

# Pompy ciepła



Mgr inż. Andrzej Jurkiewicz

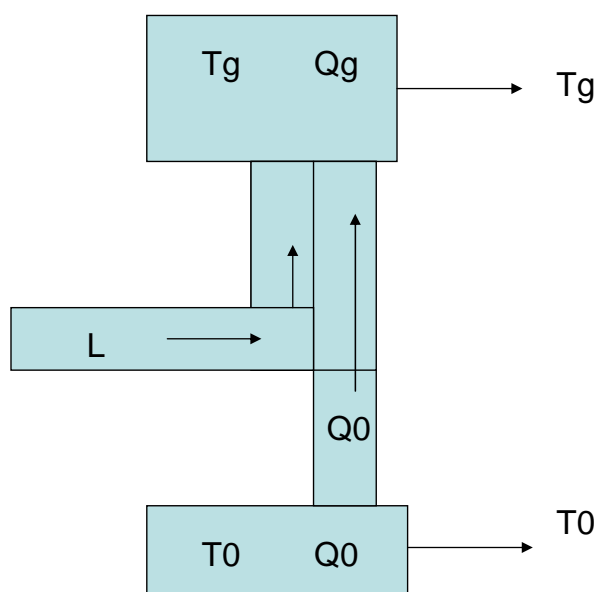
## Historia



- 100 lat istnienia (1938 r pracuje)
- 1976 rozwój
- 5,5 mln w UE do 2010 – 9 mln szt.
- Polska 1000 szt./rok – za 10 lat???
- Polskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła
- PN-EN 378-1do-4

# Definicja

- Pompa ciepła uzyskuje ciepło z otoczenia i następnie wykorzystuje go na wyższym poziomie temperatury np. do ogrzewania
- Aby dostać się na wyższy poziom temperatury należy wykonać pracę („przepompować ciepło”)
- Ciepło do ogrzewania = ciepło odzyskane z otoczenia + cieplny równoważnik pracy użytecznej





# Współczynnik efektywności

$$e = Q/P = (Q_0 + P)/P = 1 + Q_0/P$$

oznaczany też jako  $\phi$  lub COP

$$\phi = T_g / (T_g - T_0) \text{ – idealna pompa}$$

Q – moc grzewcza pompy ciepła

P – moc pobrana z sieci elektrycznej lub inny rodzaj energii (np. cieplna)

$T_g$  – najwyższa temperatura obiegu

$T_0$  – najniższa temperatura obiegu (temp. otoczenia)

# Popa „rzeczywista”

$$\phi_r = [1 + \eta_i * (\phi_t - 1)] * \eta_m * \eta_s$$

$$\phi_t = Q/P$$

$\eta_i, \eta_m$  – indykowana i mechaniczna sprawność sprężarki

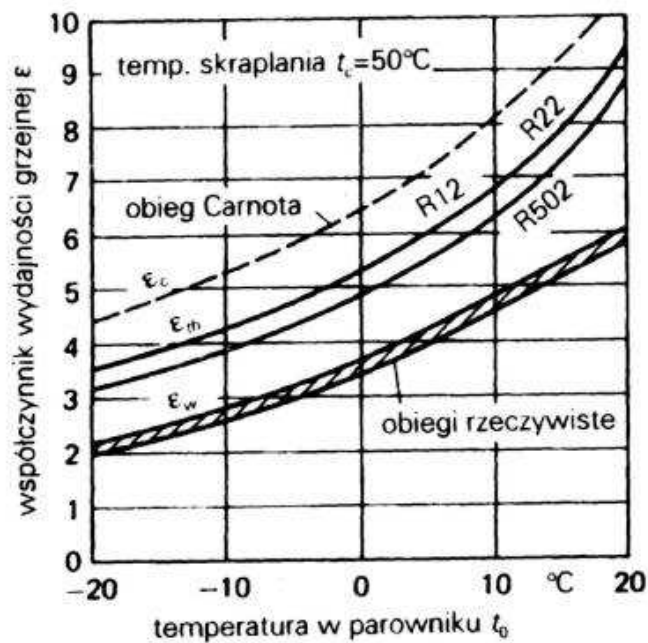
$\eta_s$  - sprawność silnika elektrycznego

Lub

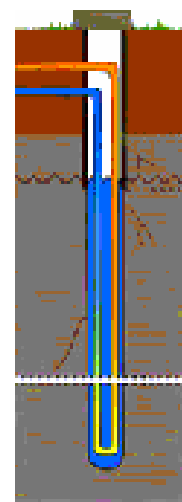
$$\phi_r = \eta_d * \phi_c = 0,5 \text{ (do } 0,6) * T_g / (T_g - T_0)$$

$\eta_d$  – stopień doskonałości rzeczywistego obiegu pompy

# Współczynnik wydajności grzewczej obiegu pompy ciepła

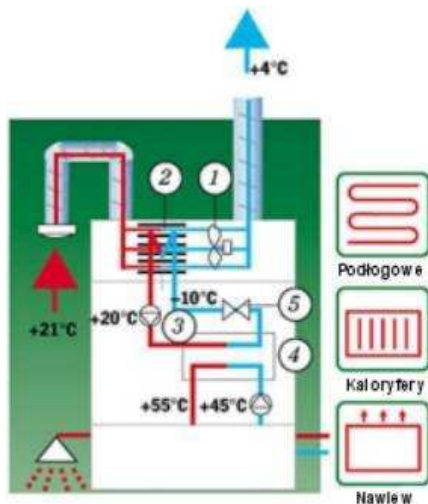


## Źródło ciepła - grunt



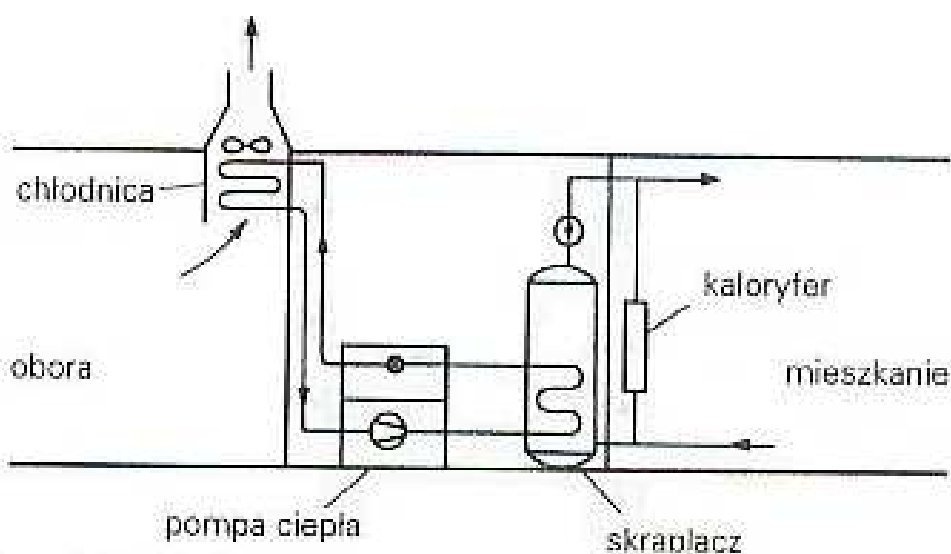
## Źródło ciepła – powietrze z instalacji wentylacyjnych

Korzystnym rozwiązaniem jest doprowadzenie do parownika pompy ciepła powietrza z instalacji wentylacyjnych pomieszczeń, gdyż ma ono przez cały czas przeważnie stałą temperaturę.



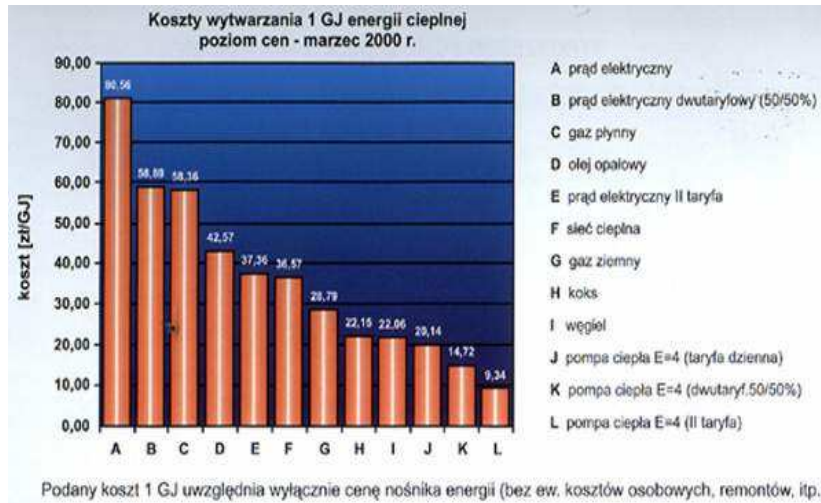
1. Wentylator w pompie ciepła zbiera ogrzane powietrze z pomieszczeń.
2. Ciepłe powietrze zebrane z pomieszczeń ogrzewa czynnik roboczy, który paruje.
3. W kompresorze zwiększana jest temperatura czynnika roboczego.
4. Ciepło jest oddawane do systemu grzewczego domu przez skraplacz.
5. Ciśnienie czynnika roboczego jest obniżane w zaworze rozprężnym co powoduje jego skroplenie. Ciekły czynnik roboczy wraca do parownika.

## Przykład zastosowanie pompy ciepła do odzysku ciepła z pomieszczeń inwentarskich



## Pompa ciepła w domu jednorodzinnym

- Szacowane zużycie dla domu jednorodzinnego o zapotrzebowaniu 13 kW wynosi 84,5 GJ/rok



## Porównanie kosztów



- Budynek 100 m<sup>2</sup> o zużyciu 0,5 GJ/m<sup>2</sup>
  - Gaz : 60 zł/GJ – 3000 zł
  - Olej : 90 zł/GJ – 4500 zł
  - Prąd 100% - 110 zł/GJ - 5500
  - Prąd 50/50 – 60 zł/GJ – 3000 zł
  - Węgiel: 40 zł/GJ – 2000 zł
  - Pompa ciepła(e=4): 110/4 zł/GJ – 1375 zł
- Koszt pompy 40.000 zł/3.000 = 13 lat