



# Pompy ciepła

## Wykład VII

---

Źródła ciepła  
Powietrze atmosferyczne

# ODNAWIALNE

# ŹRÓDŁA ENERGII



- Według Decyzji Komisji Europejskiej 2014 , energia przekazywana przez pompy ciepła została uznana za energię odnawialną,
- 28 kwietnia 2014 weszło z życie Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie sposobu obliczania końcowego zużycia energii brutto ze źródeł odnawialnych oraz sposobu obliczania ilości energii elektrycznej i ciepła z takich źródeł.
- Pierwszy polskim dokument, który jednoznacznie podaje, że znaczna część ciepła przekazywanego przez pompy ciepła pochodzi ze źródeł odnawialnych.

# ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII



## OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII ! EKOLOGIA ! INNOWACJE

- Aby pomp ciepła, dostępna na polskim rynku, była traktowana jako odnawialne źródła energii:
- Minimalna wartość rzeczywistego SCOP dla pomp ciepła, zasilanych energią elektryczną, musi wynosić 2,5 przy sprawności produkcji energii elektrycznej 45,5%.
- . Dla pomp ciepła, zasilanych energią cieplną, minimalna wartość SCOP musi wynosi 1,15 .

**DLA WIĘKSZOŚCI URZĄDZEŃ DOSTĘPNYCH NA  
POLSKIM RYNKU TE WARTOŚCI SĄ SPEŁNIONE.**

## Dodatkowe korzyści OZE:

- Generują miejsca pracy
- Stymulują lokalne gospodarki, bo źródła nie są już skupione w elektrowniach.
- Zaangażowaniu tzw. prosumentów, czyli np. spółdzielni gminnych inwestujących w instalacje fotowoltaiczne czy mieszkańców posiadających udziały w przedsiębiorstwach energetycznych,
- „Fabryki” prądu są bliżej ludzi. Można więc oszczędzić na dystrybucji, obniżyć ceny prądu, a jego nadwyżki wykorzystywać do ogrzewania domów.
- Recepta na ubóstwo energetyczne.



# Koszty inwestycji w OZE spadają

- 10 lat temu uważano że przejście na OZE może spowolnić unijną gospodarkę, bo są drogie i niepewne.
- Zaryzykowali Niemcy i Duńczycy, na których doświadczeniach bazowały inne kraje- Niemcy, Wlk.Brytania pozwoliło to obniżyć koszty inwestycji w te źródła.
- Od 2009 roku koszt urządzeń do wytwarzania energii słonecznej spadł aż o 75 proc., a tych do wytwarzania energii z wiatru – o 66 proc. (2019)



## Cena prądu 2020 ?

Instalacje fotowoltaiczne - 60 euro

Wiatraki na lądzie - od 50 euro,

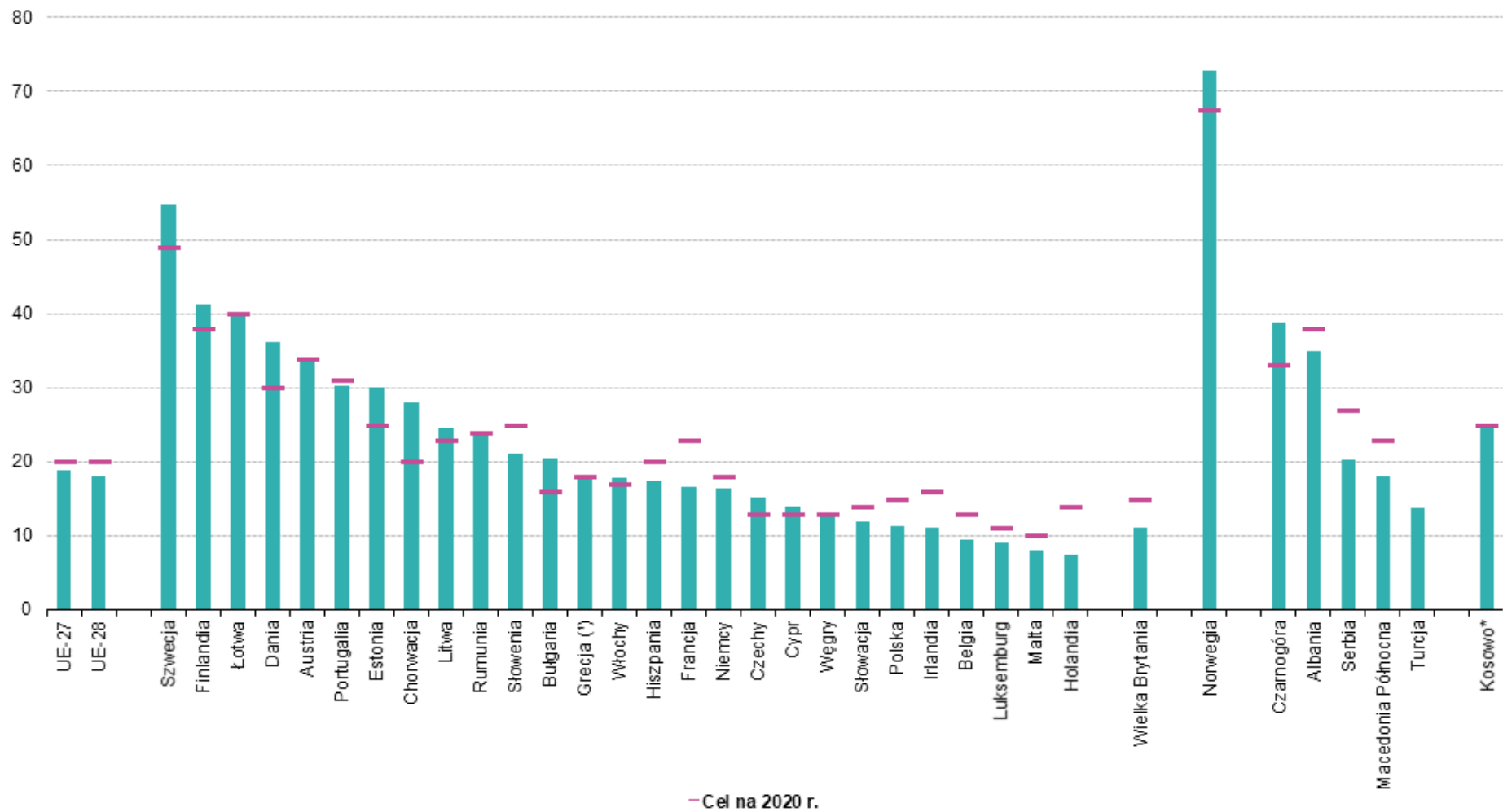
Prąd z węgla - 75 euro. za megawatogodzinę,

Analicyści przewidują, że do 2040 roku w wytwarzanie energii z OZE inwestowanych będzie 72 proc. wszystkich środków w tym sektorze: na paliwa kopalne i atom będzie szło 2,8 mld dol., tyle samo na fotowoltaikę, a 3,3 mld dol. na energię wiatrową.



## Udział energii ze źródeł odnawialnych, 2018 r.

(% zużycia energii końcowej brutto)



2020 - Islandia, Szwecja, Kostaryka, Nikaragua, Wielka Brytania, Urugwaj, Dania, Chiny, Maroko



## POLSKA. Bezpieczeństwo energetyczne!

- Konieczność utrzymania dużego udziału węgla w produkcji prądu i ciepła. Uzależnienie Polski od importu energii przekroczyło jednak w 2019 roku 37 proc.
- Podobnie z paliwami, które masowo wjeżdżają do Polski m.in. z Rosji.
- „RAPORT” nie pozostawia wątpliwości, że udział paliw kopalnych spada u nas zbyt wolno w stosunku do długofalowych celów unijnych!





- W 2019 roku węgiel w dalszym ciągu stanowił prawie
- 74 proc. paliw zużywanych w ciepłownictwie,
- 78 proc. w elektroenergetyce.
  
- Zamykane będą przestarzałe elektrownie, ale Polska zastępuje je kolejnymi blokami węglowymi, nie bacząc na to, że ich budowa jest ekonomicznie nieuzasadniona.
- Aby je sfinansować, rząd wprowadził rynek mocy, którego funkcjonowanie będzie w 84 proc. finansowane z rachunków odbiorców.

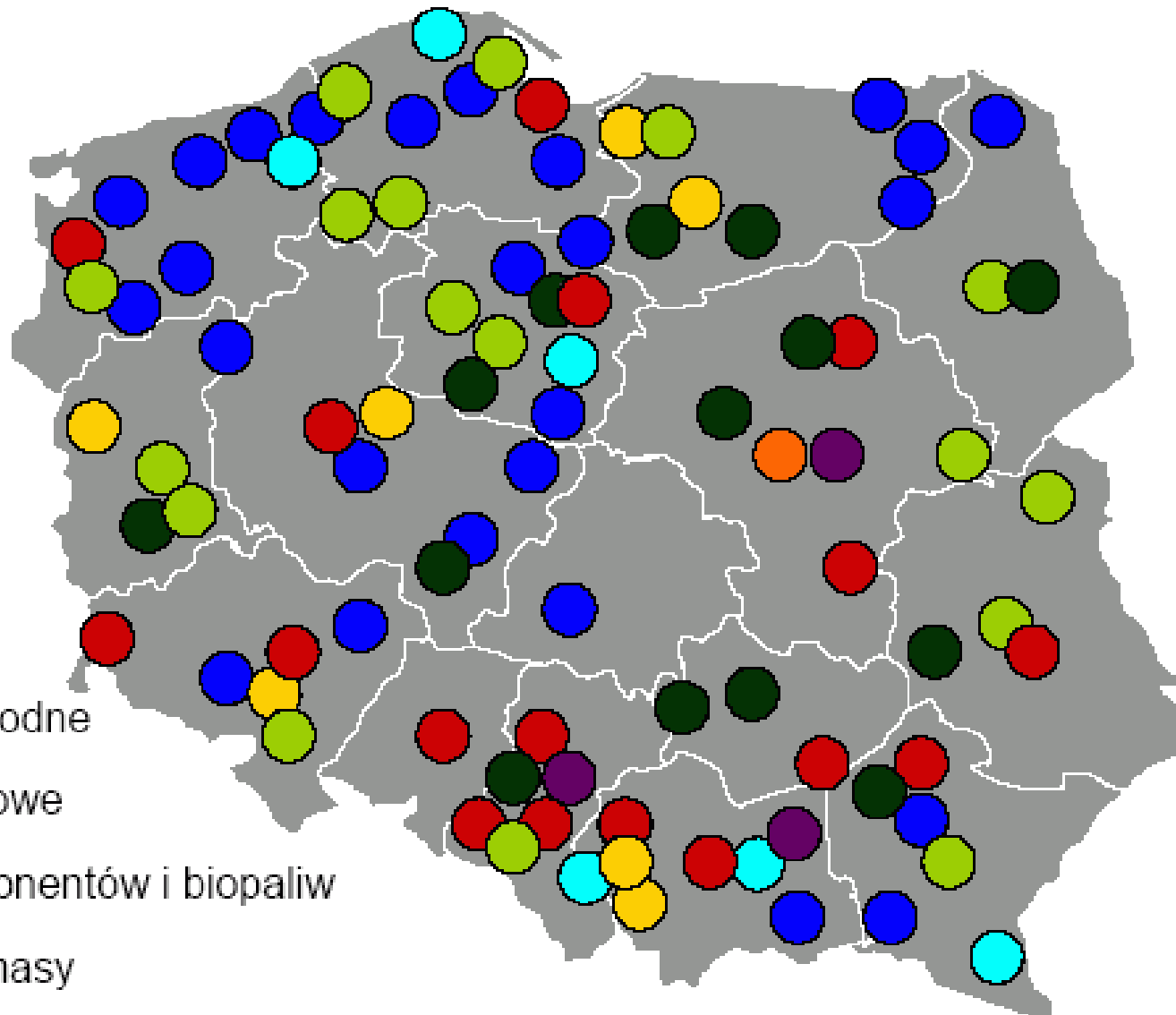


- Dotacje „na węgiel” w latach 1990-2019 wyniosły 280 mld zł.
- Kraje UE tną subsydia dla tego surowca i zamykają kopalnie.
- Polska nowelizuje ustawę górnictw, przewidując kolejnych 7 mld zł dotacji do 2023 roku.
- Nie wykorzystuje też właściwie przychodów ze sprzedaży uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, które powinny być przeznaczane na poprawę efektywności energetycznej i rozwój OZE.
- W przyszłym roku mają trafiać na dopłaty do rachunków za prąd w związku z podwyżkami cen.

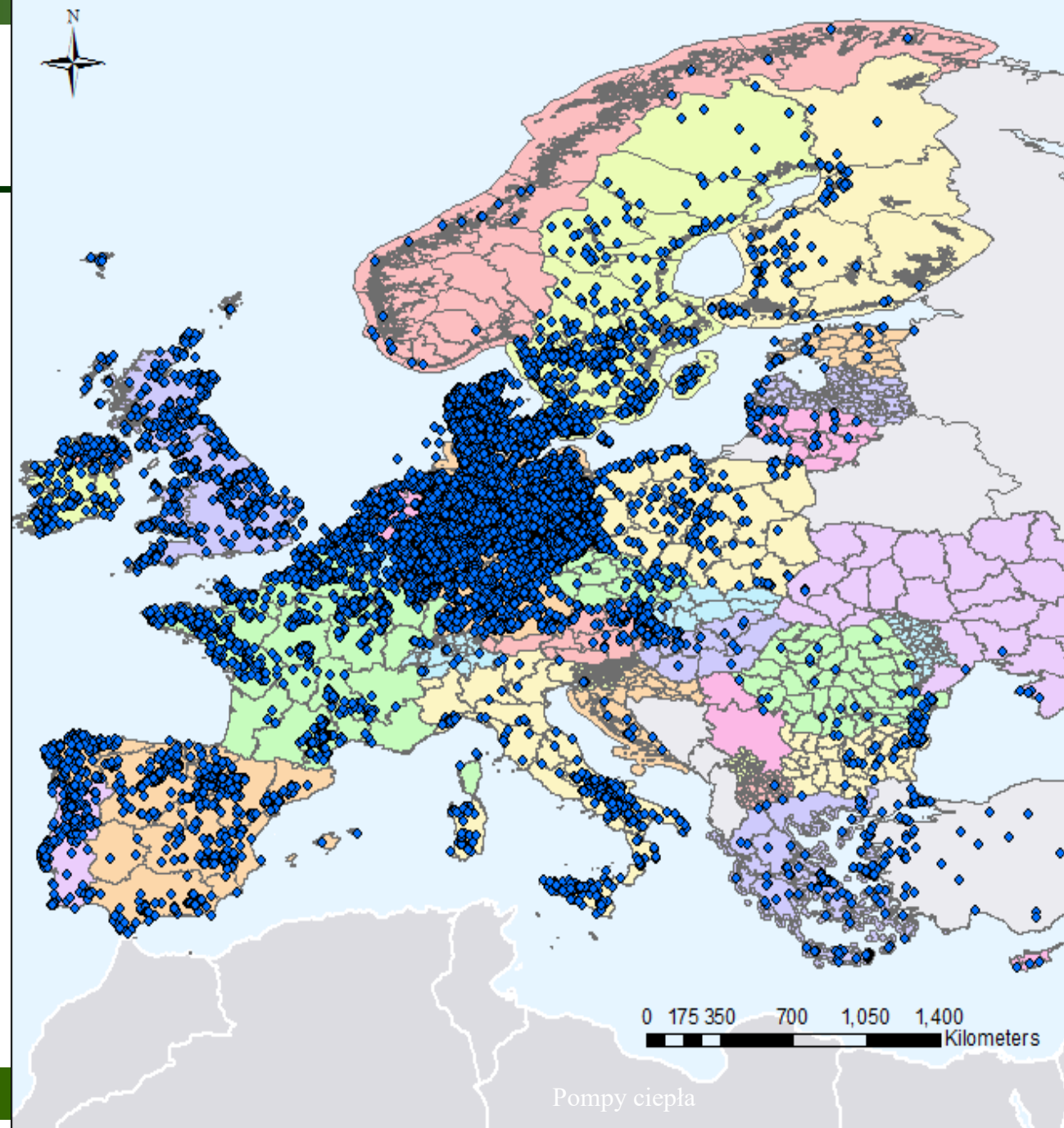
## Spadek wsparcia energetyki odnawialnej w Polsce (giełdowej wartości tzw. zielonych certyfikatów)



W 2020 r. udział ten miał  
wynosić ma 15 proc., a  
wynosił 11, 9



-  Farmy wiatrowe
-  Duże elektrownie wodne
-  Elektrownie biogazowe
-  Produkcja biokomponentów i biopaliw
-  Współspalanie biomasy
-  Elektrownie biomasowe
-  Zakład termicznej utylizacji odpadów komunalnych
-  Instalacje fotowoltaiczne



# Polacy chcą OZE !

---

- **A jak pokazują badania, Polacy są przychylni zielonym technologiom. W styczniu 2019 roku aż 95 proc. ankietowanych przez agencję badawczą 4P Polaków opowiedziało się za rozwojem OZE, a tylko 35 proc. za rozwojem energetyki węglowej. –**
- **Zarówno samorządy, jak i ruchy społeczne czy przedsiębiorcy chcą rozwijać odnawialne źródła energii i energetykę obywatelską, widząc w tym korzyści gospodarcze, zdrowotne i środowiskowe.**



# Przyszłość energii odnawialnych

17.11.2020

**Węgiel idzie w odstawkę? Podczas pandemii Polacy postawili na energię słoneczną**





W Polsce trwa prawdziwy boom na właśnie ten rodzaj energii odnawialnej. Mówią o tym liczby Polskich Sieci Elektroenergetycznych (PSE), instytucji, która zarządza pracą całej polskiej sieci energetycznej.

Według PSE w październiku mieliśmy 2,6 GW zainstalowanej mocy w fotowoltaice z 47 GW zainstalowanej mocy ogółem (np. w wiatrach mamy 7,5 GW, a w węglu 34 GW).



***Rząd daje rekordowe dopłaty do budowy paneli.***

***Miliard złotych został przeznaczony na program Mój Prąd, który pozwolił sfinansować prawie 200 tys. instalacji (większość z nich jest w budowie, ale umowy są już podpisane).***

***Oprócz tego jest obowiązująca od 2019 r. ulga podatkowa, która pozwala odliczyć od podatku 17 proc. wartości inwestycji.***

***Średnio to 3-5 tys. zł.***



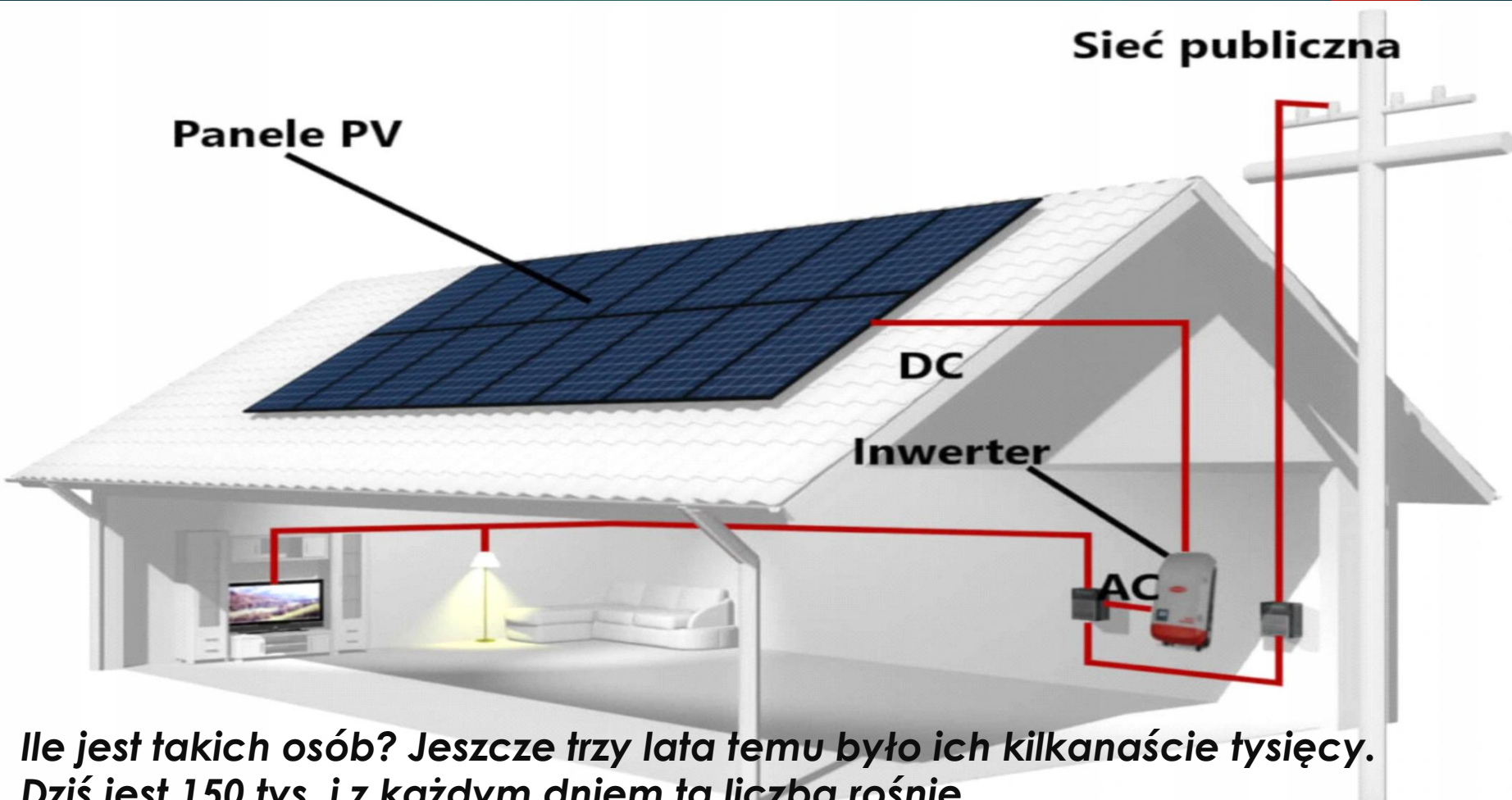
*Jeśli założyć, że instalacja fotowoltaiczna dla czteroosobowej rodziny mieszkającej w domu może kosztować 20-25 tys. zł, to 30-50 proc. tej inwestycji sponsoruje państwo.*





*Dla porównania przed rokiem było to tylko 1 GW.  
O skali rozwoju świadczy to, że na ten 1 GW pracowaliśmy osiem lat. Teraz w 12 miesięcy zwiększyliśmy stan posiadania o 160 proc.*

*Panele i duże farmy słoneczne stawiają firmy, ale też osoby prywatne, które montują je na dachach domów (w mniejszym stopniu robią to spółdzielnie mieszkaniowe, choć jest kilka pozytywnych przykładów).*



***Ile jest takich osób? Jeszcze trzy lata temu było ich kilkanaście tysięcy. Dziś jest 150 tys. i z każdym dniem ta liczba rośnie. Sam Tauron przyłącza codziennie do sieci średnio 300 nowych instalacji.***



*Na tle Europy też wypadamy całkiem nieźle.  
W ubiegłym roku Polska była na piątym miejscu  
pod względem tempa rozwoju fotowoltaiki.  
W tym roku możemy trafić do pierwszej trójki,  
prześcigając takie kraje, jak Włochy, Wielka  
Brytania czy Francja - z tą różnicą, że my  
zaczynamy z niższego pułapu i musimy gonić  
Zachód.*



**Rozwój fotowoltaiki jest we wczesnym stadium.**

**W Niemczech liczba domowych instalacji idzie w miliony, więc potencjał do wzrostu jest ogromny, na czym zarobią polskie firmy, które panele montują.**

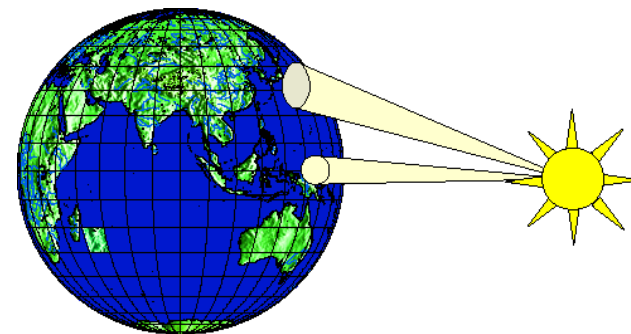
**Według prognoz zawartych w przyjętej we wrześniu 2020 "Polityce energetycznej Polski do 2040 r." za dziesięć lat będziemy mieć już 7 GW energii ze słońca, a w 2040 roku aż 16 GW.**

# Dolne źródło do systemu Pomp ciepła

Dolne źródło – określa pompę i decyduje o jej zastosowaniu!

Powinno mieć określone cechy jakościowe i ilościowe:

Konieczna wszechstronna analiza:



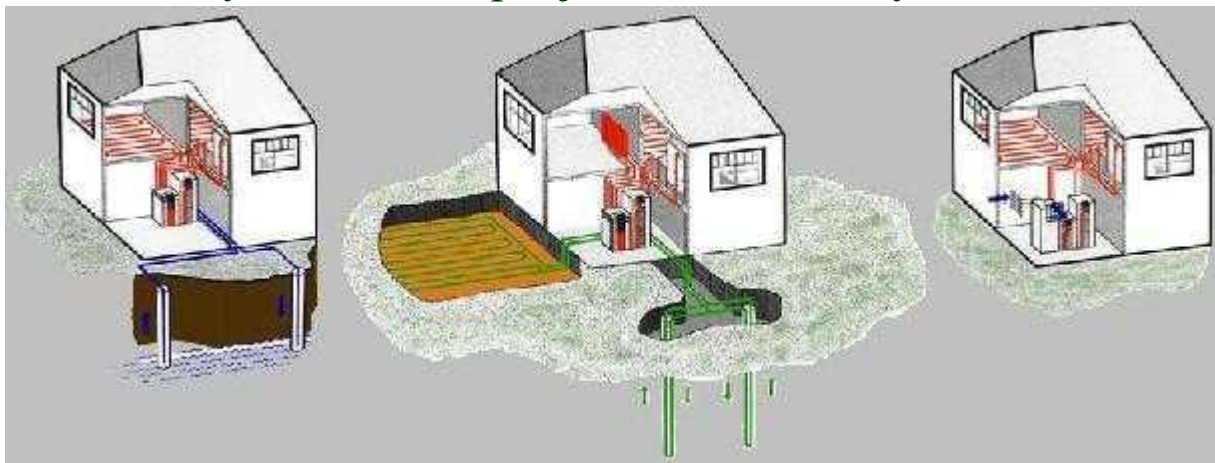
Jakościowe	Ilościowe
Dostępność(czas/miejsce) Analiza egzergetyczna. „korozyjność” toksyczność	temperatura i jej zmiany w czasie zasoby egzergii i jej zmiany w czasie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne





# Źródła ciepła

- Temperatura im wyższa, tym efektywniejsza PC i bardziej użyteczna
- Wahania roczne, miesięczne, dobowe
- Pojęcie koherentności źródła:
  - zmiany temperatury
  - spójność z zapotrzebowaniem
- Większość naturalnych źródeł ciepła jest niekoherentnych .



# Źródła ciepła

---

- Dolne – energia odbierana, dostarcza surowiec, niska egzergia
- górne – energia przekazywana, określa efekt, wysoka egzergia
- Idealnie – źródła izotermiczne, wymiana w warunkach izotermicznych, straty pomija się



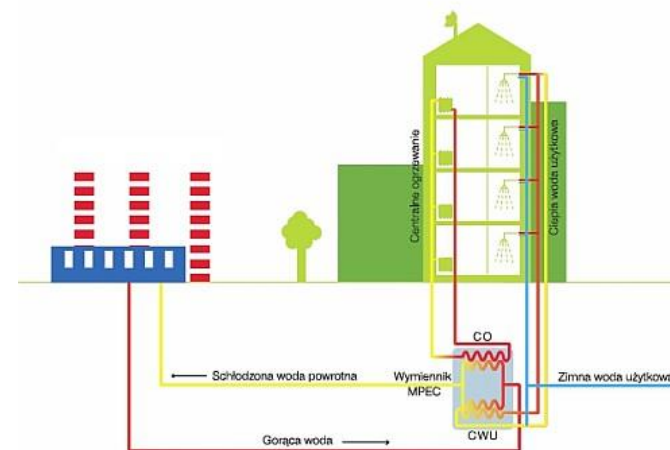
# Źródła ciepła !!!!

Temperatura źródła górnego – eliminuje przesył energii ze względu na straty.  
Dlatego dolne źródło musi znajdować się **w miejscu zainstalowania**.  
Dotyczy to również dużych PC.

Niektóre źródła – antykorozyjne materiały

- zasolenie wód głębinowych
- woda morską
- opary w suszarni
- spaliny
- obecność gazów SO<sub>2</sub> i CO<sub>2</sub> + wykraplanie wilgoci

Niekiedy jest to znaczny problem ekonomiczny.



# Ⓔ - GÓRNE ŹRÓDŁO CIEPŁA

# Ⓐ - DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA

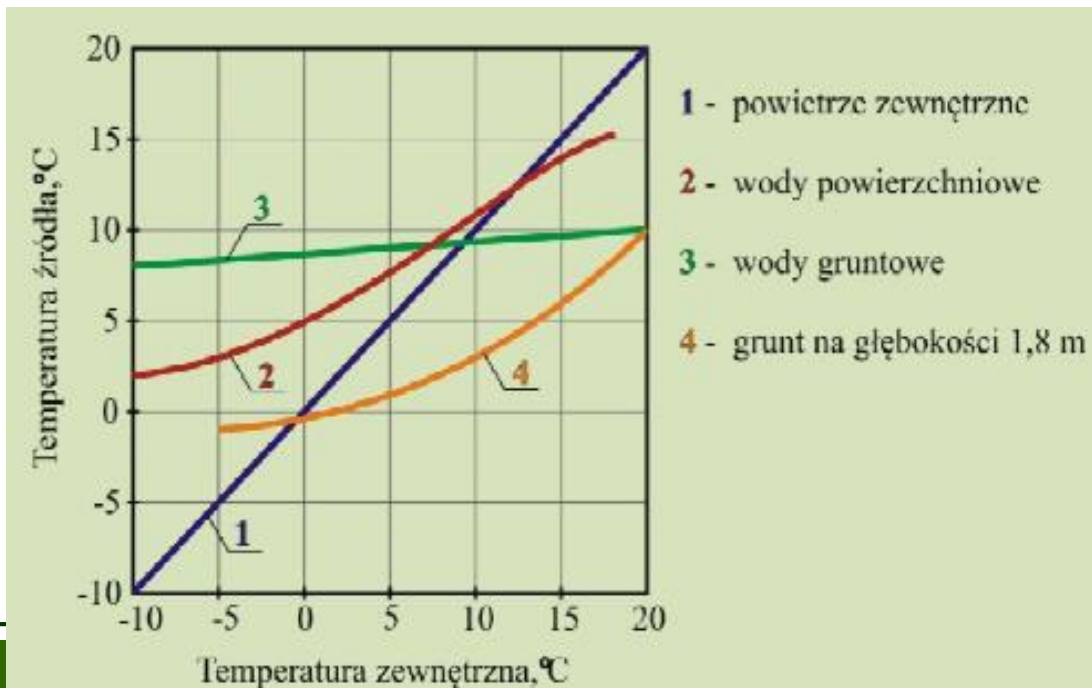


# Cechy idealnego źródła ciepła

- nieograniczona pojemność cieplna (odnawialne)
- możliwie wysoka i stała temperatura
- bez zanieczyszczeń i czynników korozyjnych
- bardzo tanie pozyskiwanie
- Łatwa dostępność
- koherentność źródła

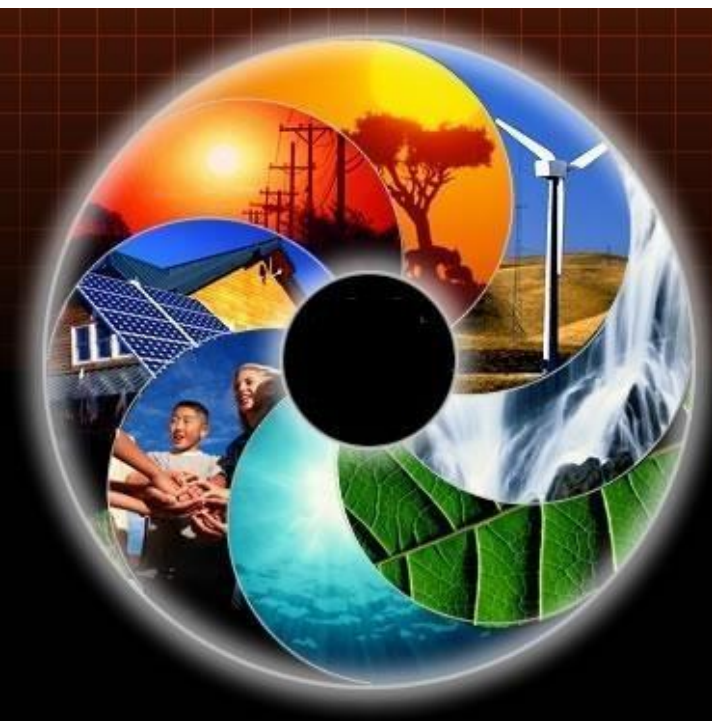


**Takie źródło nie istnieje !**

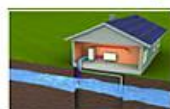


# Źródła ciepła

- Naturalne (odnawialne)
- Sztuczne (odpadowe)



## Ⓐ - DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA



## Ⓑ - GÓRNE ŹRÓDŁO CIEPŁA



# Dolne źródło



Główne pompy „użytkowe” to małe domy – źródła naturalne:

- Powietrze
- Grunt,( geotermia)
- Energia słoneczna

Słabiej:

- Wody podskórne
- Woda podziemna
- Studnie głębinowe

Wody powierzchniowe:

- Rzeki
- Jeziora, stawy, zbiorniki
- Morza, zalewy

**Pobór energii do PC nie może wpływać na innych użytkowników PC. (źródła).  
Nie może zaburzać Ekosystemu.**



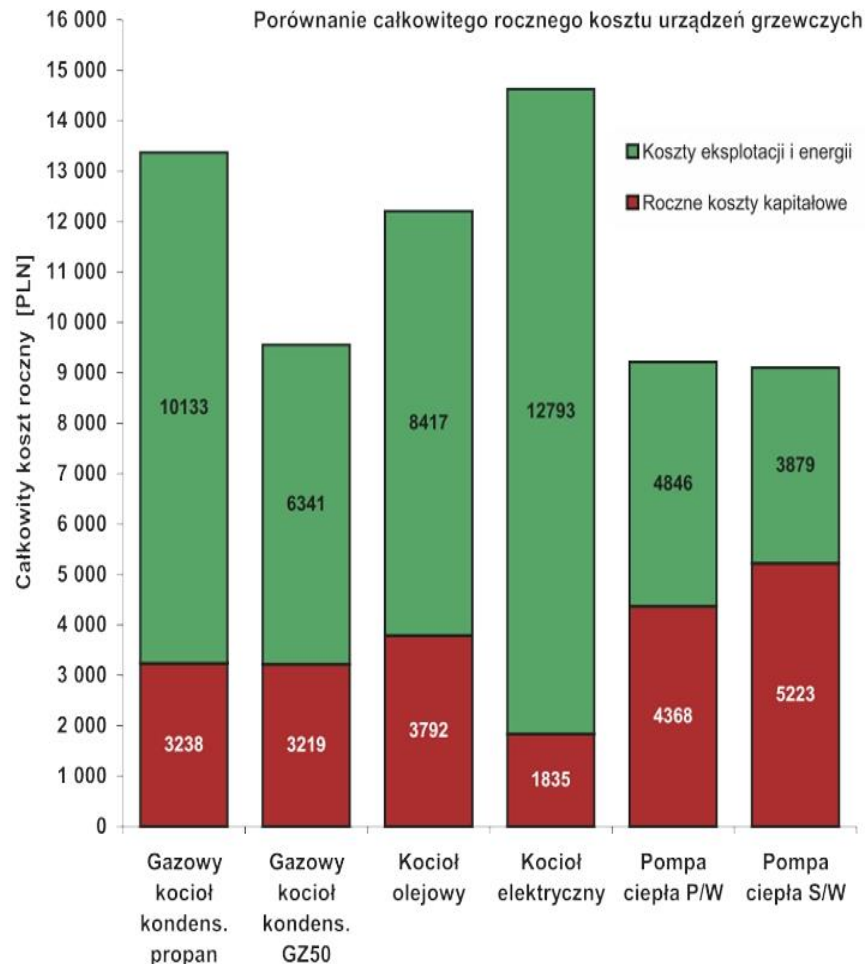
# Źródła ciepła

## Koszty(2015) – inwestycje, ujęcie.

Dla 20 kW:

- Powietrze 1250 EUR
- Woda ze studni 2500 EUR
- Grunt 5000 EUR (poziomy)
- Energia słoneczna 750 EUR
- Koszty głębokich odwiertów :  
50 EUR / 1 m +koszty instalacji

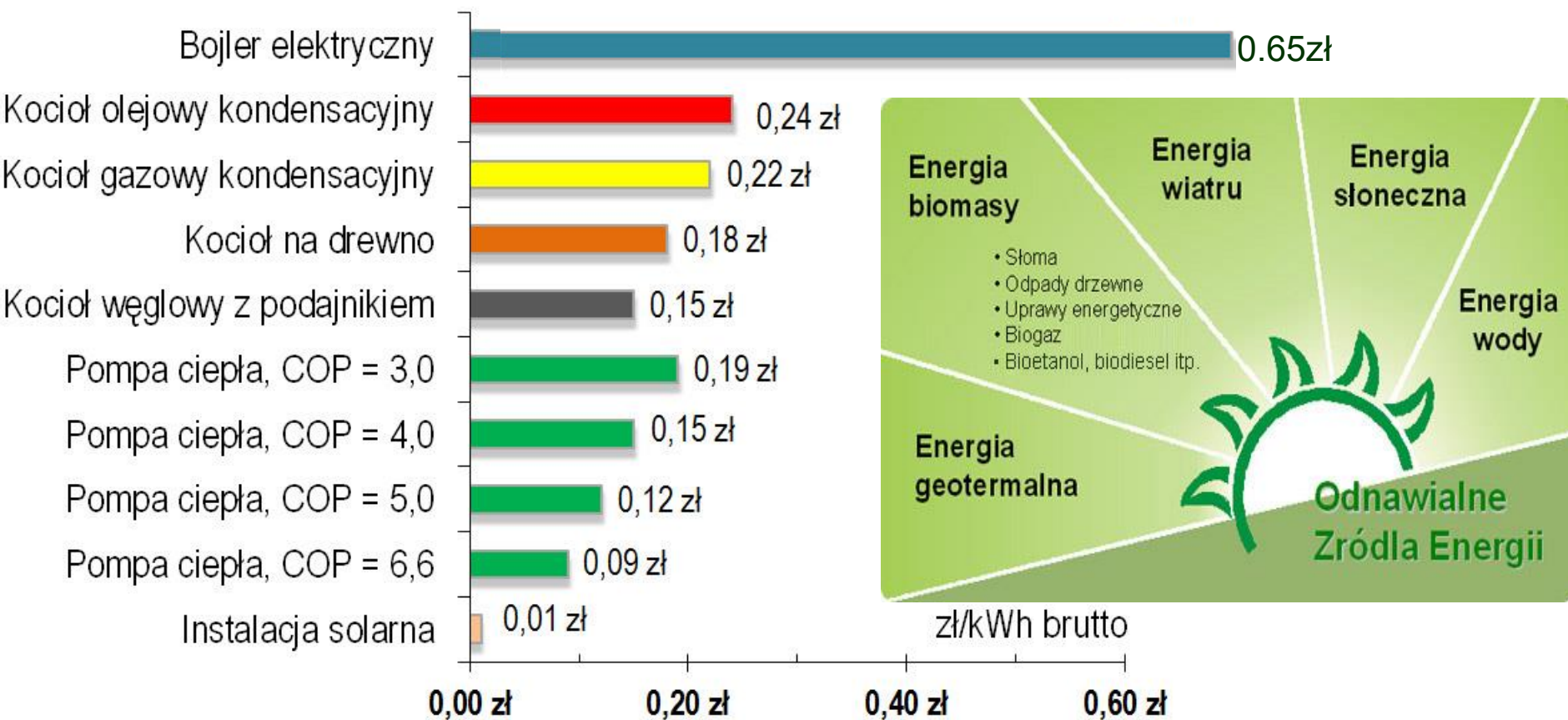
Trudno jest określić koszty źródeł sztucznych.





## ZASILANE

Średnia **cena** prądu obecnie (tzn. według danych z dnia 20 maja 2020 roku) wynosi 0,617 zł/kWh dla wybranej taryfy G11 i tego samego sprzedawcy i dystrybutora.



# Źródła ciepła

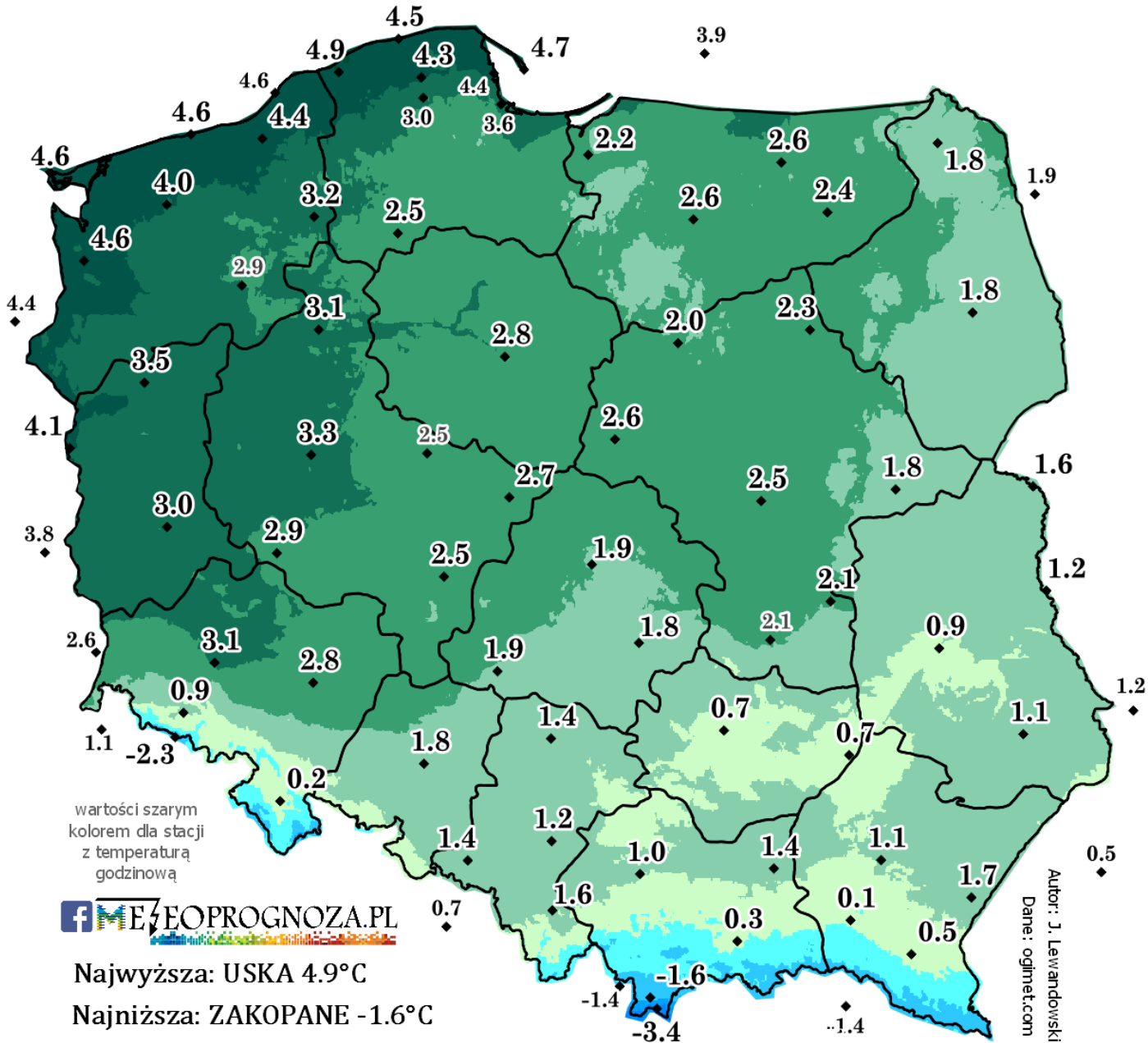
PC wtórne	PC pierwotne
<b>En. odpadowe</b>	<b>En. odnawialne</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Powietrze</li><li>■ Gazy odlotowe</li><li>■ Spaliny:<ul style="list-style-type: none"><li>ze spalania gazów,</li><li>ze spalania paliw stałych,</li><li>w systemach ...</li></ul></li><li>■ Kondensat,</li><li>■ Para, Woda.</li><li>■ Efekt procesu technologicznego (temperatura 290-350 K, czasem wyższa, nie zależy od pory roku)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Powietrze atmosferyczne</li><li>■ Grunt</li><li>■ Woda:<ul style="list-style-type: none"><li>gruntowa</li><li>powierzchniowa</li><li>głębinowa</li><li>miejska</li></ul></li><li>■ Promieniowanie słoneczne</li><li>■ Energia geotermalna</li><li>■ Energia wiatru</li><li>■ Energia otoczenia(sublimacja)</li></ul>

# Powietrze

---

- Atmosferyczne, technologiczne, użytkowe
- Najtańsze na etapie pozyskania i realizacji.
- Łatwość montażu , niski koszt.
- Poprawność doboru i zwymiarowania obciążenia PC:
  - prawidłowe określenie zapotrzebowania na ciepło grzania: przewymiarowanie, niedowymiarowanie
  - -odpowiednio dobrany punkt biwalentny

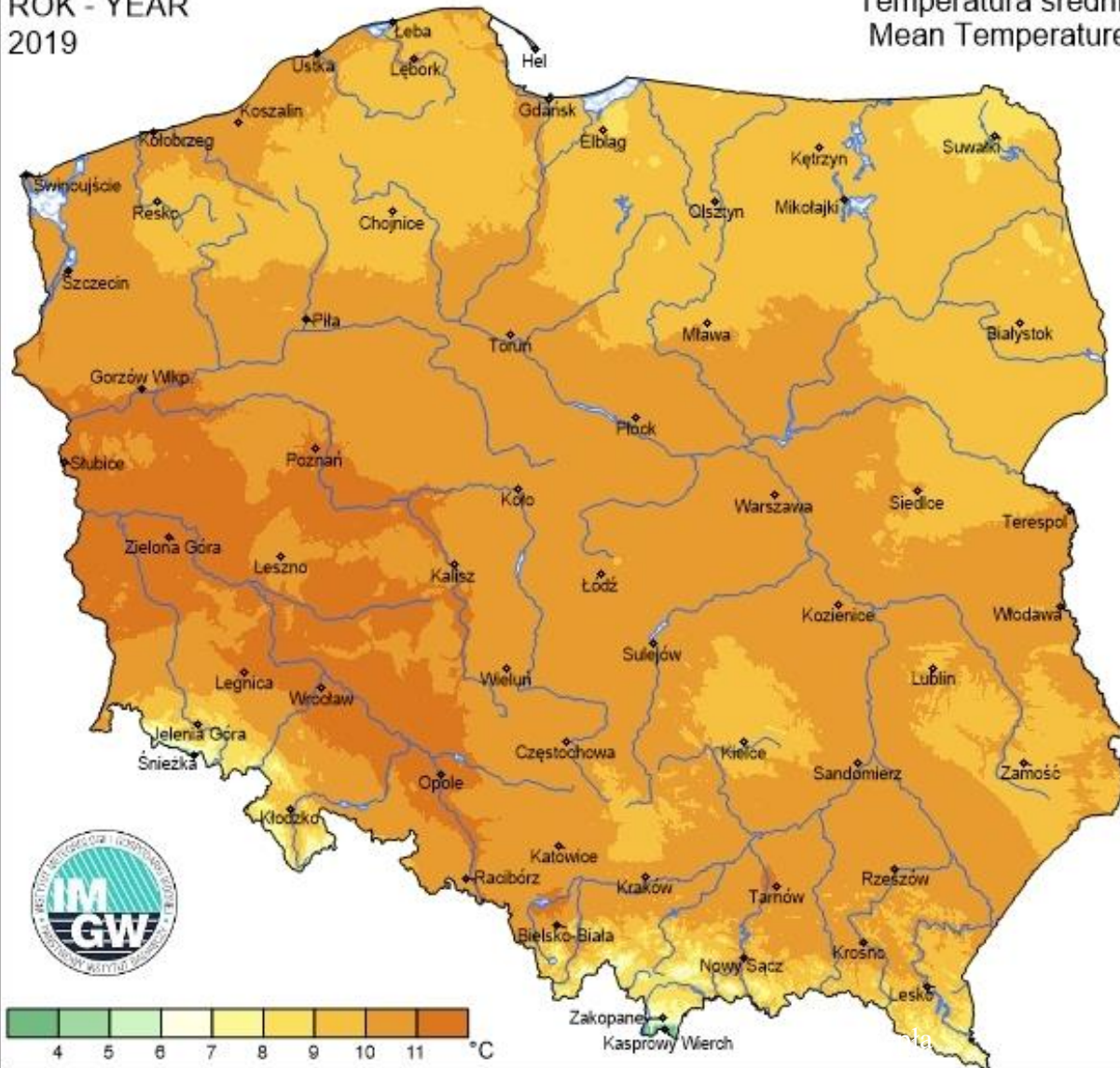
# Średnia temperatura miesięczna styczeń 2020

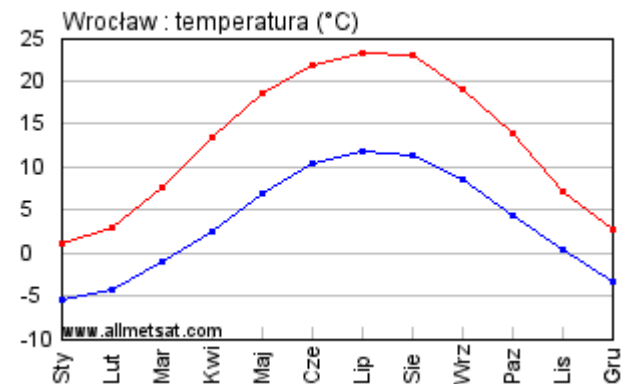
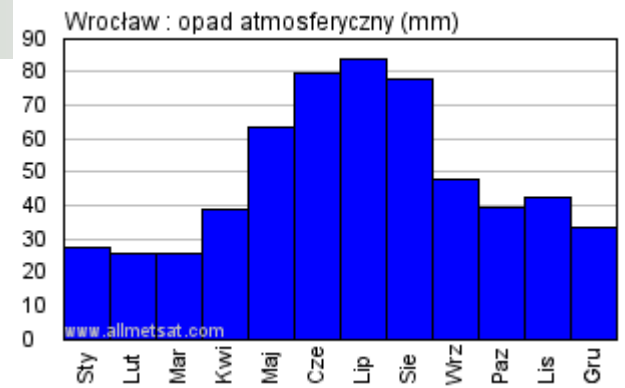
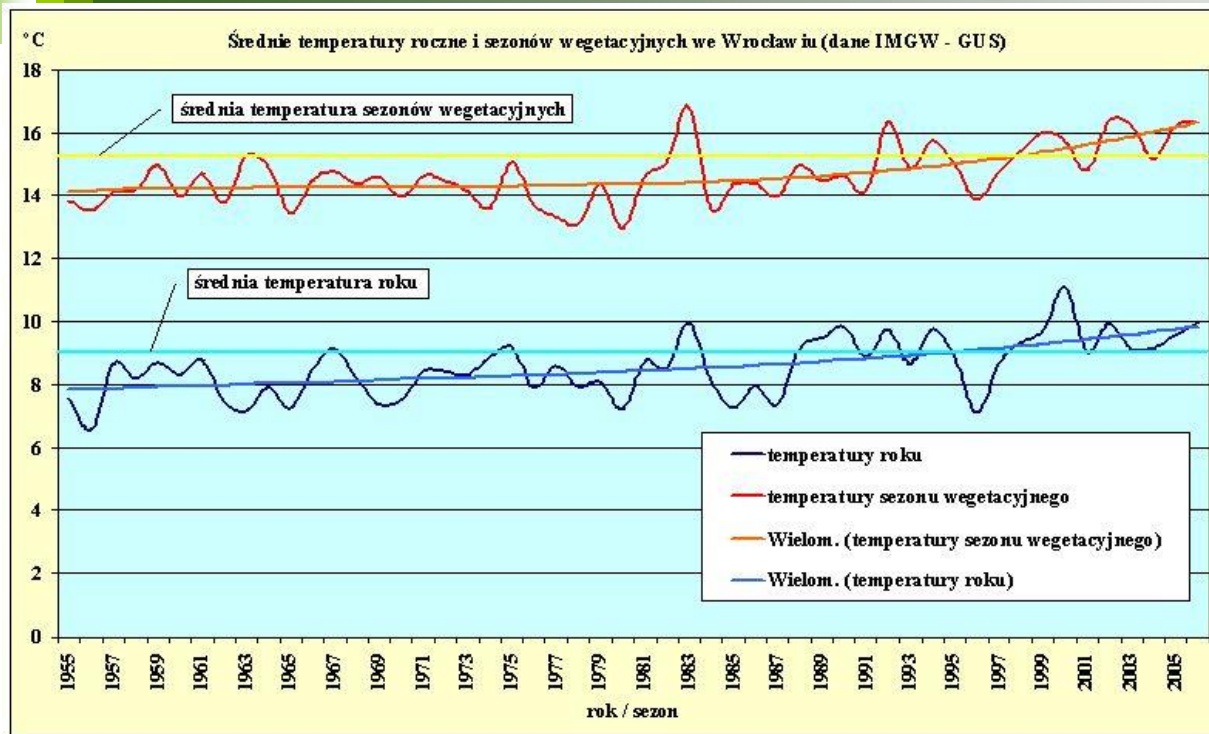


# Średnia roczna temperatura powietrza w 2019 r

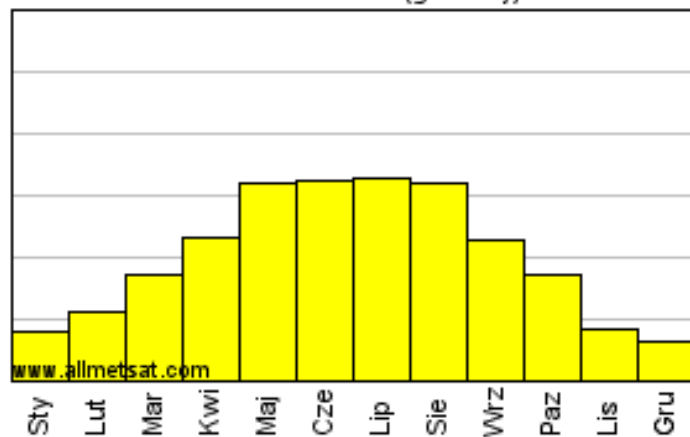
ROK - YEAR  
2019

Temperatura średnia  
Mean Temperature

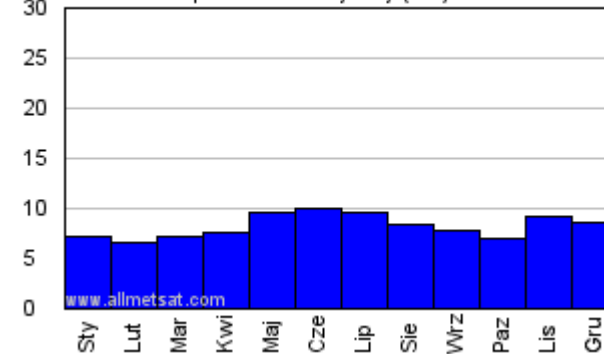




### Wrocław : światło słoneczne (godziny)



### Wrocław : opad atmosferyczny (dni)



# Efektywność pompy ciepła powietrze/woda w zależności od obciążenia

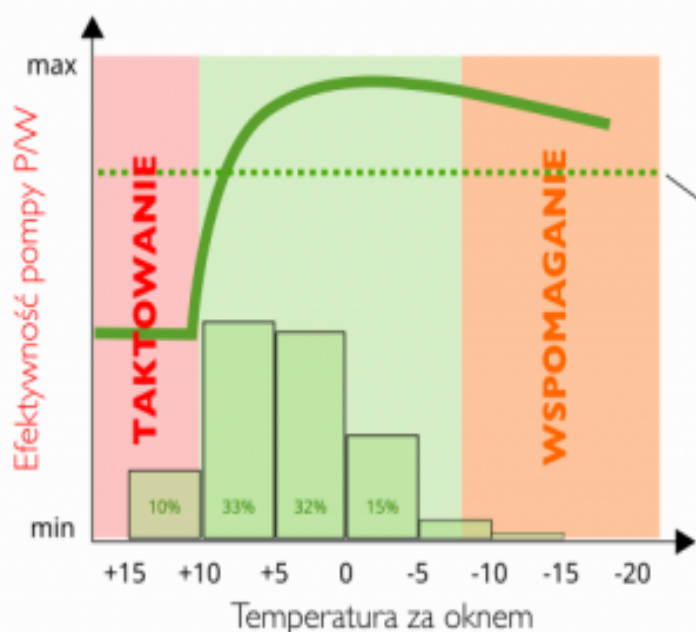


# Skutki przewymiarowania pompy ciepła powietrze-woda

czyli rzecz o tym, jak ludzie w atawistycznym lęku przed wspomaganie pompy ciepła grzałkami przez max. dwa tygodnie w ciągu zimy, robią sobie "niepełnosprawną" pompę ciepła na pozostałe pięć miesięcy sezonu grzewczego.

## Poprawnie dobrana moc

Dom potrzebuje 8kW = pompa o mocy nominalnej 8kW

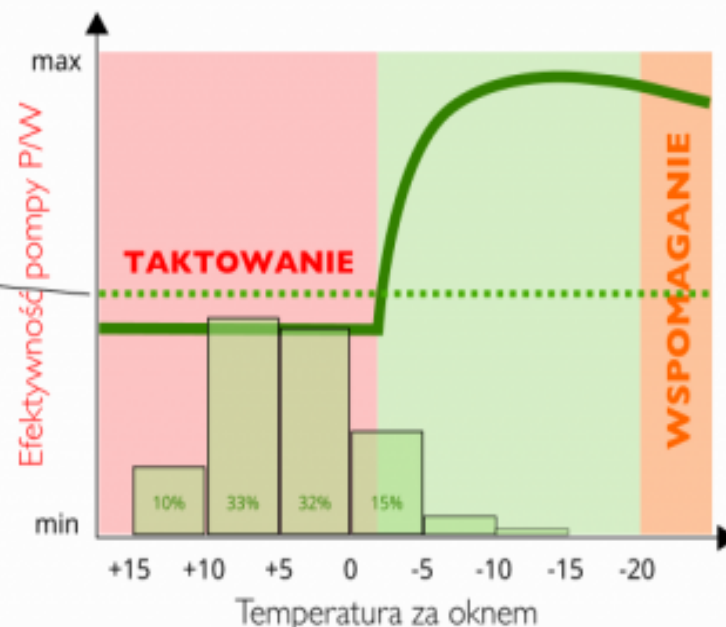


Udział dni w danym zakresie temperatur w całym sez. grzewcz.\*

Większość sezonu pompa przepracuje w zakresie najwyższej efektywności. Pomocnicze źródło ciepła włączy się co najwyżej w kilka dni.

## Pompa przewymiarowana

Dom potrzebuje 8kW = pompa o mocy 12kW  
"żeby się grzałki nie włączyły aż do -20"



Udział dni w danym zakresie temperatur w całym sez. grzewcz.\*

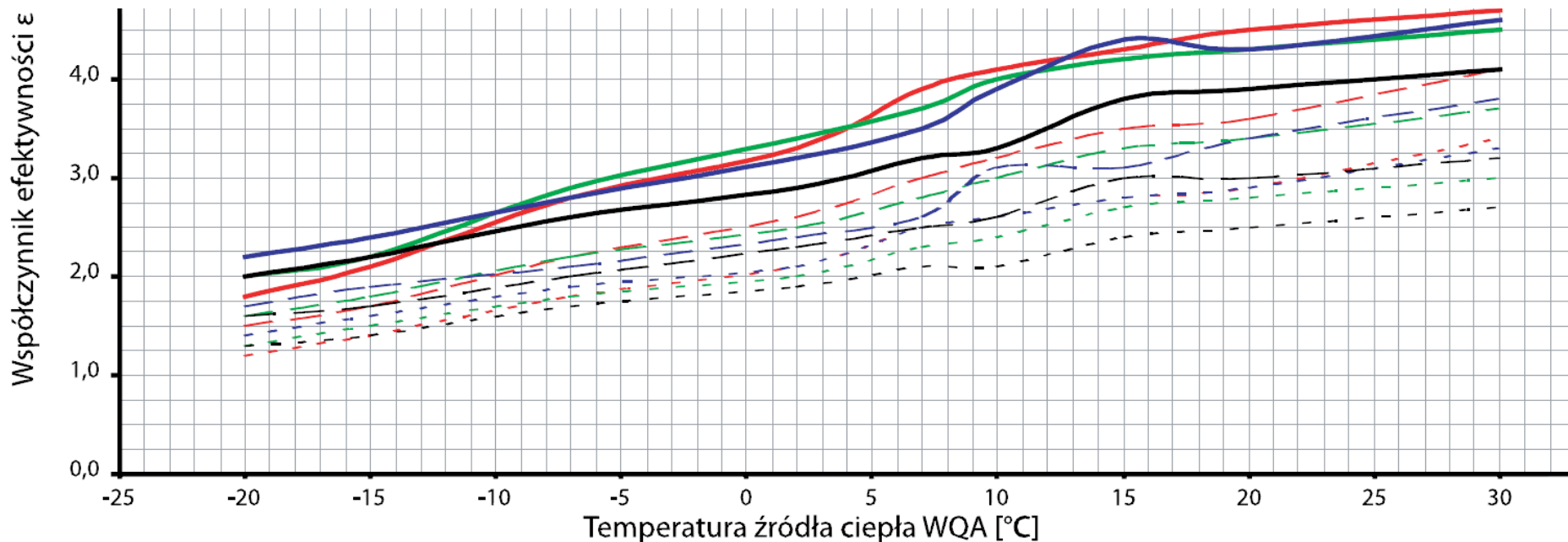
Pompa będzie taktować prawie cały sezon. Pomocnicze źródło ciepła nie włączy się nigdy, ale co z tego, gdy średnia sprawność spadła a rachunek zabol.



# Powietrzna pompa ciepła- powietrze woda; ogrzewanie niskotemperaturowe.

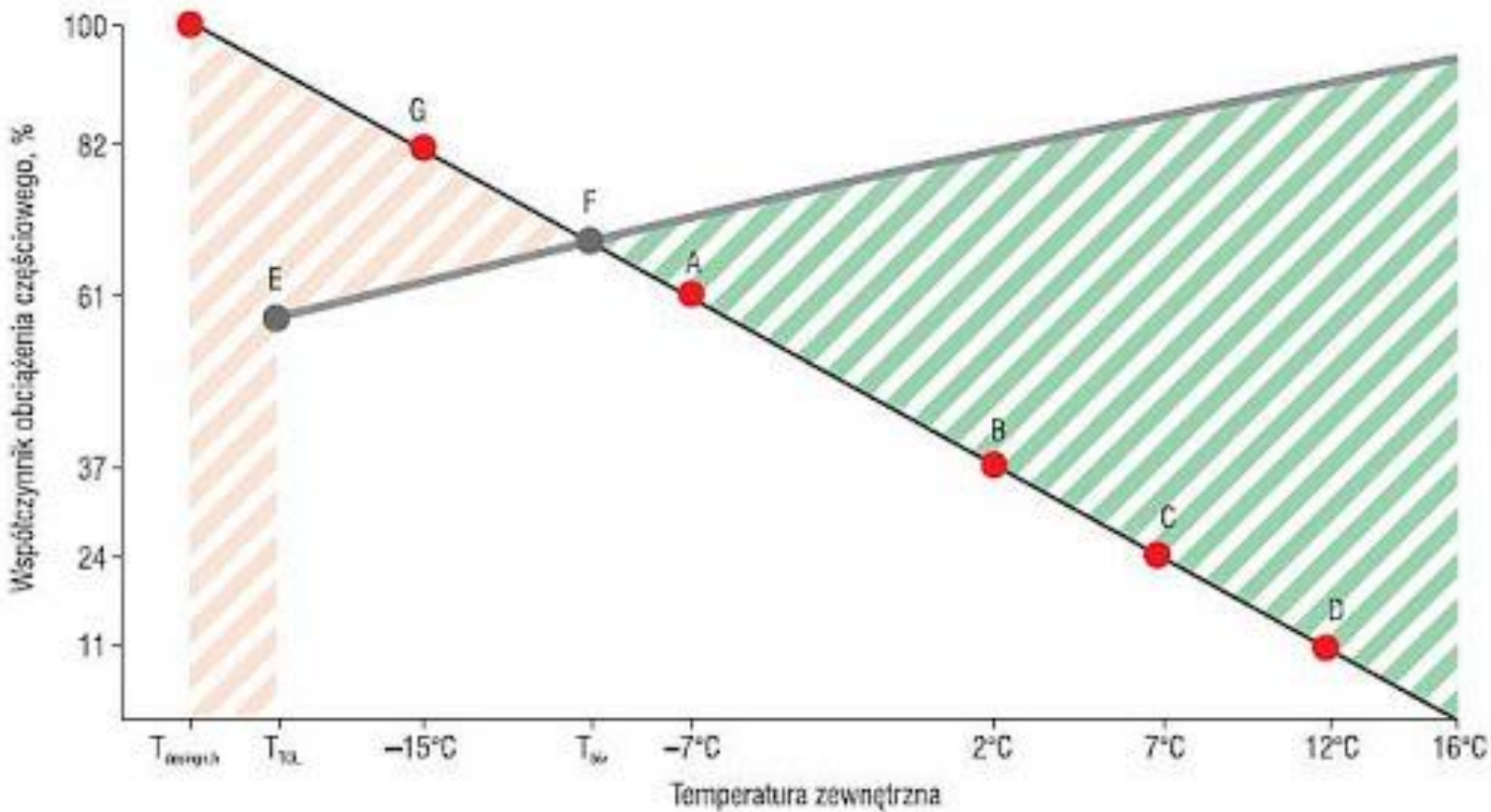
Temperatura zasilania

— 35 °C	— 35 °C	— 35 °C	— 35 °C
- - - 50 °C	- - - 50 °C	- - - 50 °C	- - - 50 °C
- - - 60 °C	- - - 60 °C	- - - 60 °C	- - - 60 °C



# Powietrze atmosferyczne - punkt biwalentny; pompa monoenergetyczna





- obciążenie cieplne budynku (Ph)
- moc grzewcza pompy ciepła (Pd)
- praca grzałki elektrycznej (elbu)
- obciążenie częściowe (part load)

# Propozycja wartości punktów biwalentnych



# Pytania do wykładu 7

---

- 31. jak zdefiniujesz „koherentne” źródło ciepła. Narysuj charakterystykę.
- 32. Podaj cechy idealnego źródła ciepła.