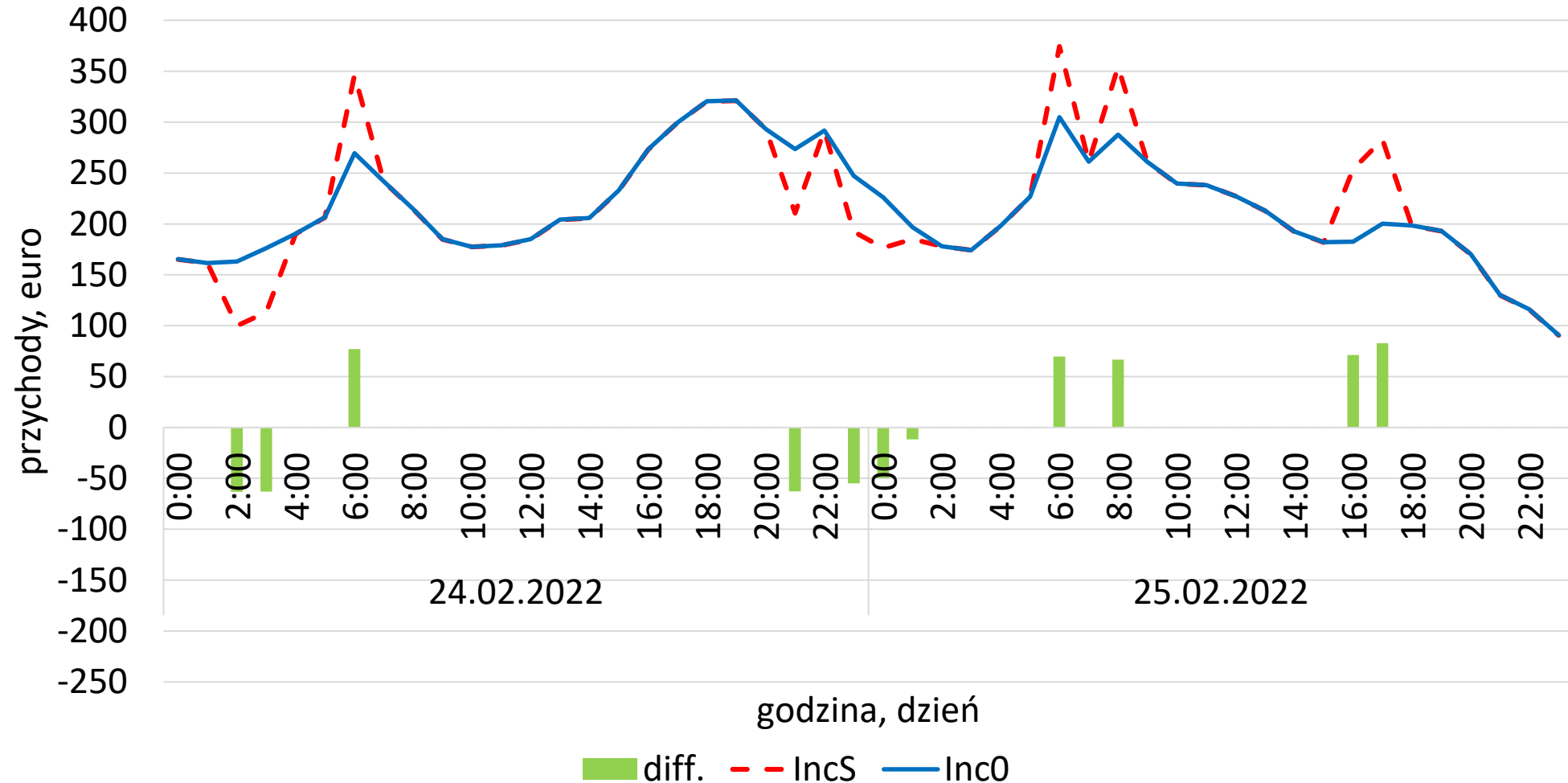
16 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni: przychody i różnice w przychodach (2)

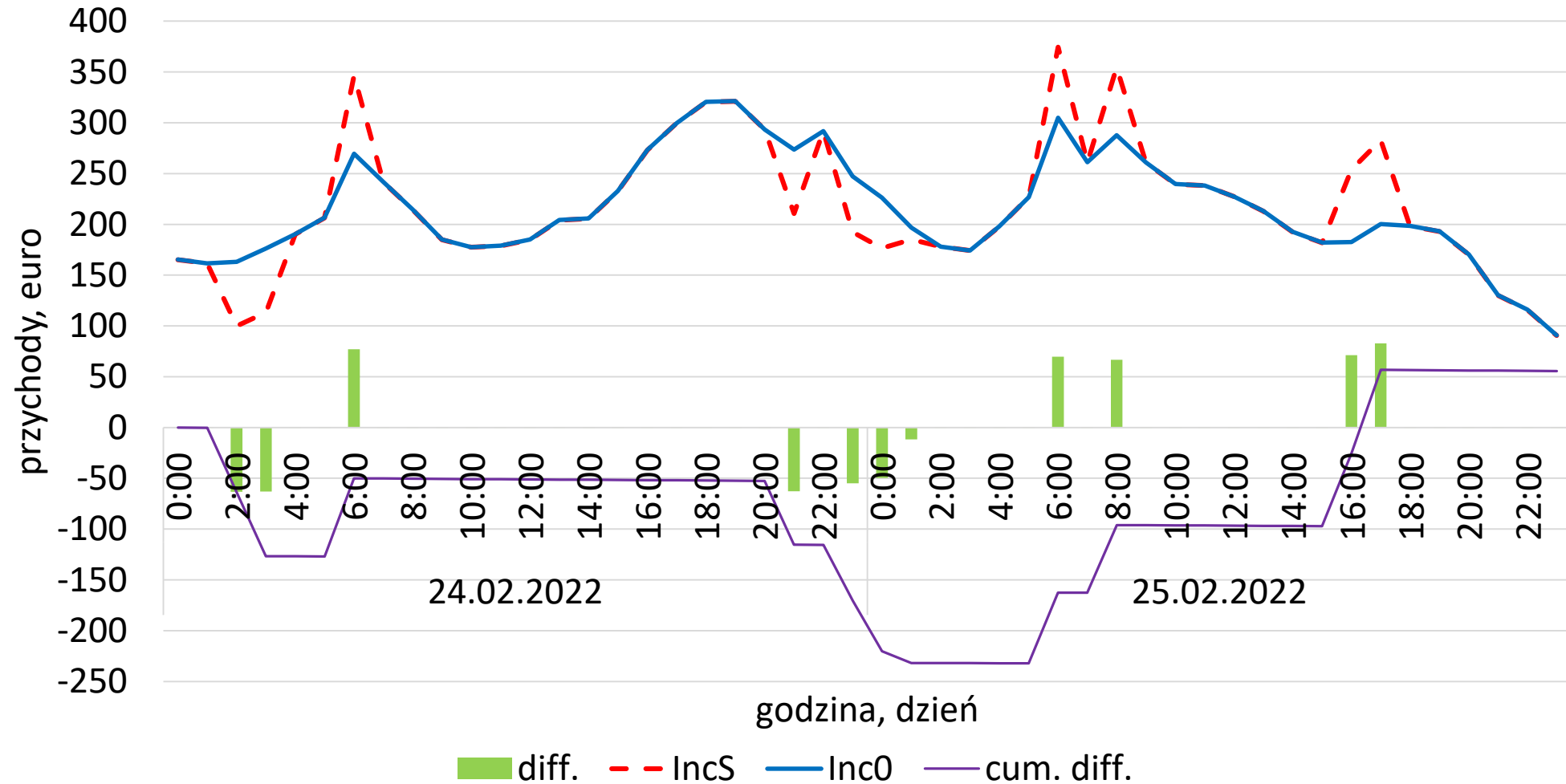
17 / 23





Przykład działania algorytmu przez wybrane dwa dni: przychody i różnice w przychodach (3)

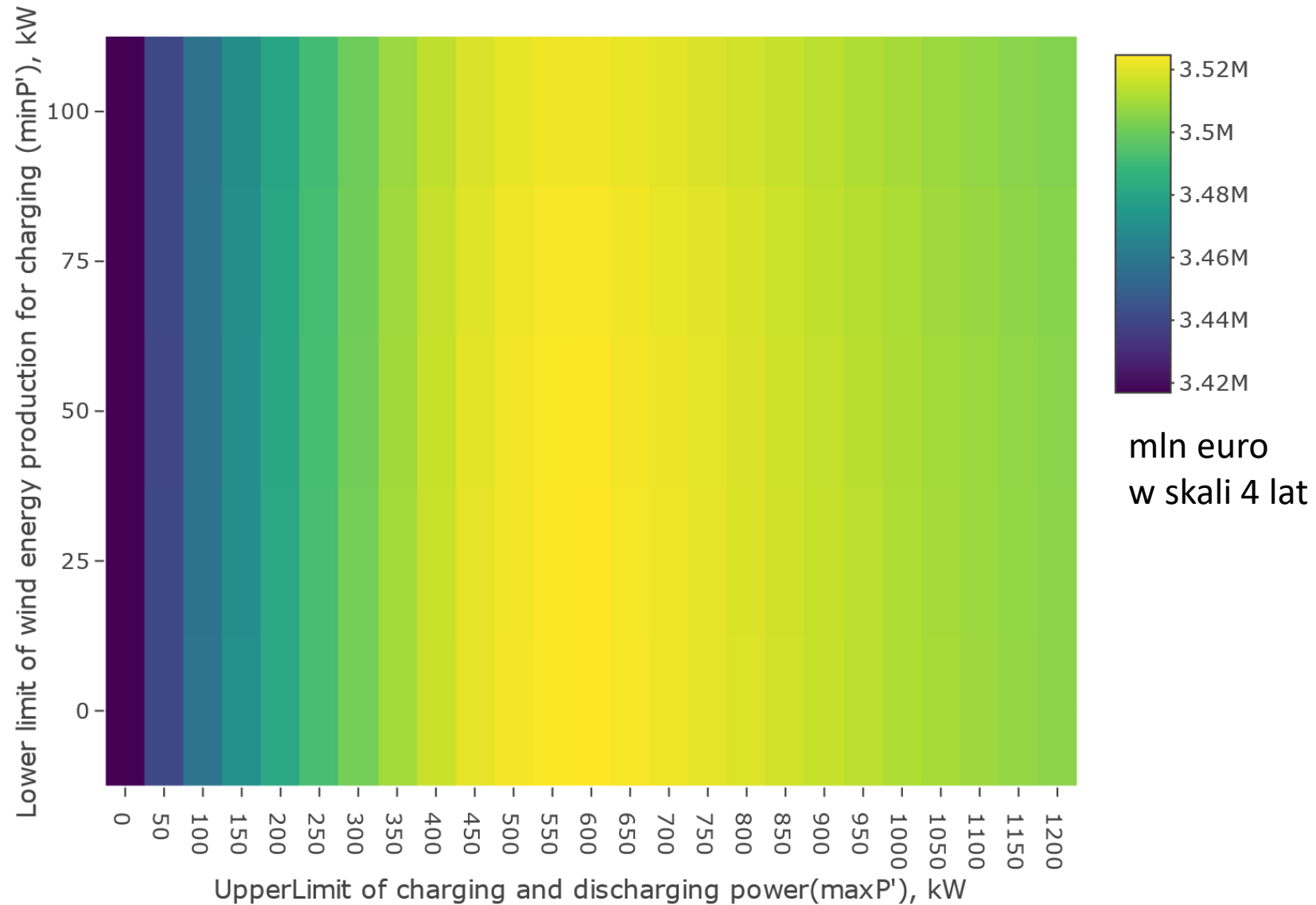
18 / 23





Wyniki – przychody w funkcji limitów mocy ładowania i rozładowania

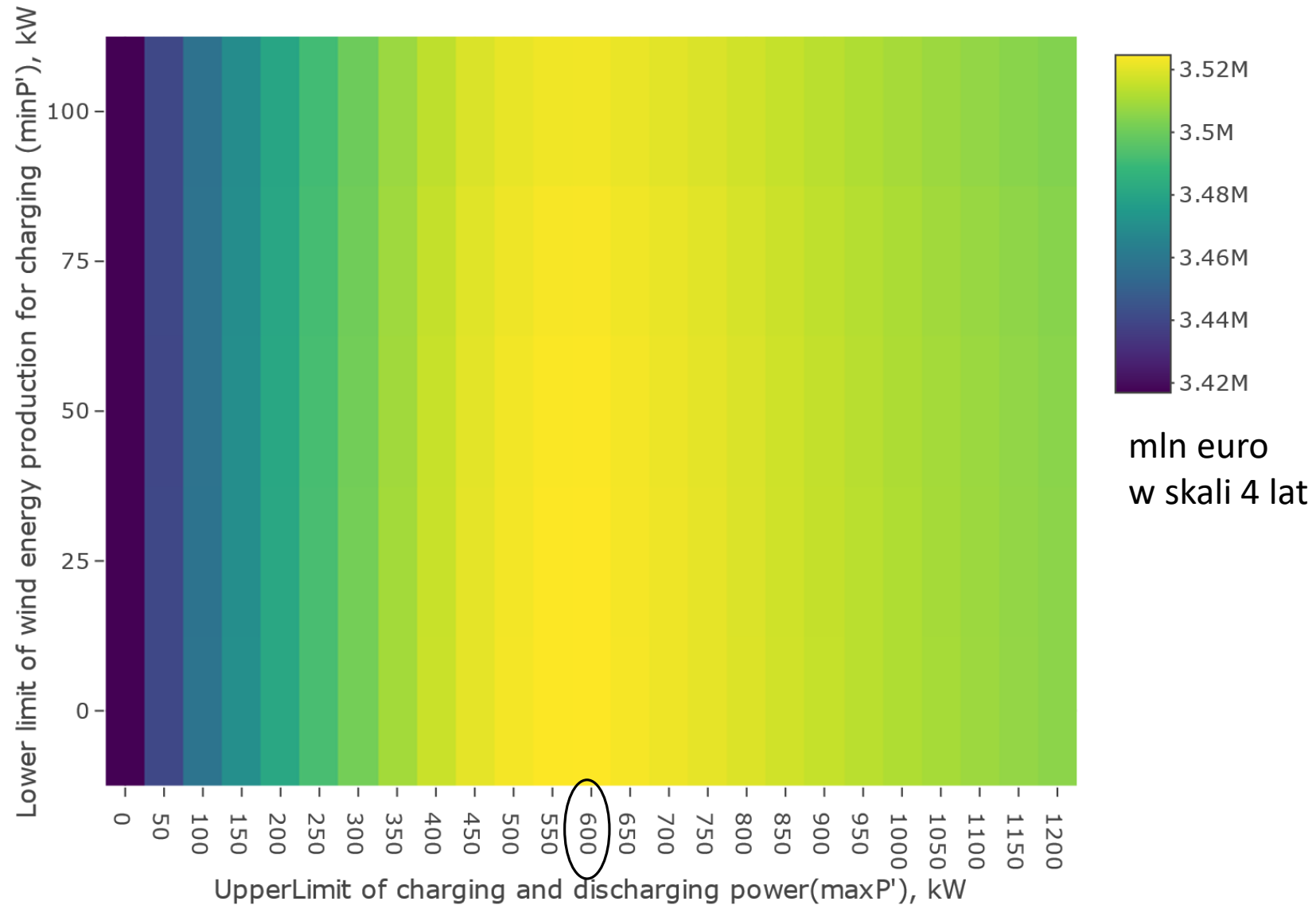
19 / 23





Wyniki – przychody w funkcji limitów mocy ładowania i rozładowania

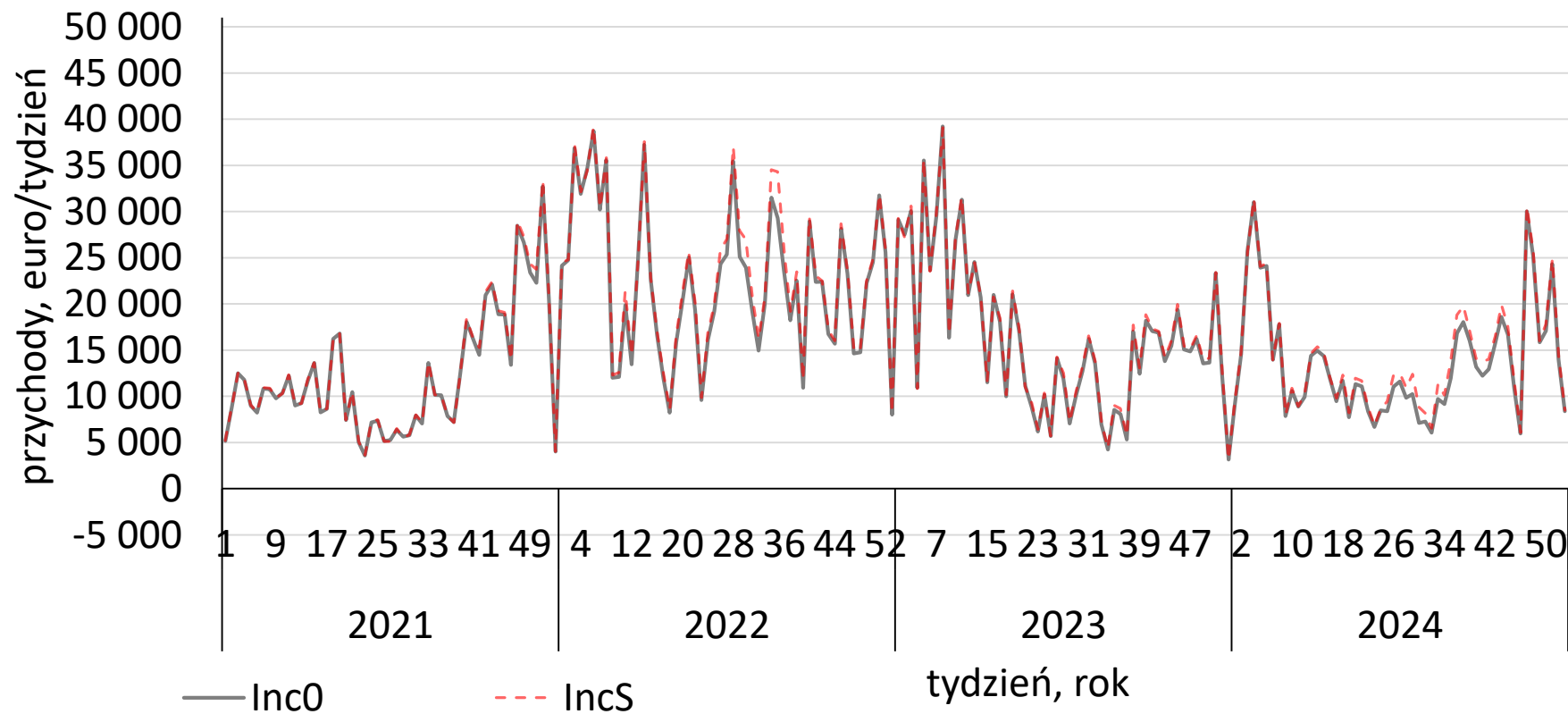
20 / 23





Różnice w przychodach w okresie analizy

21 /23



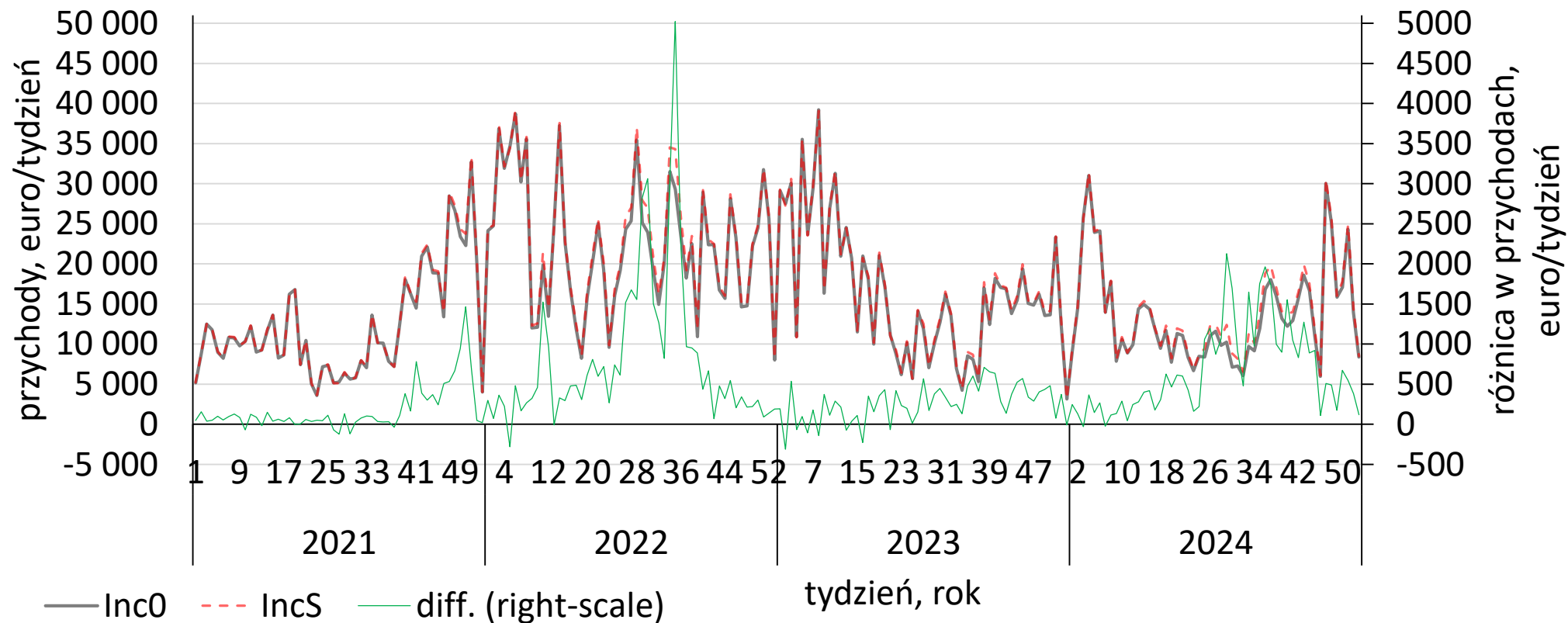
Inc0 – przychody

IncS – przychody z uwzględnieniem magazynowania energii



Różnice w przychodach w okresie analizy

22 /23



Inc0 – przychody

IncS – przychody z uwzględnieniem magazynowania energii

diff. – różnica w przychodach (skala prawa): $IncS - Inc0$



- **Przeanalizowano przychody turbiny wiatrowej na przestrzeni 4 lat**
 - z tytułu sprzedaży energii na Rynku Dnia Następnego, z opcją:
 - bez magazynu energii
 - z magazynem energii 4 MWh
- **Przychody 3,52 mln euro - całkowite**
- **Suma różnic w przychodach za 4 lata: 101 tys. euro**
 - Różnica przychodów największa w 2022
- **Ustalono wartości parametrów sterujących procesem ładowania i rozładowania**

Dziękuję za uwagę!



Piotr Olczak, Michał Kopacz

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi
i Energią PAN