

Topologie instalacji hybrydowych OZE wraz ze strategią kontraktowania energii

Krzysztof Zagrajek, Józef Paska, Mariusz Kłos,
Karol Pawlak, Piotr Marchel, Magdalena
Błędzińska, Łukasz Michalski, Paweł Terlikowski

*Politechnika Warszawska
Instytut Elektroenergetyki
Zakład Elektrowni i Gospodarki Elektroenergetycznej*

XXV Konferencja Naukowo-Techniczna RYNEK ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Kazimierz Dolny, 09.10.2019 r.

Agenda

1

Potrzeba tworzenia układów hybrydowych

2

Analiza stanu prawnego w obszarze Hybrydowych Instalacji OZE

3

Wybrane topologie HIOZE

4

Oszacowanie przychodu ze sprzedaży energii elektrycznej dla HIOZE

5

Wyniki badań symulacyjnych

6

Wnioski

Potrzeba tworzenia układów hybrydowych

Układ hybrydowy

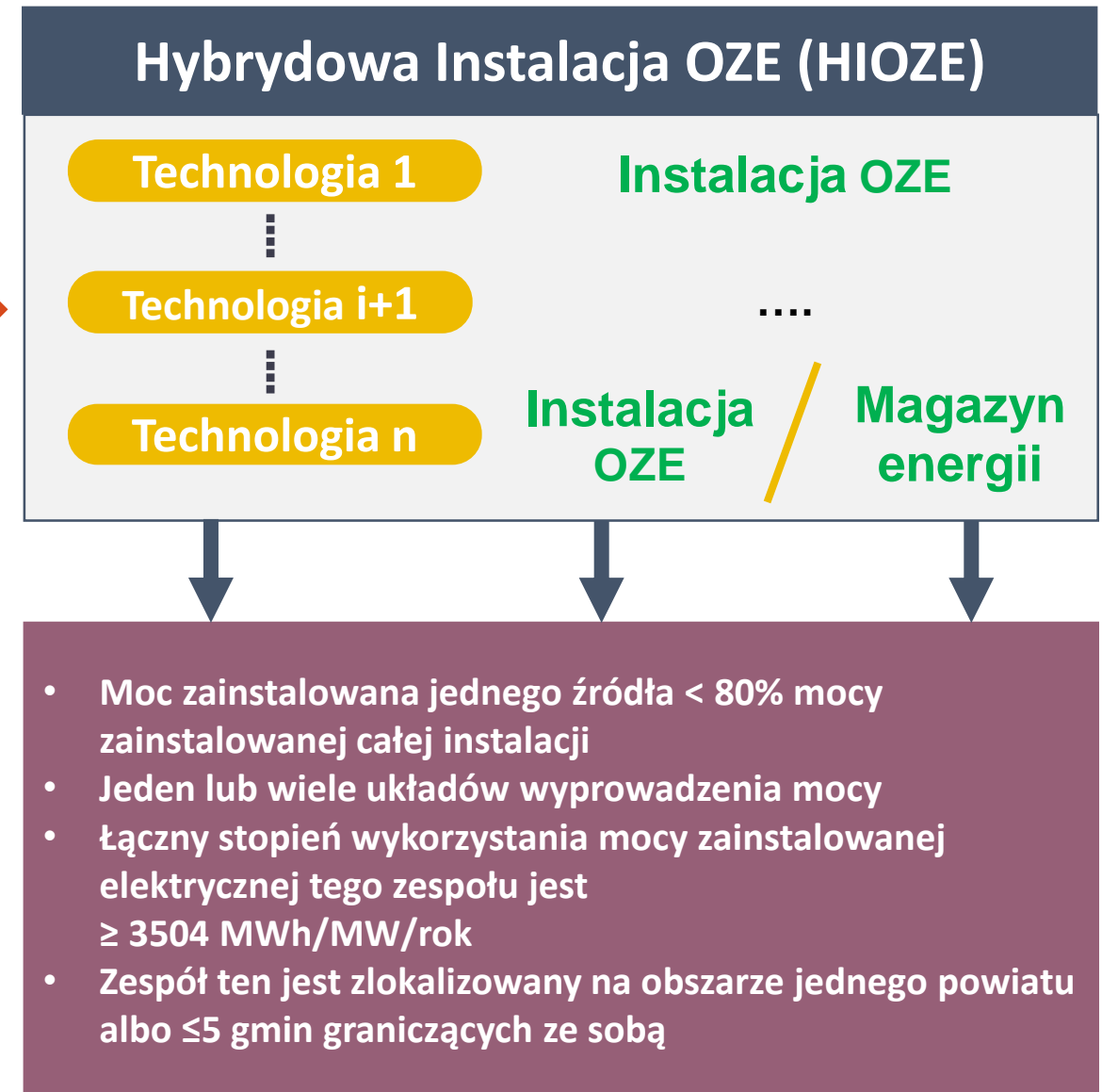
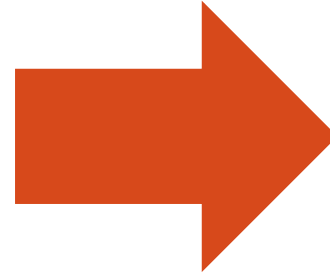
Połączenie co najmniej dwóch technologii wytwarzania energii



Cel tworzenia układów hybrydowych

- Poprawa parametrów niezawodności dostaw energii elektrycznej
- Poprawa dyspozycyjności OZE
- Nowoczesne rozwiązania dla elektroenergetyki rozproszonej

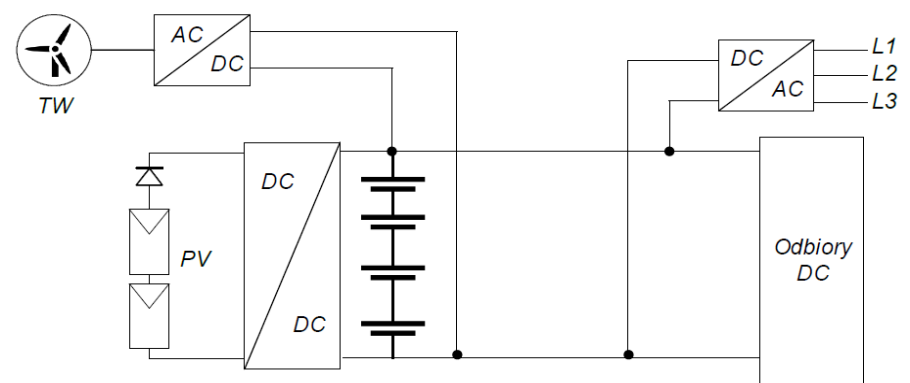
Technologia 1\2	Elektrownie PV	Elektrownia wiatrowa	Mikroturbina gazowa (biogaz)	Silnik Stirlinga (biomasa)	Mikroturbina gazowa (LNG)	Elektrownia wodna	MCFC	Magazyn energii (Li-on)
Elektrownie PV		TAK	TAK	TAK	TAK	NIE	NIE	TAK
Elektrownia wiatrowa	TAK		TAK	NIE	TAK	TAK	NIE	TAK
Mikroturbina gazowa (biogaz)	TAK	TAK		NIE	NIE	NIE	TAK	TAK
Silnik Stirlinga (biomasa)	TAK	NIE	NIE		TAK	NIE	TAK	NIE
Mikroturbina gazowa (LNG)	TAK	TAK	NIE	TAK		NIE	TAK	TAK
Elektrownia wodna	NIE	TAK	NIE	NIE	NIE		NIE	NIE
MCFC	NIE	NIE	TAK	TAK	TAK	NIE		TAK
Magazyn energii (Li-on)	TAK	TAK	TAK	NIE	TAK	NIE	TAK	



Wybrane topologie HIOZE

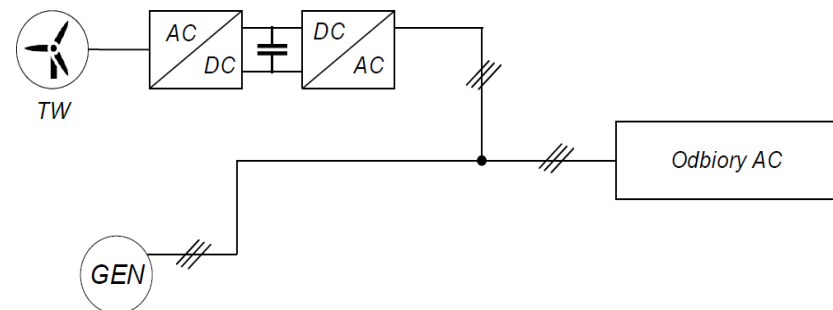
PV+ El. Wiatrowa

Odbiorcy AC i DC



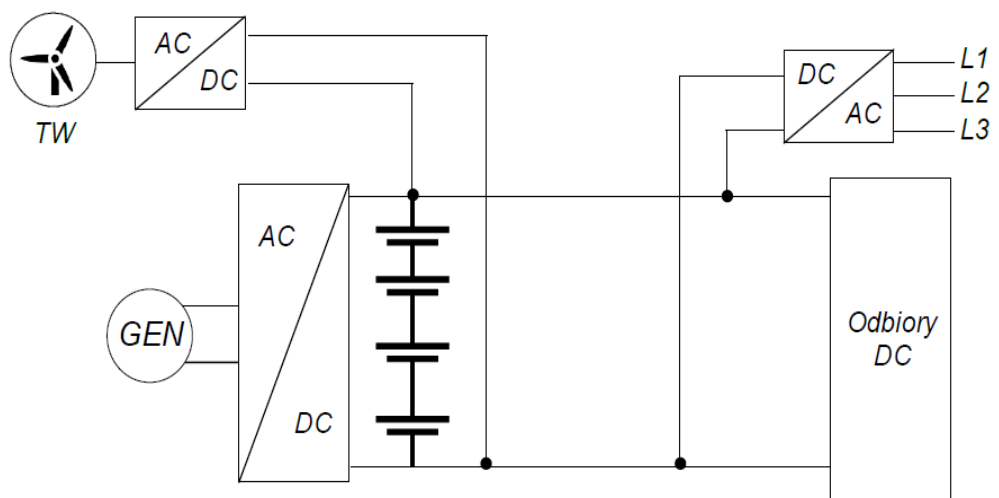
Gen. synch. (Biogaz/Biomasa/
El. Wodna) + El. Wiatrowa

Odbiorcy AC



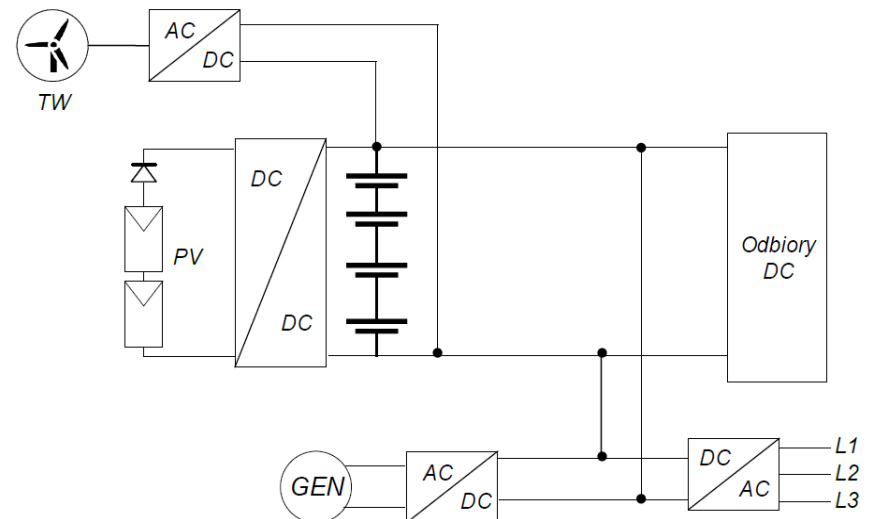
Gen. synch. (Biogaz/Biomasa/
El. Wodna) + El. Wiatrowa

Odbiorcy
AC i DC



PV+ Gen. synch. (Biogaz/Biomasa/
El. Wodna) + El. Wiatrowa

Odbiorcy
AC i DC



Przychód ze sprzedaży energii elektrycznej

$$CI(t) = CI_G(t) + CI_{RB}(t)$$

Sprzedaż energii na giełdzie

$$CI_G(t) = V_G(t) \cdot c_G^S(t)$$

$V_G(t)$ – wolumen sprzedaży energii na giełdzie w godzinie t , w kWh.

$c_G^S(t)$ – cena sprzedaży energii na giełdzie w godzinie t , w kWh.

Kontrakt pasmowy

$$V_G(t) = const = \frac{1}{24} \sum_{t=1}^{24} V_{GEN}(t)$$

Rynek bilansujący

$$CI_{RB}(t) = V_{RB}(t) \cdot c_{RB}(t)$$

$V_{RB}(t)$ – wolumen sprzedaży-kupna energii na rynku bilansującym w godzinie t , w kWh
(-): kupno | (+): sprzedaż

$c_{RB}(t)$ – cena sprzedaży lub kupna energii na rynku bilansującym w godzinie t , w kWh.

$$V_{RB}(t) = V_{GEN}(t) - V_G(t)$$

$V_{GEN}(t)$ – wolumen produkcji energii przez HIOZE w godzinie t , w kWh

1

Symulacja warunków pracy HIOZE
wykonana w programie Homer Energy

2

Dla PV + el. Wiatrowej przyjęto
warunki klimatyczne panujące
w marcu

3

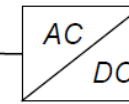
Praca źródła biogazowego:
9:00 – 20:00: $P_{\text{GEN}} = 500 \text{ kW}$
20:00 – 09:00: $P_{\text{GEN}} = 250 \text{ kW}$

4

Wykorzystano ceny energii dla
przykładowego dnia w marcu 2018
(TGE + Rynek Bilansujący)

$P_N = 1600 \text{ kW}$

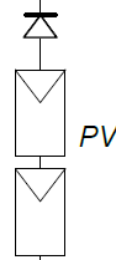
$P_N = 800 \text{ kW}$



AC
DC

TW

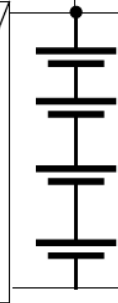
$P_N = 300 \text{ kW}$



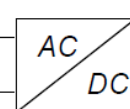
PV



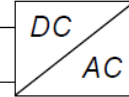
DC
DC



GEN



AC
DC



DC
AC

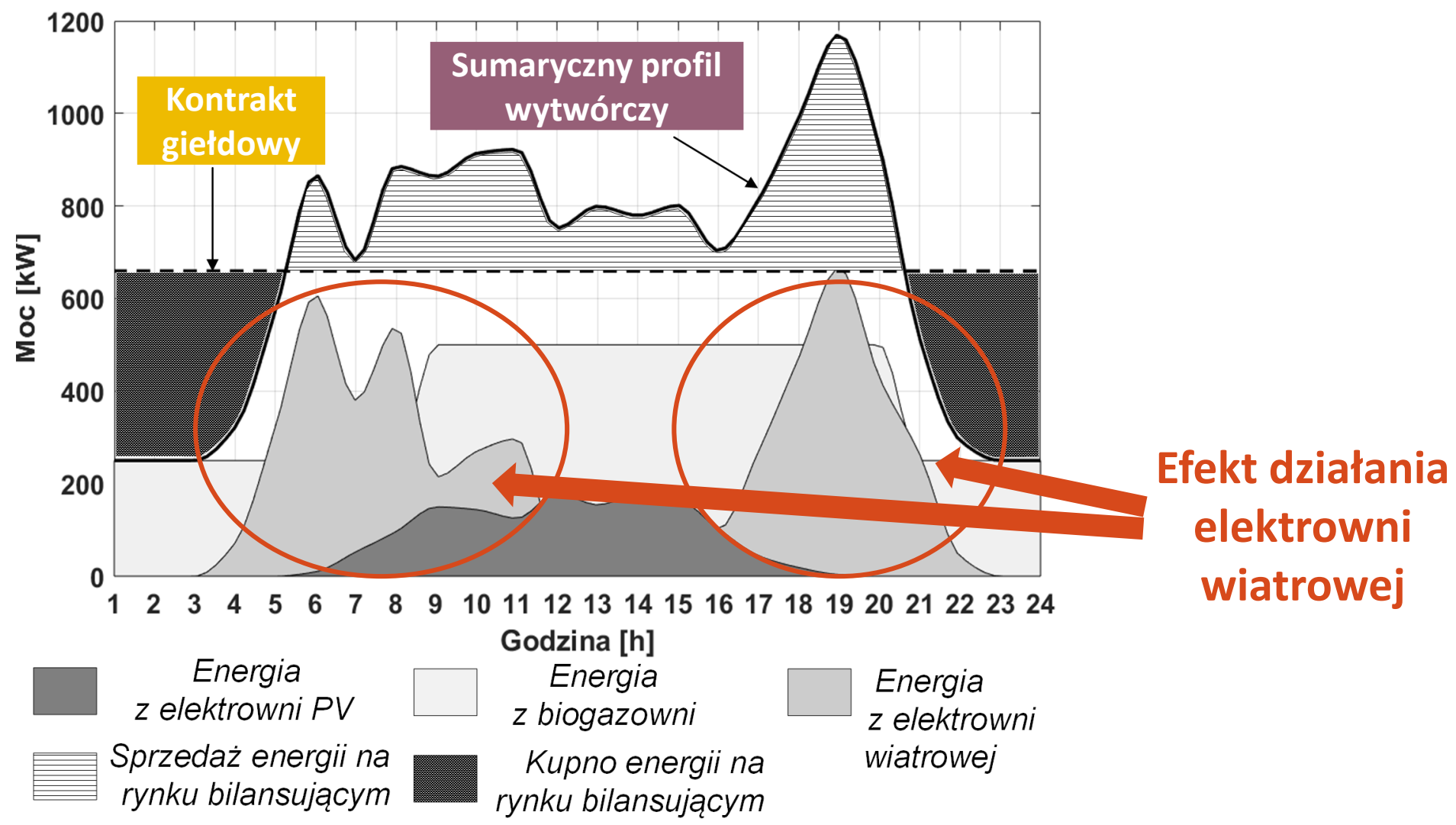
Odbiory
DC

L1
L2
L3

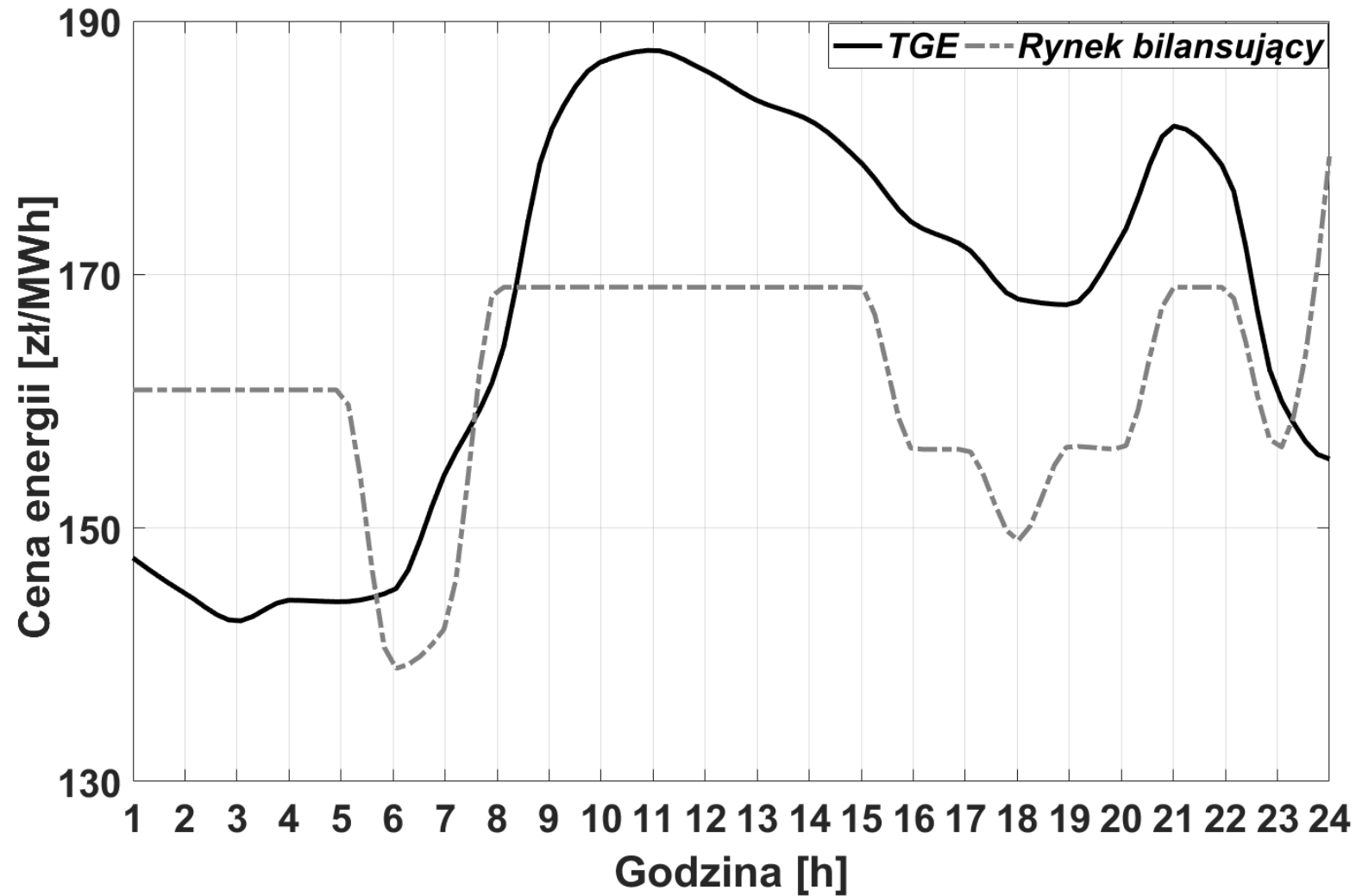
5

Założono kontraktowanie pasmowe

Profile wytwórcze dla badanej HIOZE

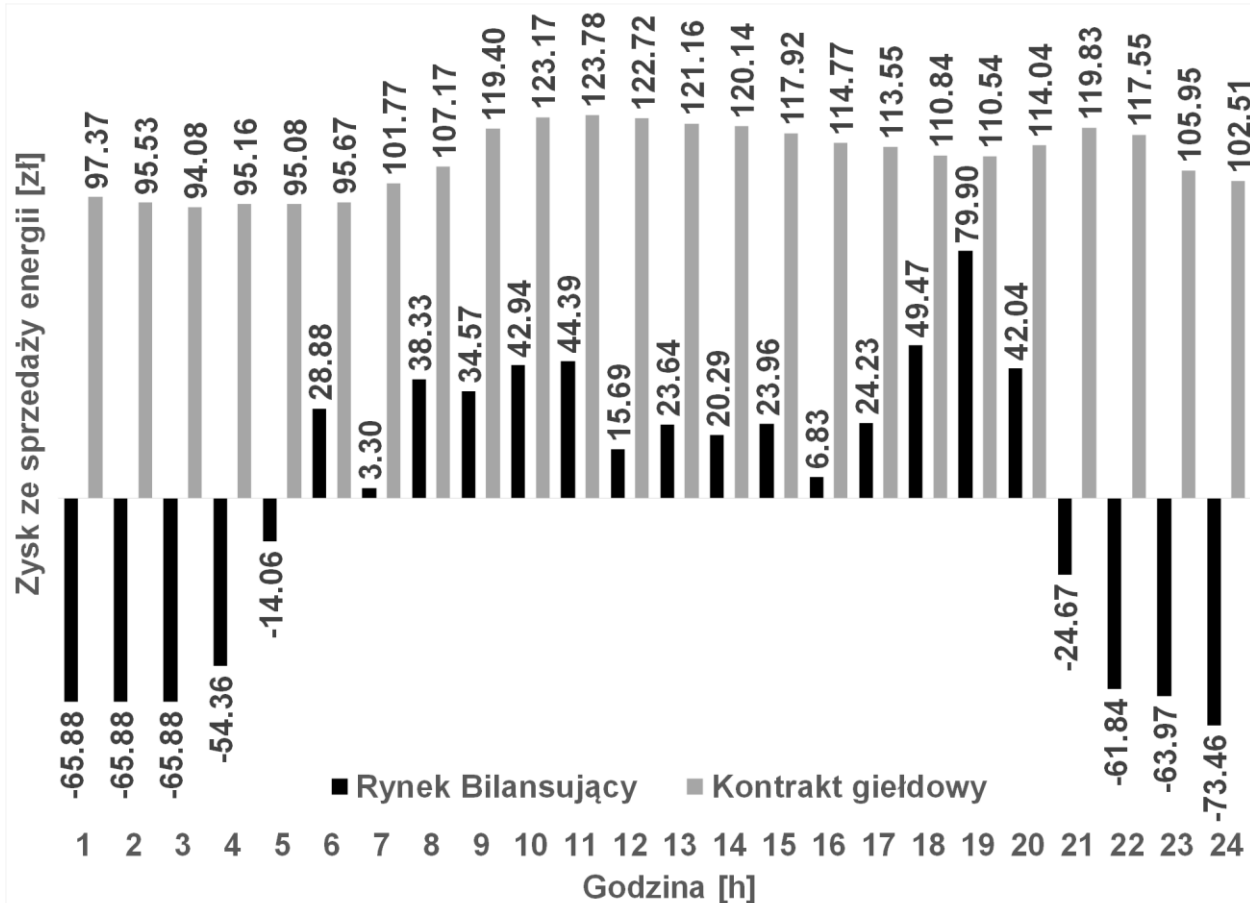


Ceny energii na TGE oraz RB



Badania symulacyjne – wyniki (3)

Przychody ze sprzedaży energii



Sprzedaż energii na giełdzie

Przychód dla przykładowego dnia w marcu 2018 r. – **2 639,70 zł**

Wolumen wyprodukowanej energii – **15 827,63 kWh**

Średnia cena sprzedaży energii – **166,78 zł/MWh**

Rynek bilansujący

Wolumen sprzedaży-kupna na RB: **5 969,16 kWh**

Kupno energii na Rynku Bilansującym – **490,00 zł**

Sprzedaż energii na Rynku Bilansującym – **478,48 zł**

BILANS: – 11,52 zł

Sumaryczny przychód

$$CI(t) = 2\,639,70\text{ zł} - 11,52\text{ zł} = \mathbf{2\,628,18\text{ zł}}$$

Wnioski

1

Dobór technologii wytwarzania energii do HIOZE jest kluczowy. Te technologie powinny się nawzajem uzupełniać.

2

Minimalizacja ryzyka niewykonania kontraktu może być osiągnięta przez zainstalowanie stabilnego odnawialnego źródła energii (biogaz/biomasa)

3

Na przychód z tytułu sprzedaży energii ma wpływ: **aktualna sytuacja na TGE** oraz na **Rynku Bilansującym**. W polskich warunkach cena kupna i sprzedaży na RB jest taka sama

4

Rodzaj kontraktu powinien być dostosowany do możliwości produkcyjnych HIOZE

5

Dalsze badania mogą być skierowane na poszukiwanie takich wartości zakontraktowanej mocy w ciągu godziny doby, tak aby zmaksymalizować zysk ze sprzedaży energii

Dziękuję za uwagę

mgr inż. Krzysztof Zagrajek

Asystent Badawczo-Dydaktyczny

e-mail: krzysztof.zagrajek@ien.pw.edu.pl

tel.: +48 665 696 763