



# Analiza możliwości współpracy instalacji PV z pompą ciepła

dr inż. Edmund Ciesielka, AGH



# Uwarunkowania

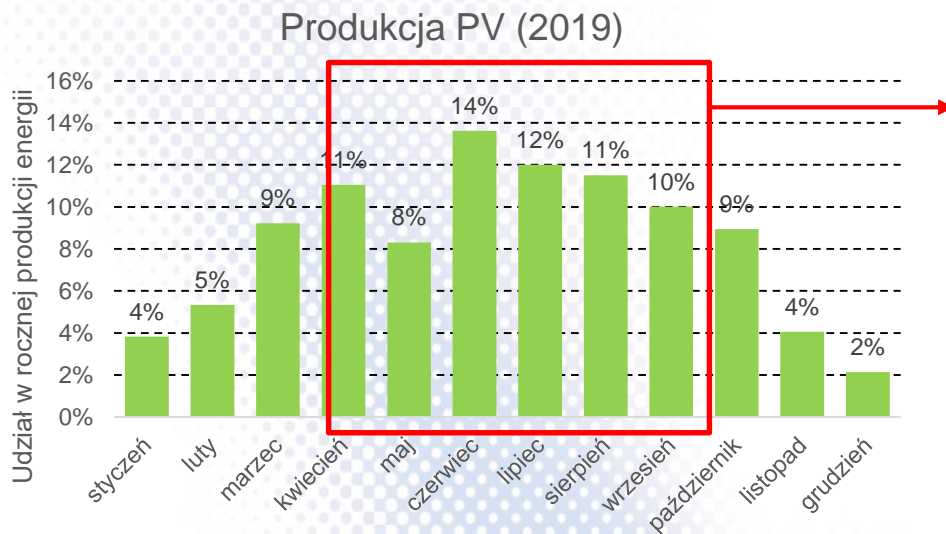
1. Ogrzewanie domów mieszkalnych z wykorzystaniem pompy ciepła jest rozwiązaniem ekologicznym, ponadto wzmacnia niezależność względem cen ciepła lub innego paliwa kopalnego;
2. Jedynym kosztem zewnętrznym dla zasilania źródła ciepła jest energia elektryczna, której cena może być nieprzewidywalna;
3. Pełne uzależnienie od produkcji energii na cele zasilania może być sposobem do pełnej niezależności energetycznej domu mieszkalnego.

Na podstawie dokonanych pomiarów istniejących instalacji przeprowadzono analizę **współdziałania instalacji PV i Pompy ciepła.**

# Produkcja PV



Produkcja instalacji fotowoltaicznej na podstawie danych instalacji o mocy 9,6kW.  
Na wykresie zaprezentowano udział produkcji rocznej w kolejnych miesiącach.

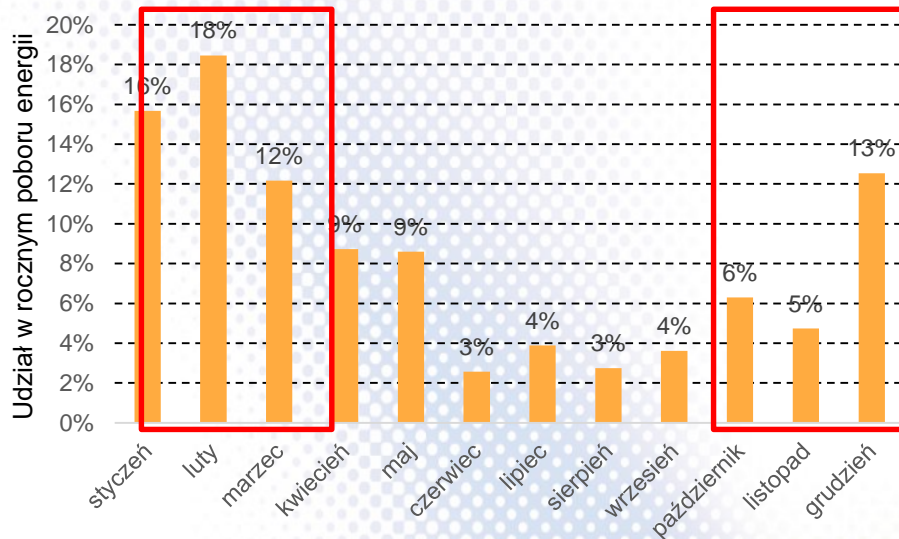


- 66% produkcji rocznej przedmiotowej instalacji – czyli ok. 6,2 MWh przypada na okres najcieplejszej połowy roku.
- Założeniem projektu jest wykorzystanie energii pochodzącej z fotowoltaiki w celu ogrzewania budynku.



# Zużycie energii przez pompę ciepła

Odrębny profil do produkcji instalacji fotowoltaicznej stanowi profil zapotrzebowania pompy ciepła. Poniżej zaprezentowano przykład instalacji w domu o powierzchni 400 m<sup>2</sup> / pompa o mocy 25 kW.



- 70% zapotrzebowania rocznego przypada na 6 najzimniejszych miesięcy roku.
- Profil zapotrzebowania pompy ciepła jest zatem odwrotny do produkcji fotowoltaicznej.
- Dane pochodzą z bezpośredniego pomiaru poboru energii przez pompę ciepła

# Model rozliczeń

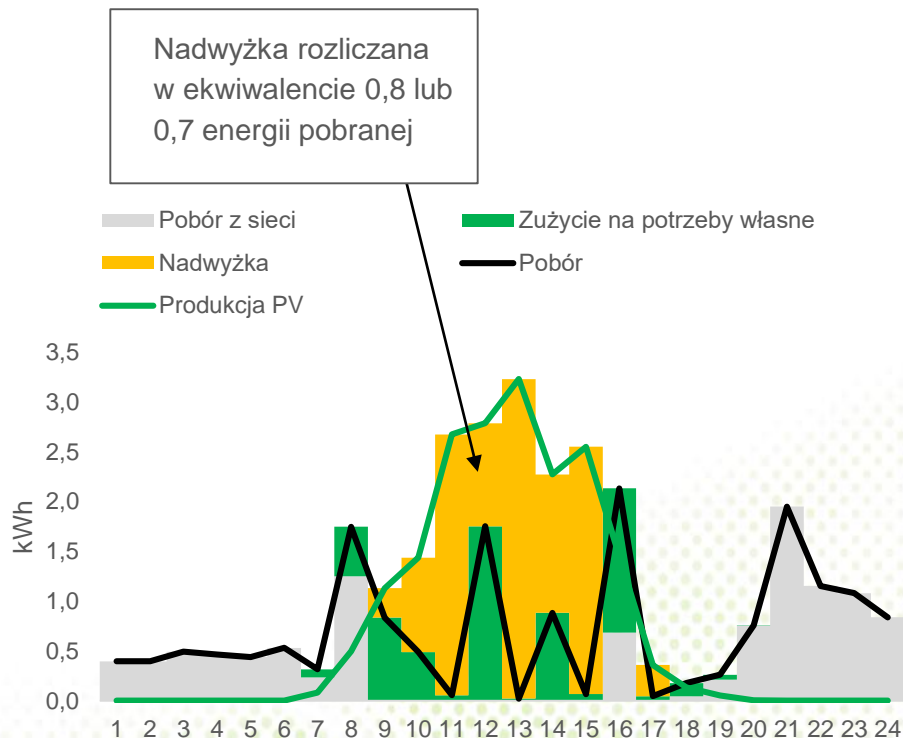


## Zastosowanie modelu rozliczeń prosumenckich

(wykorzystanie instalacji PV do zasilenia pompy ciepła – ograniczenie kosztów zużycia energii elektrycznej )

**Założenie użytkownika:** zużycie wyprodukowanej energii na potrzeby własne.

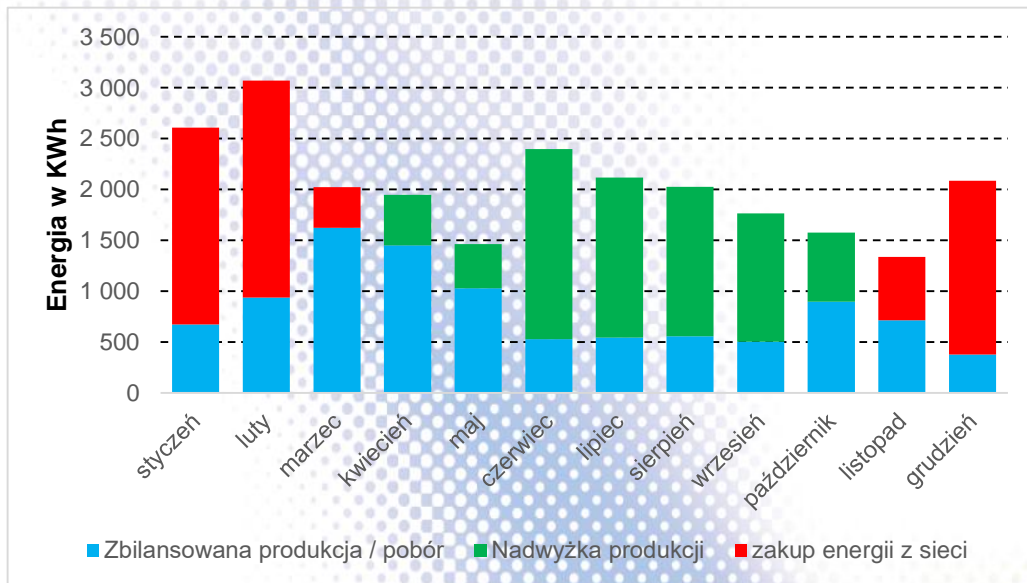
**Założenie ustawy:** rozliczenie nadwyżki wyprodukowanej energii w okresie rozliczeniowym (najczęściej rok) w zależności od wielkości instalacji.



# Dobór mocy



Zestawienie poziomu produkcji energii przez instalację fotowoltaiczną 18 kW i poboru energii przez pompę ciepła 25 kW.



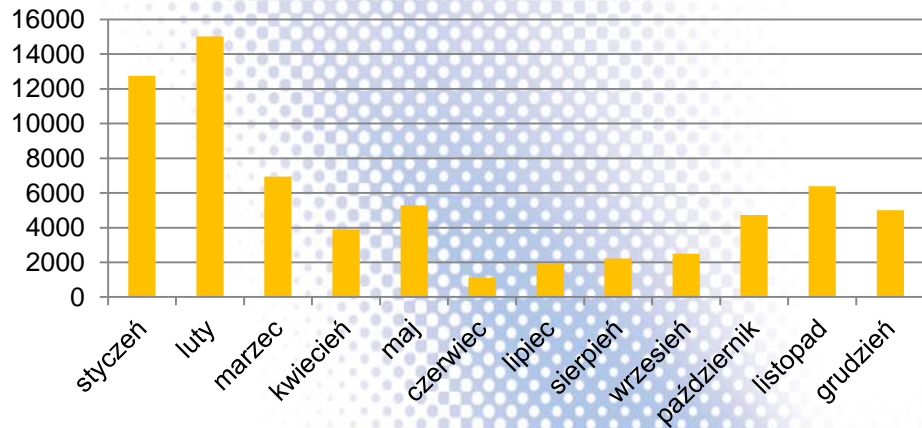
Produkowana w miesiącu energia skonsumowana jest na potrzeby własne pompy ciepła (kolor niebieski).  
➤ Istotnym jest kwestia profilu dobowego produkcji – który ma znaczenie dla rozliczenia „zmagazynowanej” w formule prosumenta energii.

**Oszacowanie:** ilość koniecznej do zakupu energii dla pokrycia zużycia pompy ciepła wynosi od 1,3 do 4,3 MWh rocznie – co stanowi odpowiednio 8-25% poboru pompy ciepła.

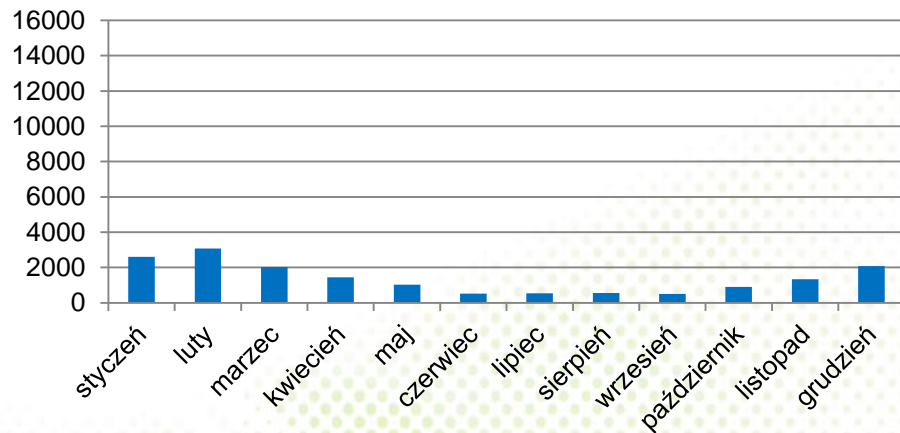
# Efektywność układu

Kluczowym elementem w ocenie sprawności układu ogrzewania jest informacja o efektywności przetwarzania energii przez pompę ciepła – stosunek wyprodukowanej energii cieplnej do energii elektrycznej pobranej wynosi w opisywanym przypadku **SCOP = 3,94**

## Produkcja energii cieplnej w kWh pompa 25 kW - rok 2019



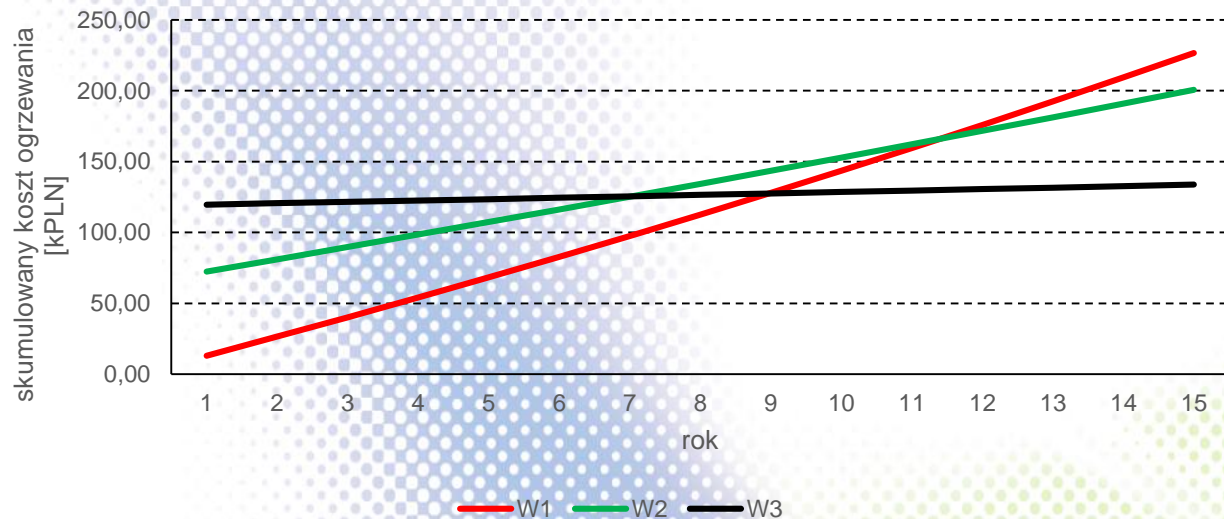
## Pobór energii elektrycznej w kWh pompa 25 kW - rok 2019



# Oszacowanie kosztów ogrzewania

Porównanie kosztów trzech wariantów ogrzewania:

- 1) Ogrzewanie węglowe (W1);
- 2) Ogrzewanie z wykorzystaniem pompy ciepła zasilanej energią elektryczną z sieci (W2);
- 3) Ogrzewanie z wykorzystaniem pompy ciepła zasilanej energią z PV (W3);



PV+PC:

- Zwrot z inwestycji jest możliwy już po 9 latach.
- Mała wrażliwość na koszty zewnętrzne
- Stabilizacja kosztów ogrzewania w długim okresie.





# Dodatkowe korzyści

Ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> oraz pozostałych gazów cieplarnianych na poziomie niskiej emisji.

Dla pompy ciepła o mocy 25 kW w okresie 1 roku:

Związek chemiczny	Emisja przy spalaniu 1 tony węgla [kg]	Uniknięta emisja przy układzie (25 kW = 10,7 t węgla) [kg]
Tlenki azotu	2,1	22,5
Tlenki siarki	14,0	149,8
Tlenek węgla	50,0	536,0
Dwutlenek węgla	2 000,0	21 440,0
Pył zawieszony	10,0	107,2



# Mocne i słabe strony

## Mocne strony

- Profil dopasowany do potrzeb KSE (produkcja latem);
- Zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych tlenki siarki, azotu, węgla oraz popioły;
- Uniezależnienie kosztów od cen energii i paliwa (węgla lub gazu);
- Uproszczenie organizacyjne – brak potrzeby przechowywania paliwa;
- Komfort życia mieszkańców
- Wzrost wartości inwestycyjnej domu
- Możliwość chłodzenia domu
- Brak kosztów inwestycyjnych – komin, kotłownia, magazyn opału

## Słabe strony

- Koszt inwestycji;
- Ryzyko zmiany rozwiązań prawnych;
- Niezbędna wyszkolona ekipa montażowa;
- Wrażliwość na warunki atmosferyczne;
- Konieczność zasilania w energię elektryczną



# Projekt: Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii



Projekt współfinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju  
w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych  
„Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków, GOSPOSTRATEG

**Wykonawcy:** Ministerstwo Energii  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie  
Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19 z 18 stycznia 2019 r.  
Okres realizacji 2019-2022