KONWERSATORIUM INTELIGENTNA ENERGETYKA

TEMAT PRZEWODNI

OZE NA STYKU INŻYNIERII I REGULACJI: INNOWACJE, RYZYKA WYKONAWCZE, INERCJA INSTYTUCJONALNA I RACHUNEK EKONOMICZNY

OGRANICZENIA GENERACJI A EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA

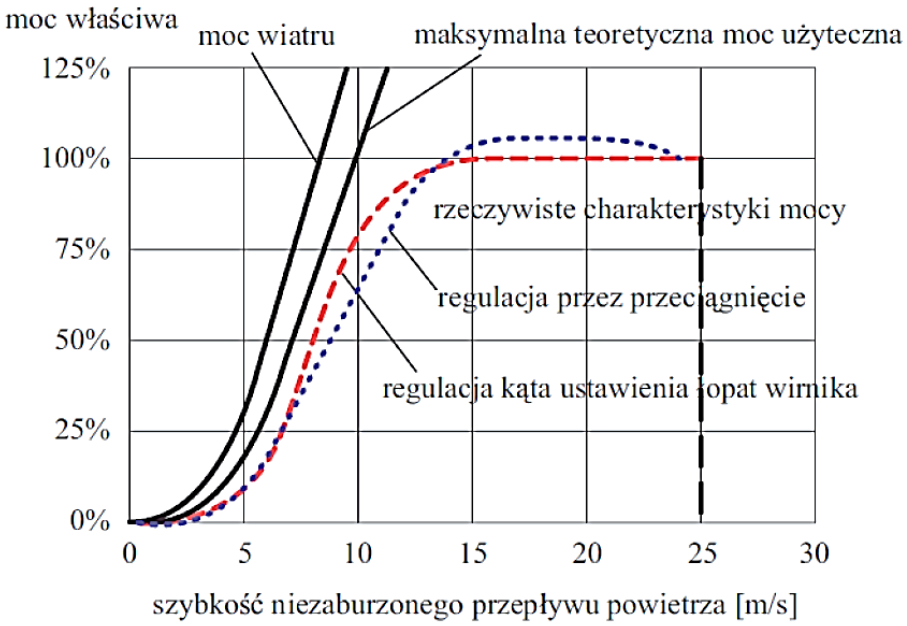
dr inż. Krzysztof Bodzek

Politechnika Śląska
Wydział Elektryczny

KENER
Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

Gliwice 27.01.2026 r.

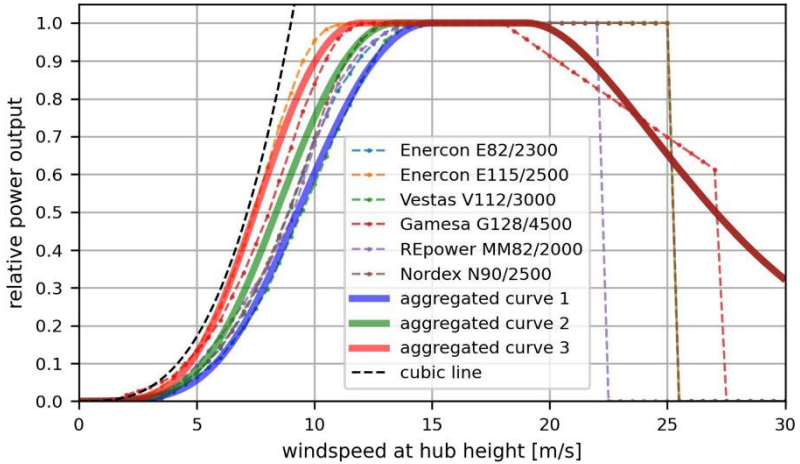
Charakterystyka pracy turbiny wiatrowej



$$P_t = \frac{1}{2} S \rho v^3 \eta_t$$

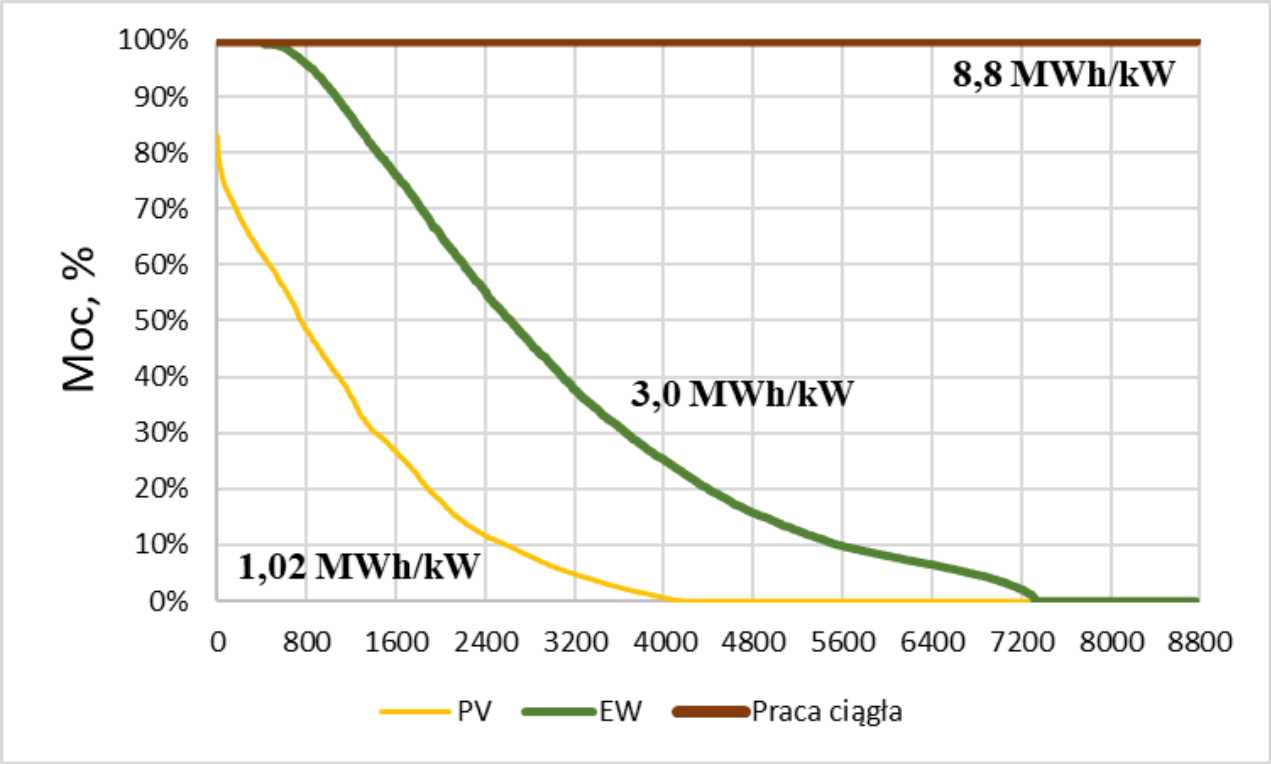
gdzie:
P_t – moc turbiny,
S – powierzchnia przekroju turbiny,
ρ – gęstość powietrza,
v – prędkość wiatru,
η_t – sprawność turbiny.

Stała Betza: 16/27 (około 59,3%)
Sprawność turbiny: 30 - 45%



Li, Y., Janik, P. & Schwarz, H. Aggregated wind power characteristic curves and artificial intelligence for the regional wind power infeed estimation. *Electr Eng* **106**, 655–671 (2024). https://doi.org/10.1007/s00202-023-02005-z

Uporządkowany roczny profil pracy

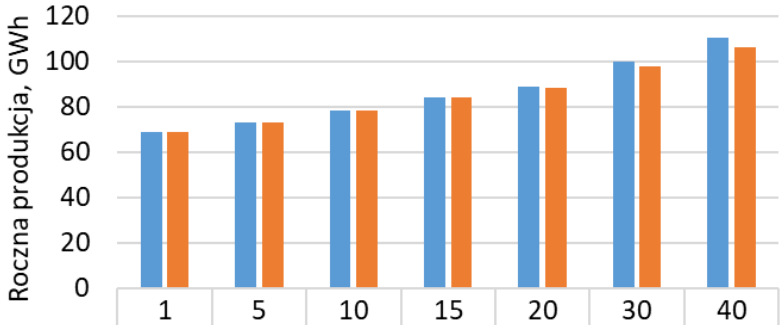


Dla EW:
koszt gondoli: ~ **⅓**
w tym generatora: ~ **⅓**

Współdzielenie infrastruktury przyłączeniowej – studium przypadku

EW: 30 MW

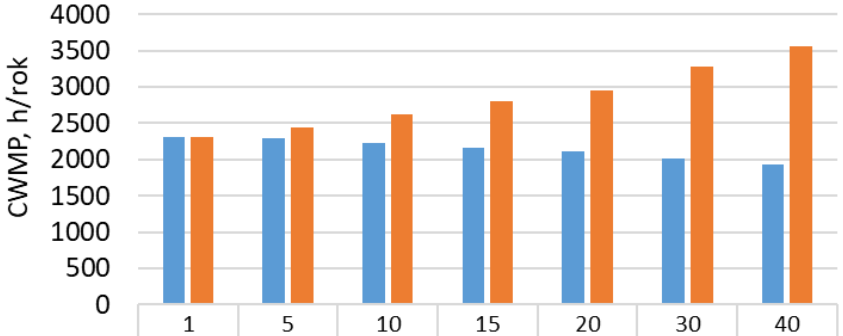
Sumaryczna roczna produkcja EW + PV, GWh



	1	5	10	15	20	30	40
Bez ograniczeń	69,0	73,2	78,5	84,4	89,1	99,8	110,4
Cablepooling	69,0	73,2	78,4	84,0	88,5	97,9	106,3

Moc PV, MW

Czas wykorzystania mocy przyłącza, h/rok



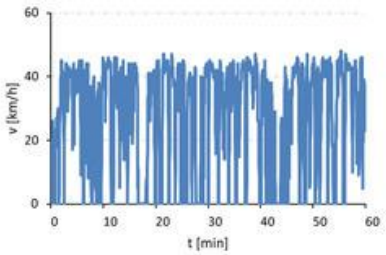
	1	5	10	15	20	30	40
Bez ograniczeń	2303,3	2292,8	2231,3	2163,6	2115,3	2018,6	1938,2
Cablepooling	2306,4	2447,8	2622,4	2810,0	2959,5	3275,6	3555,2

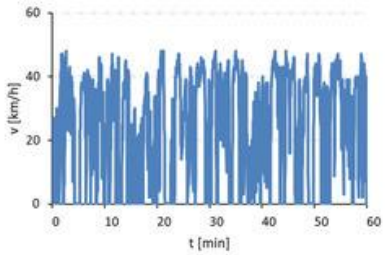
Moc PV, MW

Projekt ustawy o zmianie ustaw - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw - UC 84

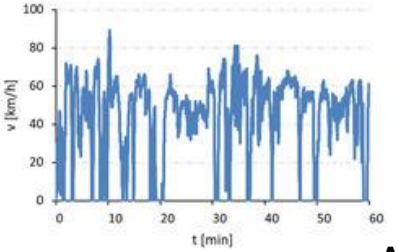
Prędkość samochodu

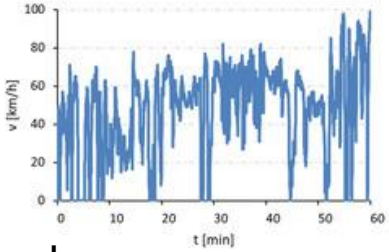
S1 Miasto S2



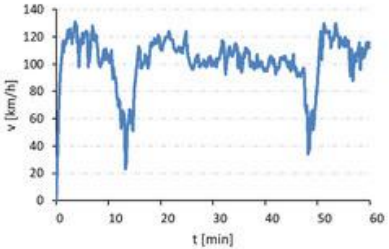


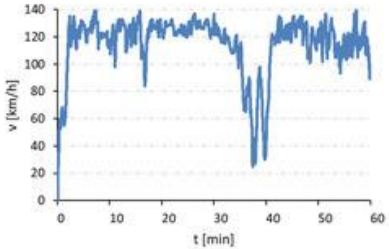
Poza miastem





Autostrada



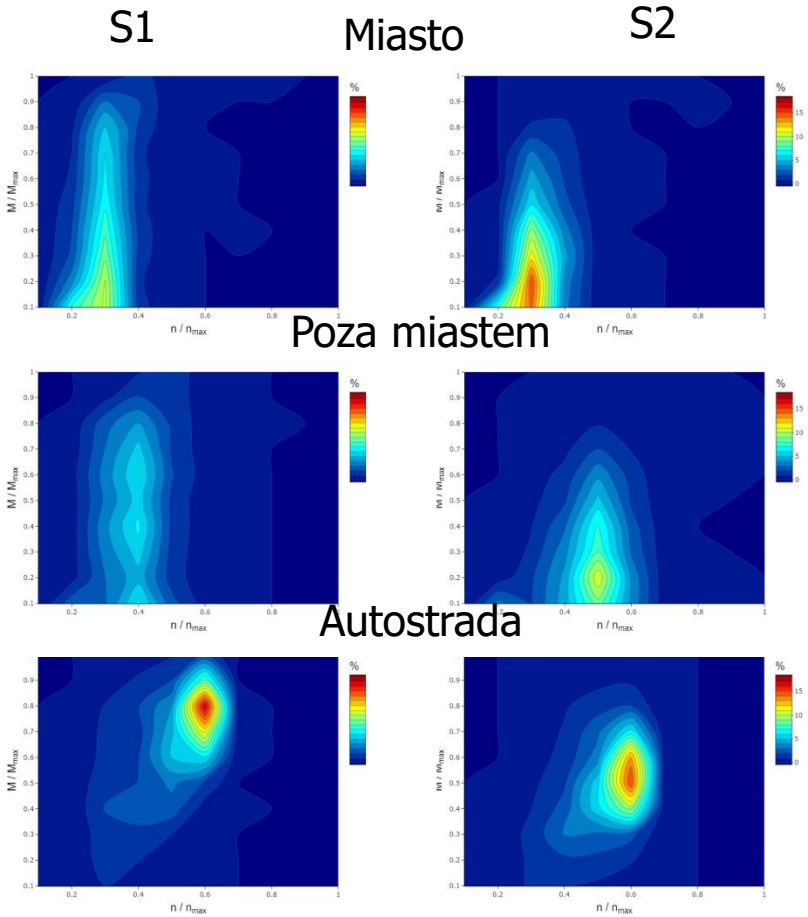


S1: samochód benzynowy
pojemność: 1242 cm^3
moc: 51 kW@5500 rpm
maksymalny moment: 102 Nm@3000 rpm

S2: samochód diesla
pojemność: 1248 cm^3
moc: 70 kW@4000 rpm
maksymalny moment: 200 Nm@1500 rpm

https://www.mdpi.com/1996-1073/14/23/7979

Charakterystyka M/M_n w funkcji n/n_{max}



https://www.mdpi.com/1996-1073/14/23/7979

Konkluzja:

1. Wykorzystanie momentu maksymalnego jest sporadyczne w S2
2. Rzeczywista prędkość nie przekraczała 60 % prędkości maksymalnej

Tak wiem, ale ja lubię z... szybko jeździć

Tylko, że w przypadku samochodu podejmujemy sami decyzję inwestycyjną. A w przypadku elektroenergetyki?

Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

KENER

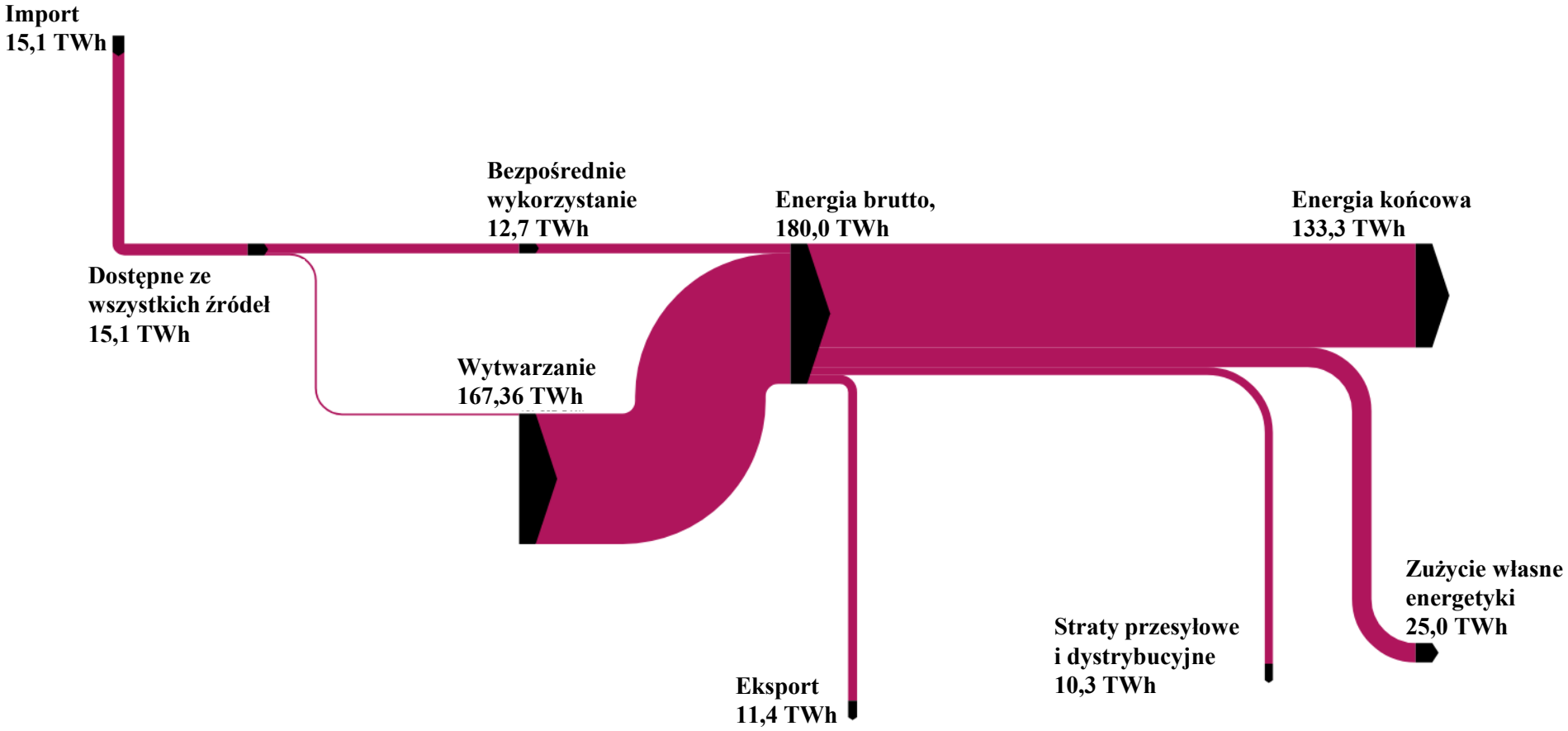
Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

A BO MY TYLE TEJ ENERGII TRACIMY

PPTE 2050

SZEP

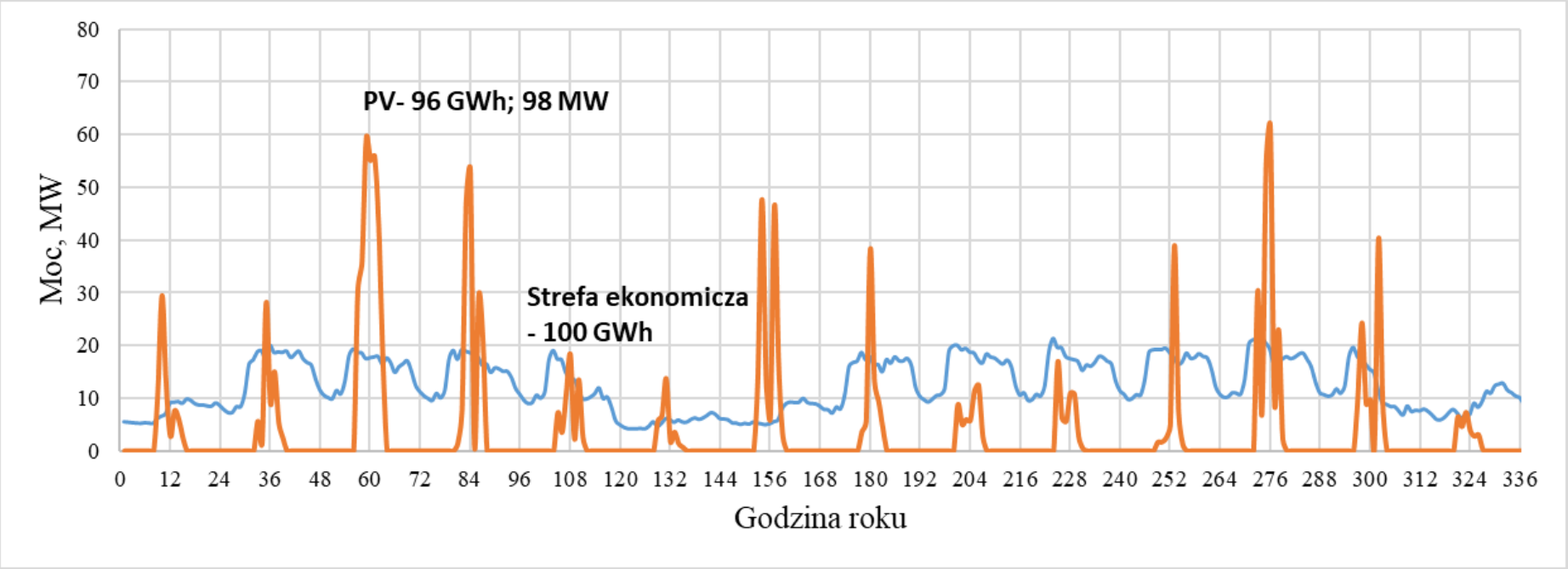
Wykres Sankey'a – energia elektryczna w Polsce 2023



https://ec.europa.eu/eurostat/cache/sankey/energy/sankey.html

Ograniczenie strat przesyłowych i dystrybucyjnych - dyskusja

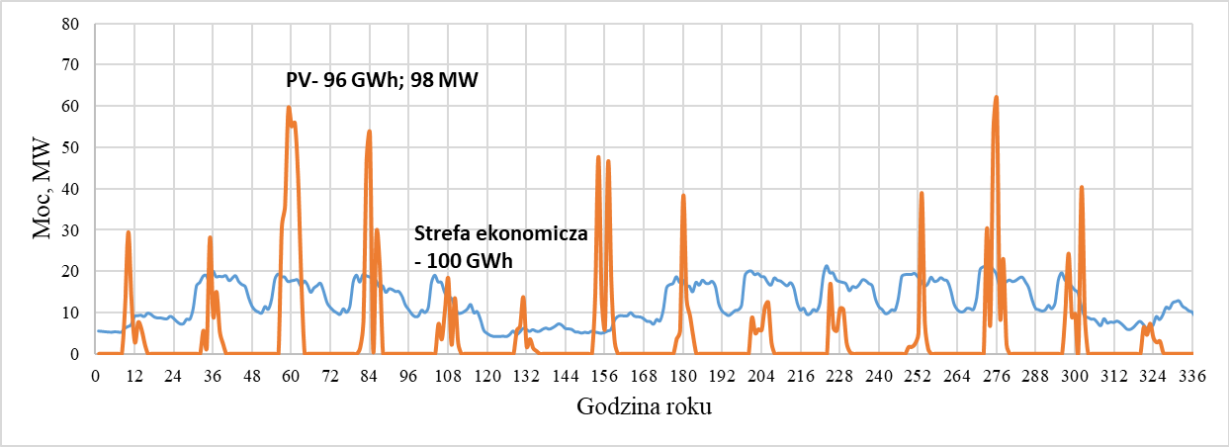
Straty w liniach SN: 4%

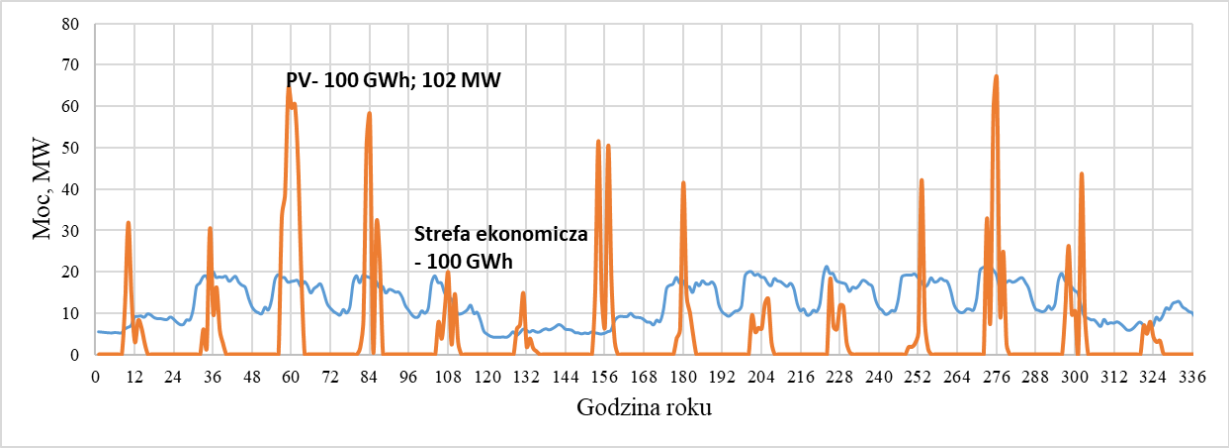


Pokryjmy więc te 4 % strat sieciowych przez źródło, albo wykorzystajmy nadwyżki do produkcji …

Ograniczenie strat przesyłowych i dystrybucyjnych - dyskusja

Straty w liniach SN: 4%





Nie tu jest problem!!!

Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

KENER

Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

ROZAWAŻMY PEWNE STUDIUM PRZYPADKU

PPTE 2050

SZEP

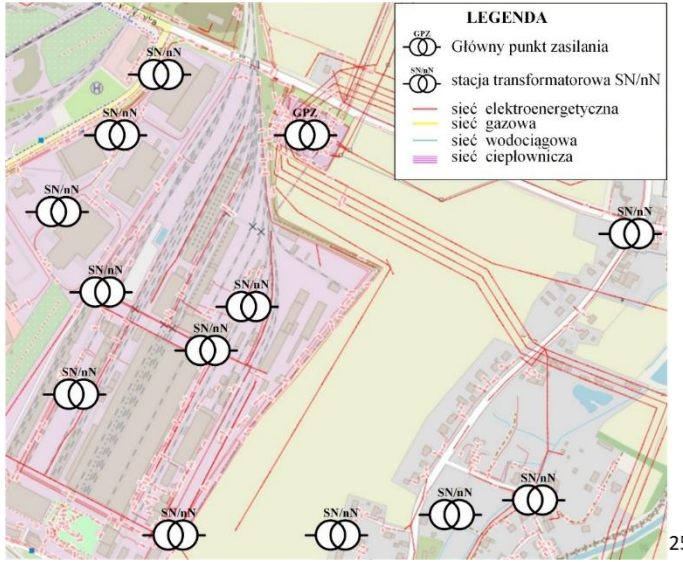
Generacja - założenia

Koszt energii (netto)

- kredytu na okres życia (odsetki 5%) - preferencyjne
- nakłady odtworzeniowych na poziomie 5% - do przedyskutowania
- ubezpieczenie 2% - pełnej kwoty

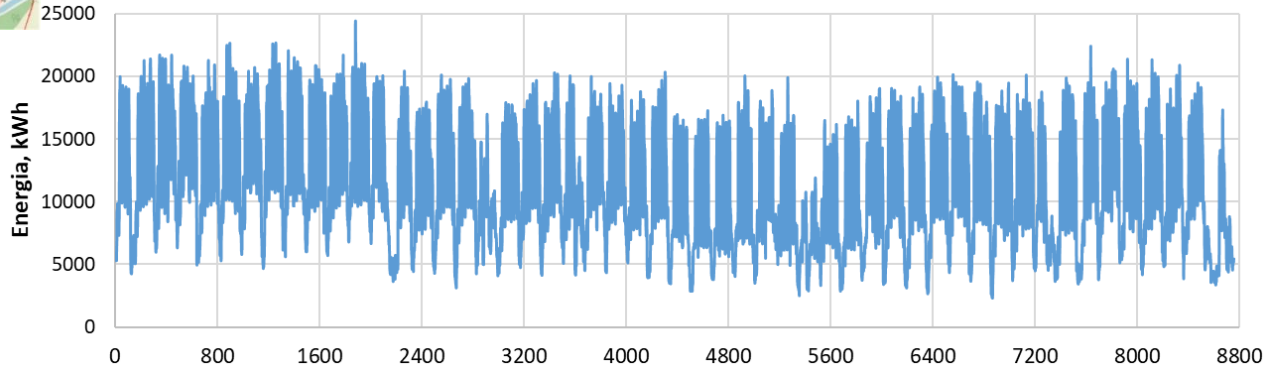
Technologia	Nakłady inwestycyjne, mln/MW	Koszt energii, zł/MWh
PV	2,2	180
EW	5,5	165
Źródło dyspozycyjne Gazowe (biometan/biogaz)	3,0	1280 (dla 500 godzin) 990 (dla 1000 godzin) 795 (dla 3000 godzin)
Akumulator	800 tys. zł/MWh	brak, zakłada się model funkcjonowania jak opłaty jakościowej, czyli uwzględnienie dodatkowe kosztu w opłacie zależnego od nakładów inwestycyjnych.

Strefa ekonomiczna



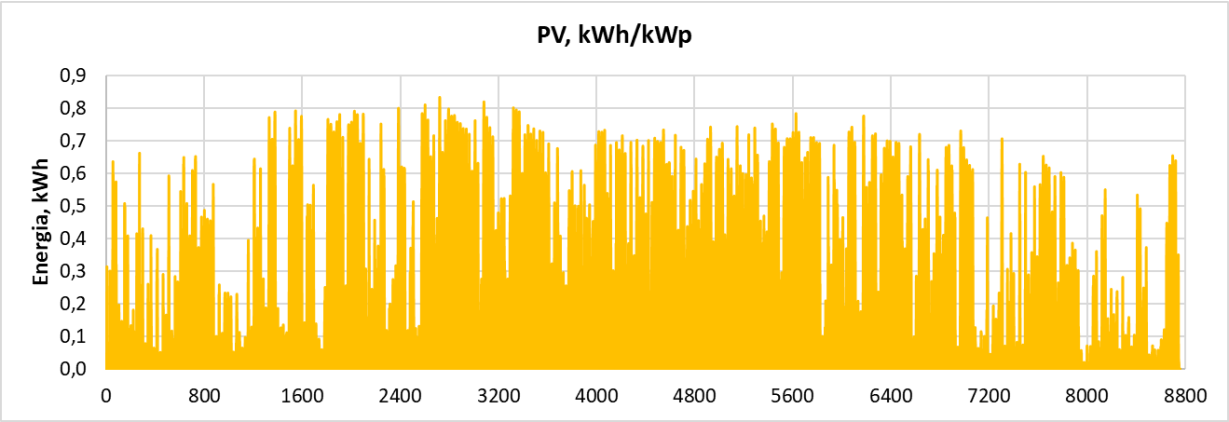
100 GWh (taryfa B)

Współdzielenie infrastruktury sieciowej

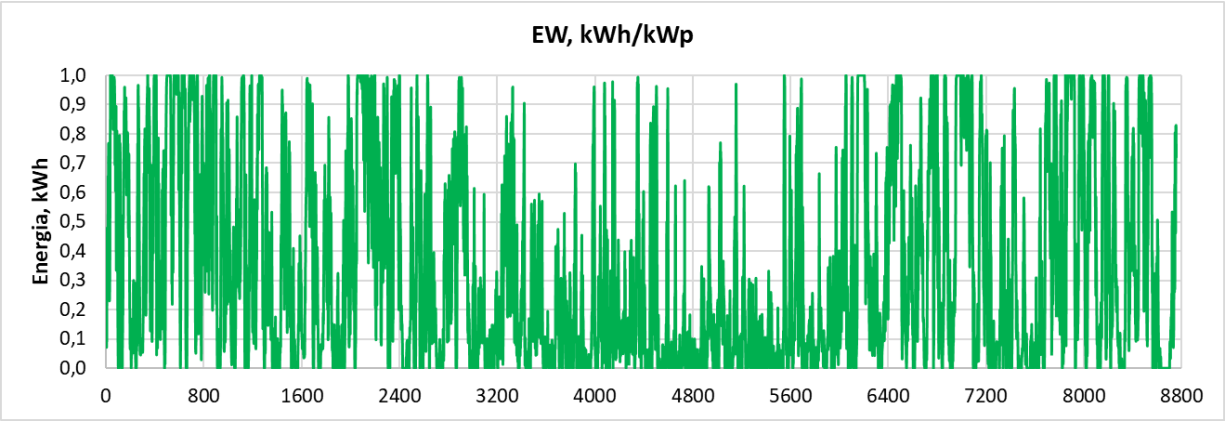


Profil generacji OZE

PV



EW



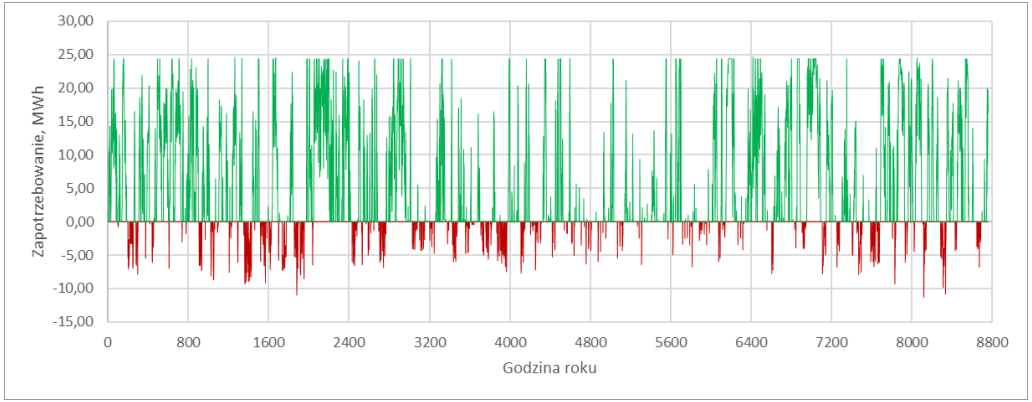
Wyniki modelowania

	Jednostka	WA > 50 %	WA > 70 %
PV - moc	MW	30,00	25,00
PV - produkcja	GWh	30,67	25,56
EW - moc	MW	33,00	30,00
EW - produkcja	GWh	98,67	89,70
AKU - pojemność	MWh	30,00	40,00
Szczytowe - moc	MW	10,00	10,00
Szczytowe - produkcja	GWh	21,86	23,90
Ograniczenie produkcji OZE	%	2,43	1,09
WA - lokalne źródła	%	64,53	69,98
Koszt bilansowania AKU	zł/MWh	37,44	49,92
Sprzedaż energii	GWh	50,49	40,52
Koszt całkowity	**zł/MWh**	**358,20**	**378,34**

- zakup energii z sieci przyjęto po cenie 1000 zł/MWh
- sprzedaż po 150 zł/MWh

WA>50%

WA>70%



Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

KENER

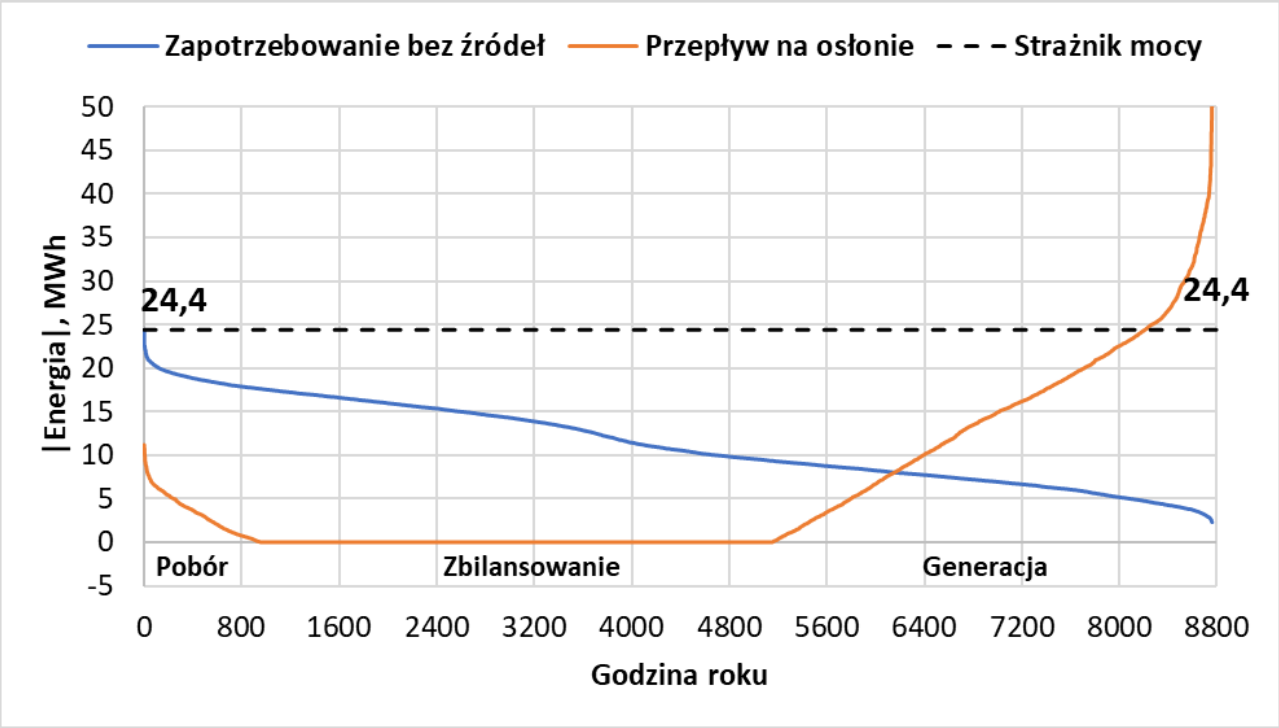
Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

SKĄD TEN KOSZT

PPTE 2050

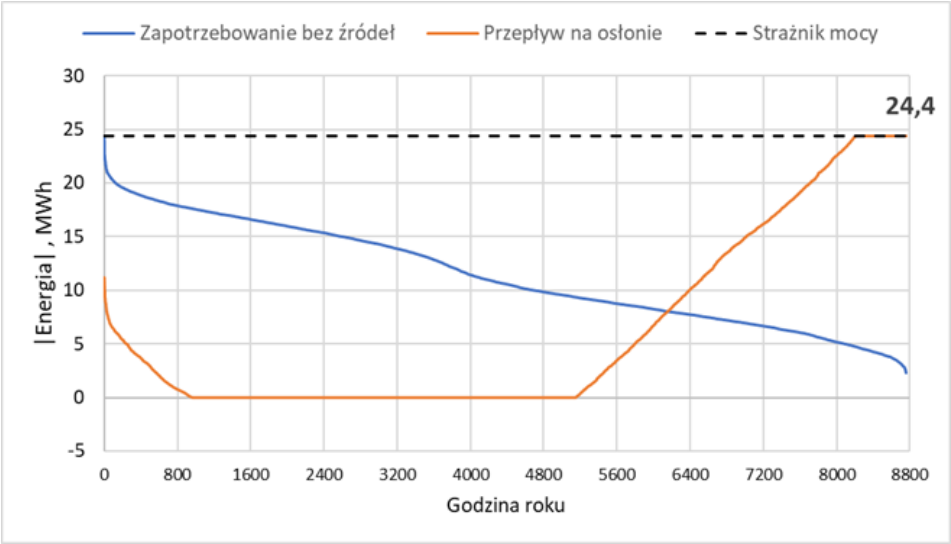
SZEP

Bez ograniczeń

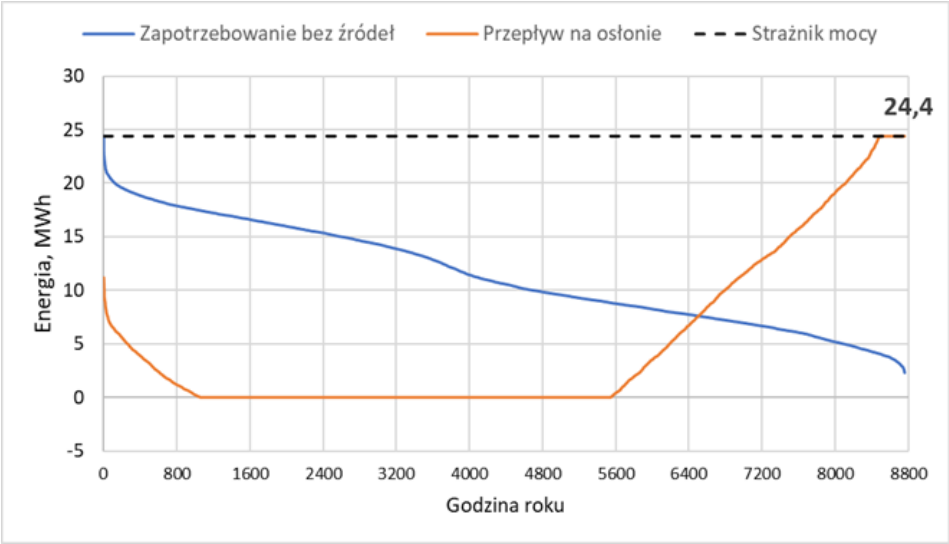


Ograniczenia

WA>50%



WA>70%



Projekt ustawy o zmianie ustaw - Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw - UC 84

Wprowadzenie strażnika mocy – rozszerzenie zero eksport

Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

KENER

Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

CZY MOŻNA LEPIEJ?

PPTE 2050

SZEP

Produkcja wodoru z nadwyżek energii - założenia

koszt elektrolizerów: 4000 PLN/kW,
koszt O&M: 80 PLN/kW/rok,
sprawność elektrolizerów: 75%,
energia do wyprodukowania 1 kg wodoru: 44,4 kWh/kg (33,3 kWh/kg energii chemicznej)

Parametr	Maksymalizacja produkcji wodoru	Minimalizacja kosztu wodoru
Nakłady inwestycyjne na elektrolizery, mln zł	352,6	140,0
Koszt energii elektrycznej na potrzeby strefy przemysłowej, zł/MWh	350,2	350,4
Ilość wyprodukowanego wodoru, t/rok	2947,9	2578,7
Koszt produkcji wodoru, zł/kg	**15,3**	**10,4**
Współczynnik wykorzystania elektrolizerów (CF), %	**17,0**	**37,3**

PAMIĘTAJMY, ŻE MÓWIMY O KOSZCIE !!!

Politechnika Śląska

Wydział Elektryczny

KENER

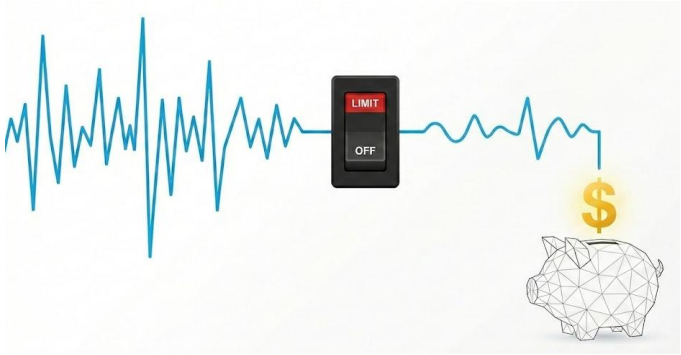
Katedra Energoelektroniki Napędu Elektrycznego i Robotyki

PODSUMOWANIE

PPTE 2050

SZEP

Podsumowanie



W nowej energetyce marnotrawstwo* bywa najwyższą formą oszczędności.

*oczywiście wymaga to rzetelnej analizy kosztów i efektów systemowych