



**Możliwości wykorzystania alternatywnych źródeł energii
w budynkach hotelowych**

Warszawa, marzec 2012

Honeywell

Definicja źródeł alternatywnych

Alternatywne źródła energii – źródła energii niezwiązane bezpośrednio z kopalnymi paliwami węglowodorowymi lub ich pochodnymi, ani z materiałami rozszczepialnymi, wykorzystywanymi w energetyce jądrowej.

Główne alternatywne źródła energii:

- **odnawialne źródła energii** - źródła wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku, rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego, w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych, szczątków roślinnych i zwierzęcych;
- **energia odpadowa** – energia będąca produktem procesów przemysłowych lub komunalno-bytowych, bezużytecznie odprowadzana do otoczenia mimo swej wciąż wysokiej jakości (np. podwyższona temperatura, podwyższone ciśnienie, obecność substancji palnych, etc.).

Źródła alternatywne

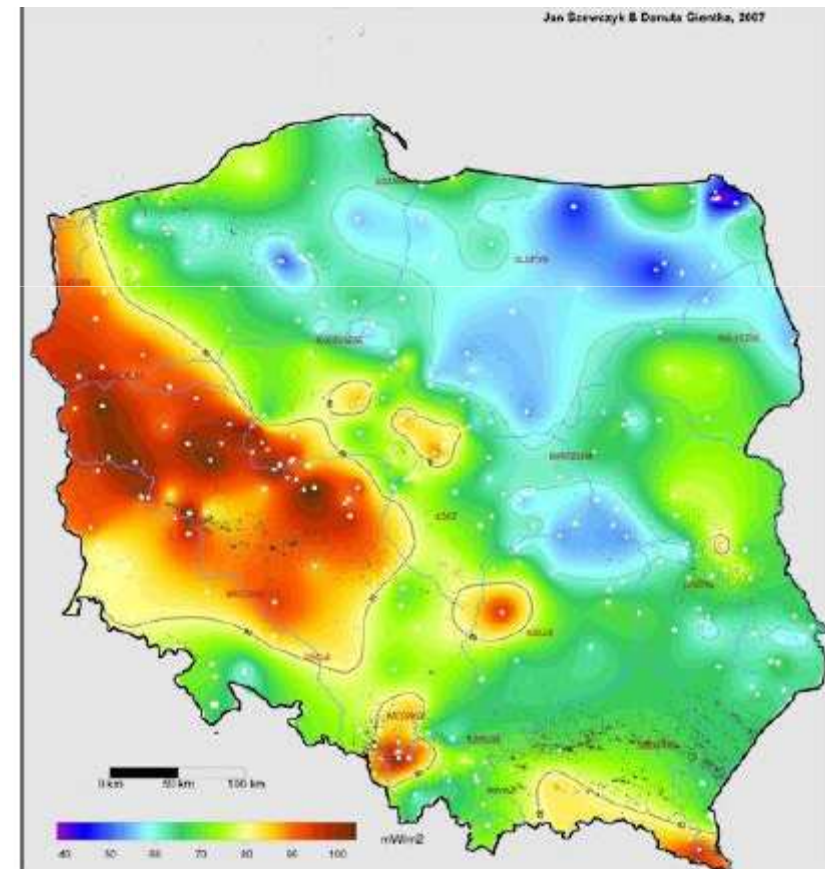
- Tri-Generation (CHP & agregaty absorbcyjne)
- Promieniow. słoneczne (grzanie & en.el.)
- Turbiny wiatrowe
- Wykorzystanie deszczówki
- Zielone dachy
- Oświetlenie LED
- Biomasa
- **Pompy ciepłe**
- Chłodzenie wodą rzeczną
- Utylizacja gazów organicznych
- Woda lodowa / zasobniki chłodu
- Biodegradacja
- “Energy Cockpit”



Źródła alternatywne-koszty

Rodzaj energetyki	Liczba zgonów na 1 GWa
konwencjonalna węglowa	6 ÷ 200 (350)
oparta o ropę naftową	1,5 ÷ 150
oparta o gaz ziemny	0,4
jądrowa z reaktorami wodnymi	0,25 ÷ 1,5
wodna	3 ÷ 6
wykorzystująca wiatr	25 ÷ 80
wykorzystująca przyływy	2,5 ÷ 4
słoneczna z ogniwami	20 ÷ 65
słoneczna z parogeneratorami	9 ÷ 55

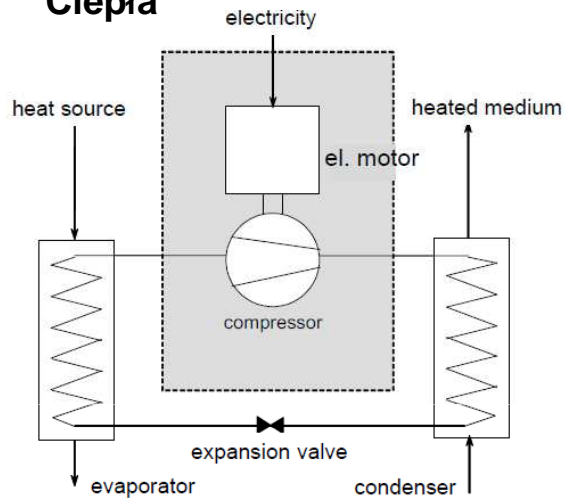
- Koszty ludzkie wytwarzania energii



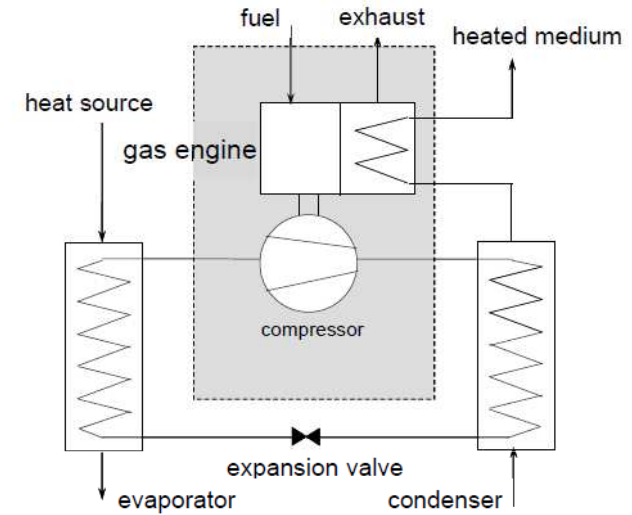
- Zasoby geotermalne

Typy Pomp Ciepła

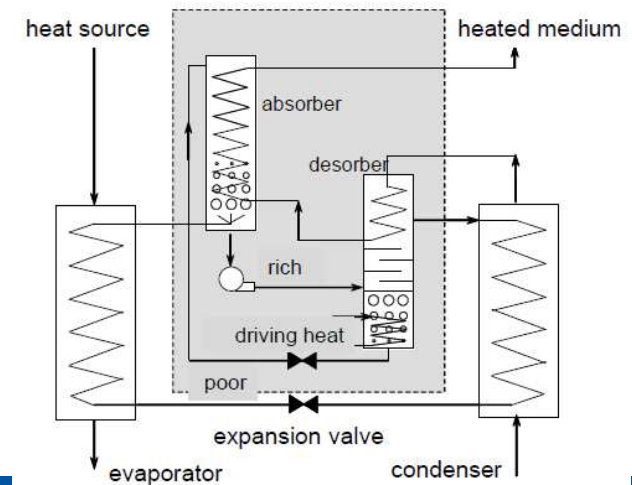
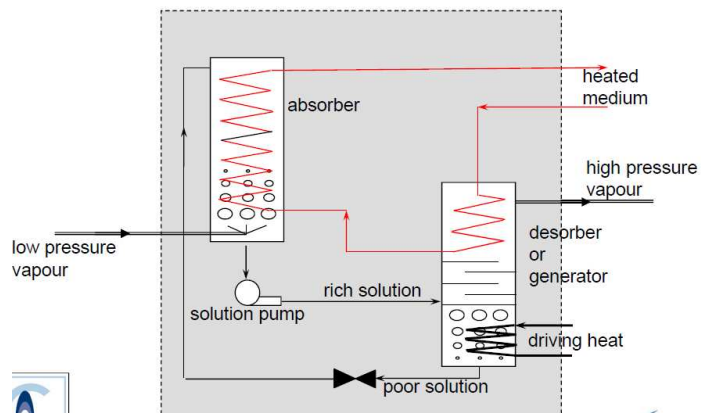
- Sprężarkowa Pompa Ciepła**



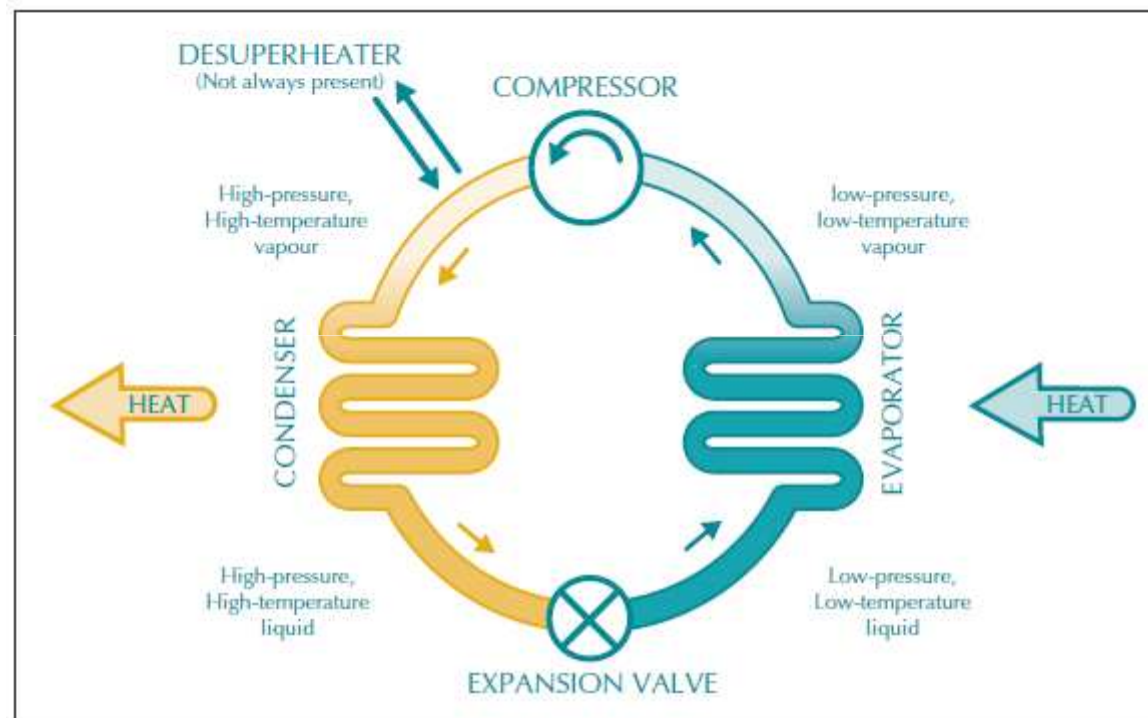
- Gazowa Pompa Ciepła**



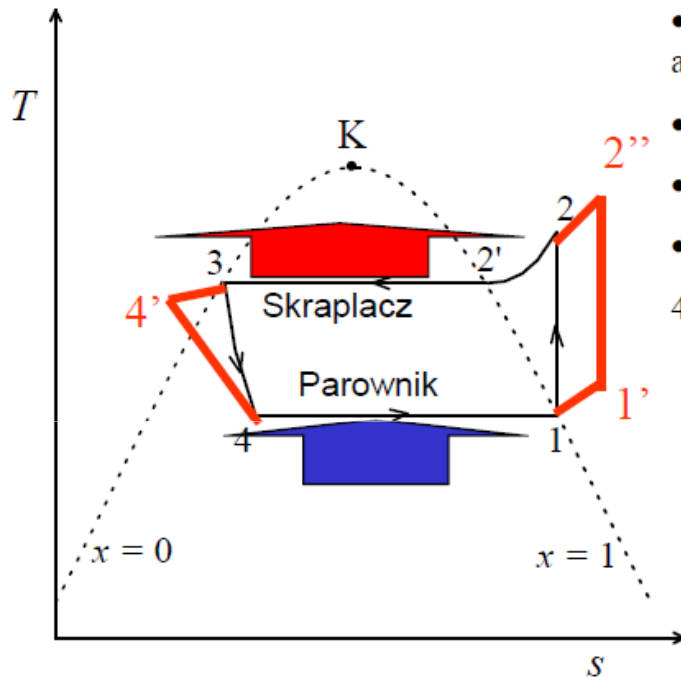
- Sorbcyjne Pompa Ciepła**



Sprężarkowe pompy ciepła – obieg teoretyczny

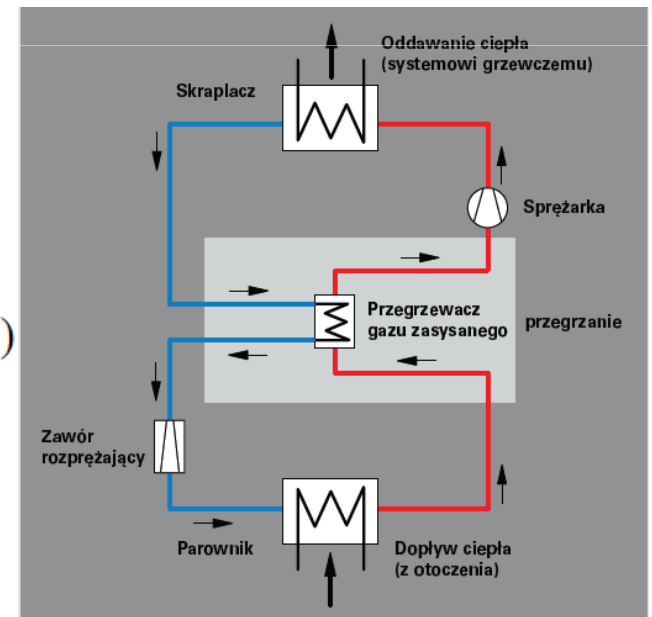


Pompy ciepła – obieg Lindego



- 1-2 sprężanie izentropowe pary (przemiana adiabatyczna odwracalna)
- 2-2' chłodzenie izobaryczne pary
- 2'-3 skraplanie izotermiczno-izobaryczne
- 3-4 rozprężanie izentalpowe
- 4-1 parowanie izotermiczno-izobaryczne

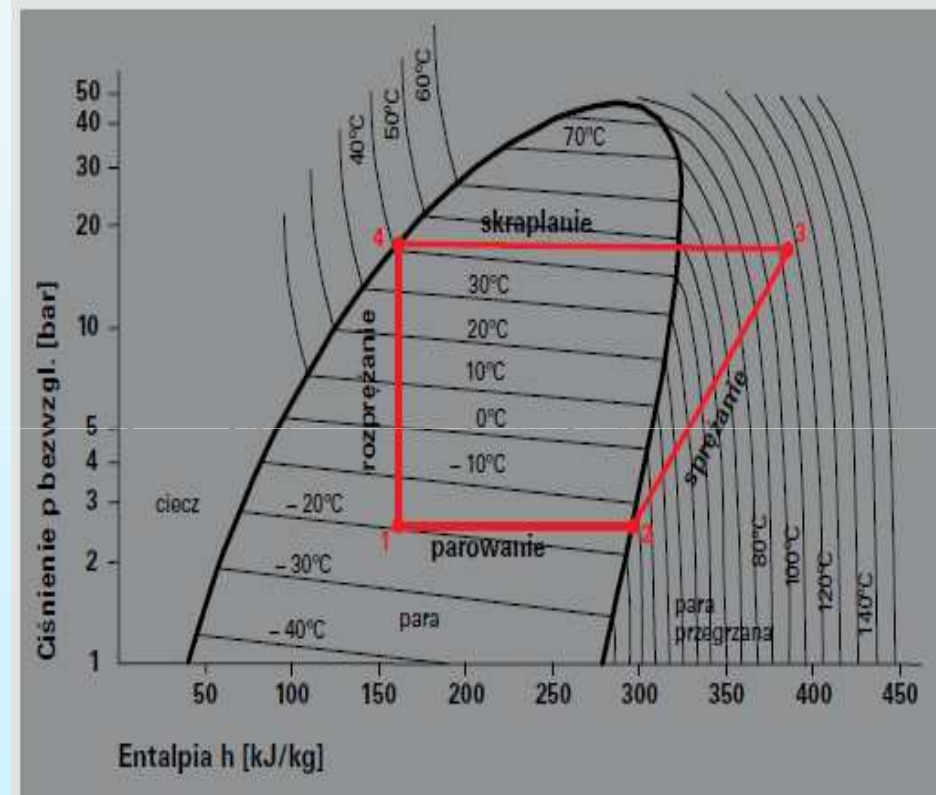
($x = 0$ i $x = 1$, gdzie x jest stopniem suchości pary nasyconej mokrej)



Rys. 7: Pompa ciepła z wymiennikiem ciepła gazu zasysanego dla przegrzewania czynnika chłodniczego (animacja przebiegu procesu na stronie internetowej: www.viessmann.pl)

Pompy ciepła – obieg teoretyczny

Czynnik roboczy (łatwowrząca ciecz) odparowuje w niskim ciśnieniu w parowniku, odbierając ciepło od schładzanego źródła ciepła. Pary sprężane są w sprężarce, a następnie skraplane w skraplaczu, stanowiącym jednocześnie źródło ciepła dla instalacji c.o. i c.w.u.. Skroplony czynnik rozpręża się częściowo odparowując, a następnie kierowany jest ponownie do parownika.



Rys. 10: Obieg termodynamiczny pompy ciepła powietrze/woda na wykresie „lg p-h” (przedstawienie uproszczone dla temperatury powietrza zewnętrznego -15°C (na wlocie powietrza) i temperatury zasilania 45°C)

Dolne źródło ciepła - grunt

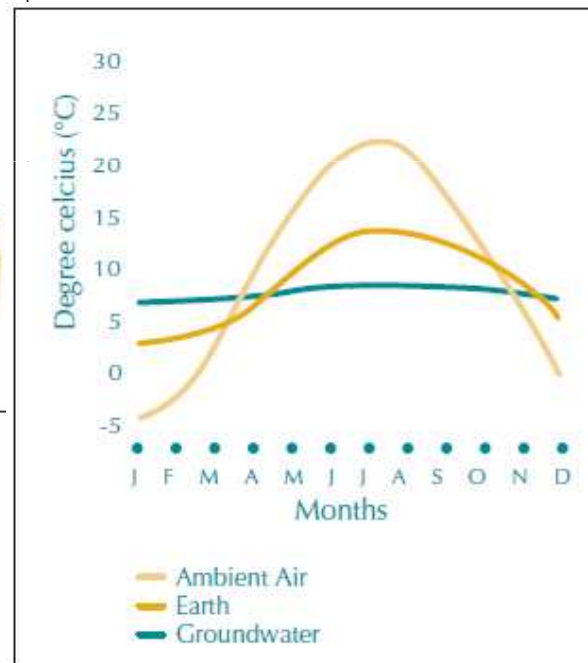
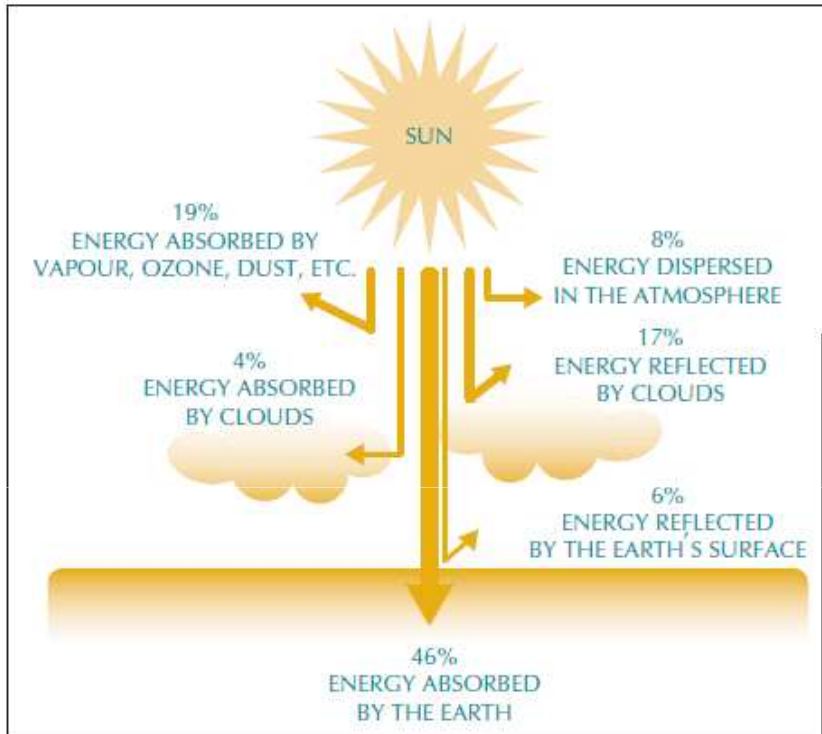


Figure 2:
Typical Average Monthly Temperature in Canada.

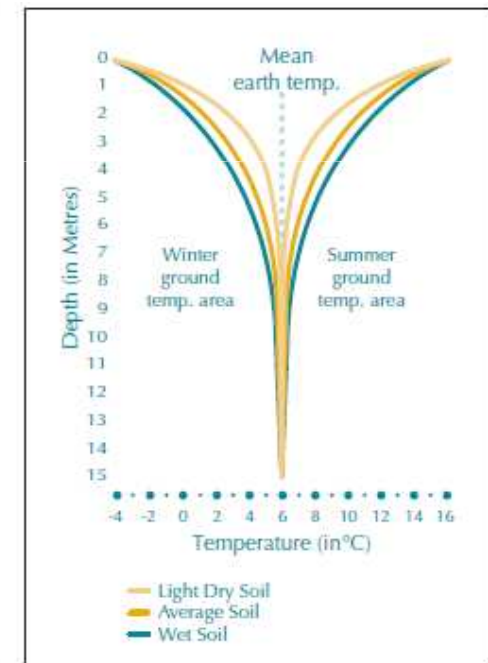


Figure 3:
Typical Soil Temperature Variation.

Gruntowe pompy ciepła - kolektory



Rodzaj gruntu	Jednostkowy pobór mocy
Ogólne wartości orientacyjne	
Grunt niekorzystny (suchy grunt osadowy) [$\lambda < 1,5 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$]	20 W/m
Normalny grunt mineralny i nasycone wodą osady [$\lambda < 1,5 - 3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$]	50 W/m
Skąły o wysokiej przewodności cieplnej [$\lambda > 3,0 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$]	70 W/m
Poszczególne rodzaje skał	
Zwir, piasek, suchy	< 20 W/m
Zwir, piasek, wodonośny	55 - 65 W/m
Gлина, il, wilgotne	30 - 40 W/m
Wapień (masywny)	45 - 60 W/m
Piaskowiec	55 - 65 W/m
Magmatyty kwaśne (np. granit)	55 - 70 W/m
Magmatyty zasadowe (np. bazalt)	35 - 55 W/m
Gnejs	60 - 70 W/m

Kolektory poziome

Wymienniki poziome

Wymienniki węzownicowe

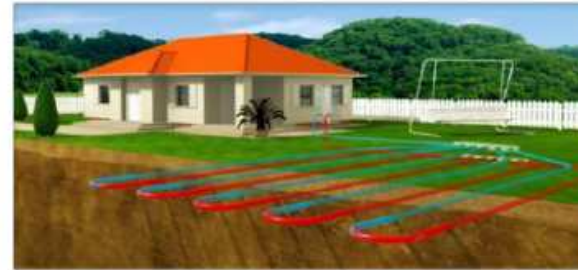
Rury z tworzywa sztucznego o średnicach 20-40 mm;

Głębokość 1,2-1,8m

odległość między rurami jest równa 0,5-1m.

Możliwe jest układanie kilku poziomych węzownic jedna nad drugą w odległości ok. 30cm.

Wymienniki poziome wymagają dużej powierzchni gruntu.



Schemat gruntowego poziomego wymiennika ciepła

Wymiennik spiralny 1,6 2,0 m

Wymienniki spiralne - rury polietylenowe zwinięte w spirale zakopywane w rowach o szerokości 0,8-1m i długości ok. 15-18m.

Głębokość zakopywania 1,6 2,0 m

Odległość pomiędzy spiralami wynosi ok. 2m.

W 15 metrowym wykopie mieści się spirala o długości 125m. Wymiennik spiralny wymaga wykopu o długości o 1/3 mniejszej niż wymiennik węzownicowy.

Gruntowe Pompy Ciepła zalety i wady

✓Zalety:

- duża pojemność cieplna (brak zakłóceń równowagi energetycznej dolnego źródła ciepła),
- stosunkowo stała temperatura,
- bardzo niskie koszty eksploatacyjne,
- możliwość wykorzystania wymiennika gruntowego jako parowacza w zimie i skraplacza w lecie.

✓Wady:

- wysokie koszty inwestycyjne, stanowiące od 25% do 50% całkowitych kosztów instalacji pompy ciepła,
- utrudniony dostęp do wymienników w wypadku usuwania awarii.

Powietrzne Pompy Ciepła

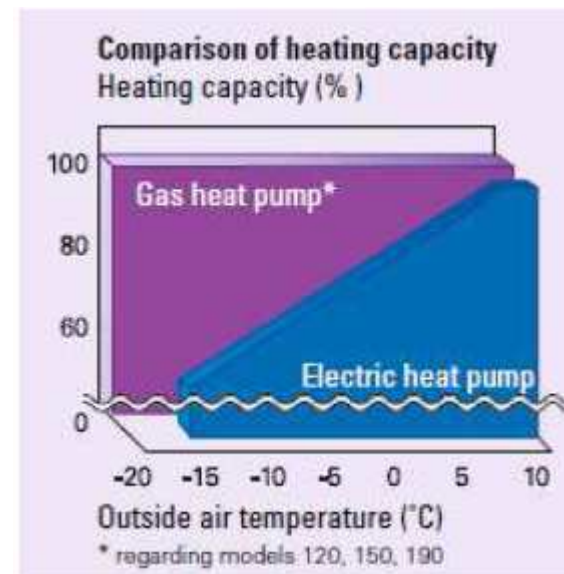
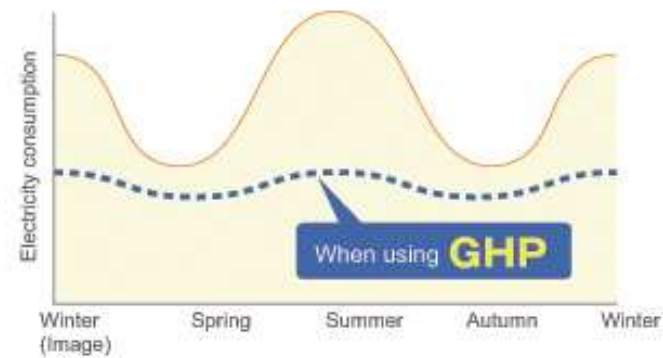
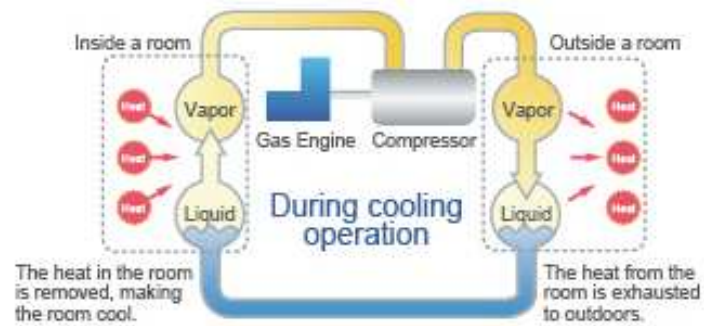


„DP” – typoszereg central klimatyzacyjnych
wprowadzony do produkcji przez firmę
„Dan-Poltherm”

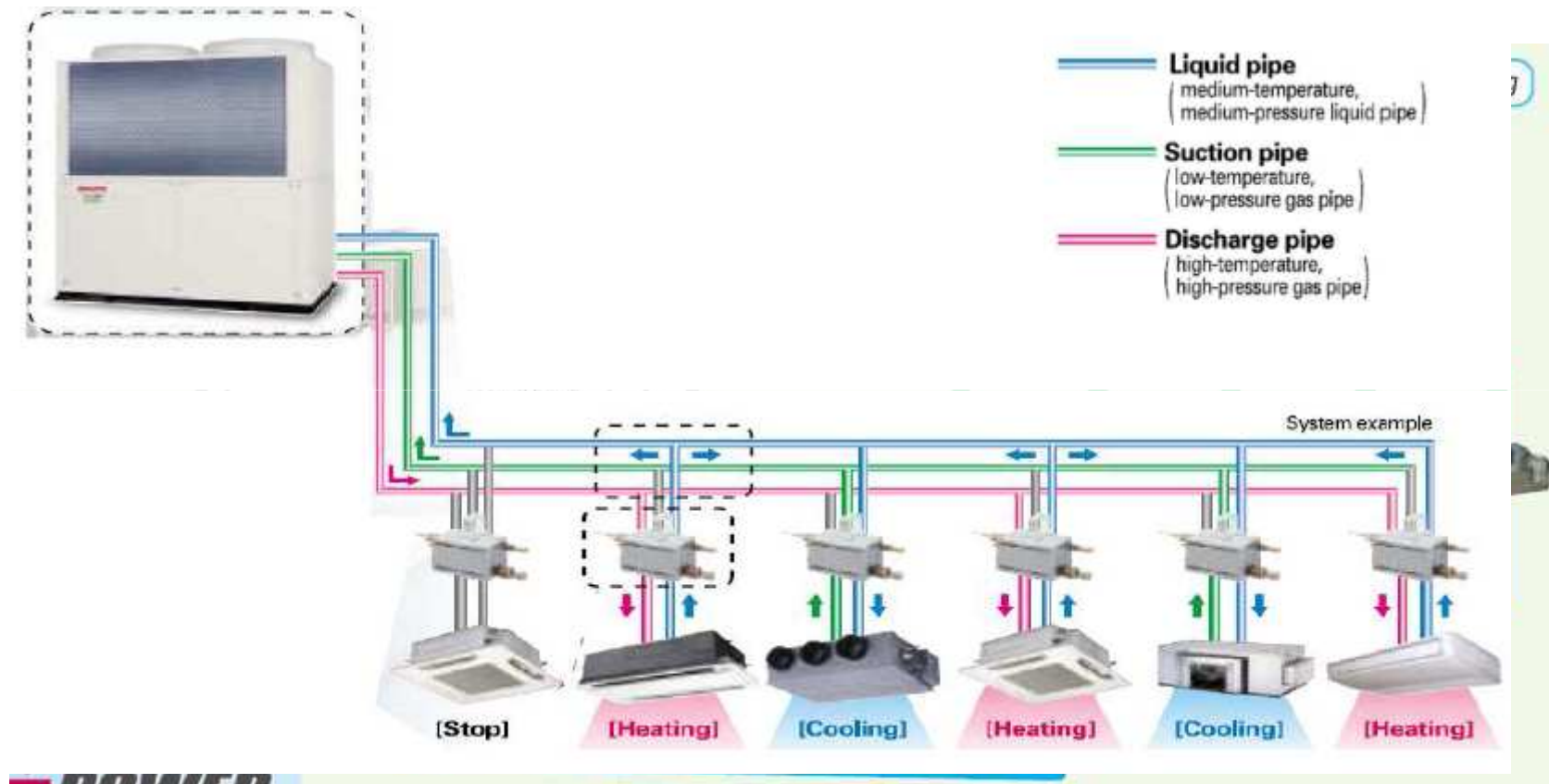


 **Dan-Poltherm**[®]
Kierujemy powietrzem

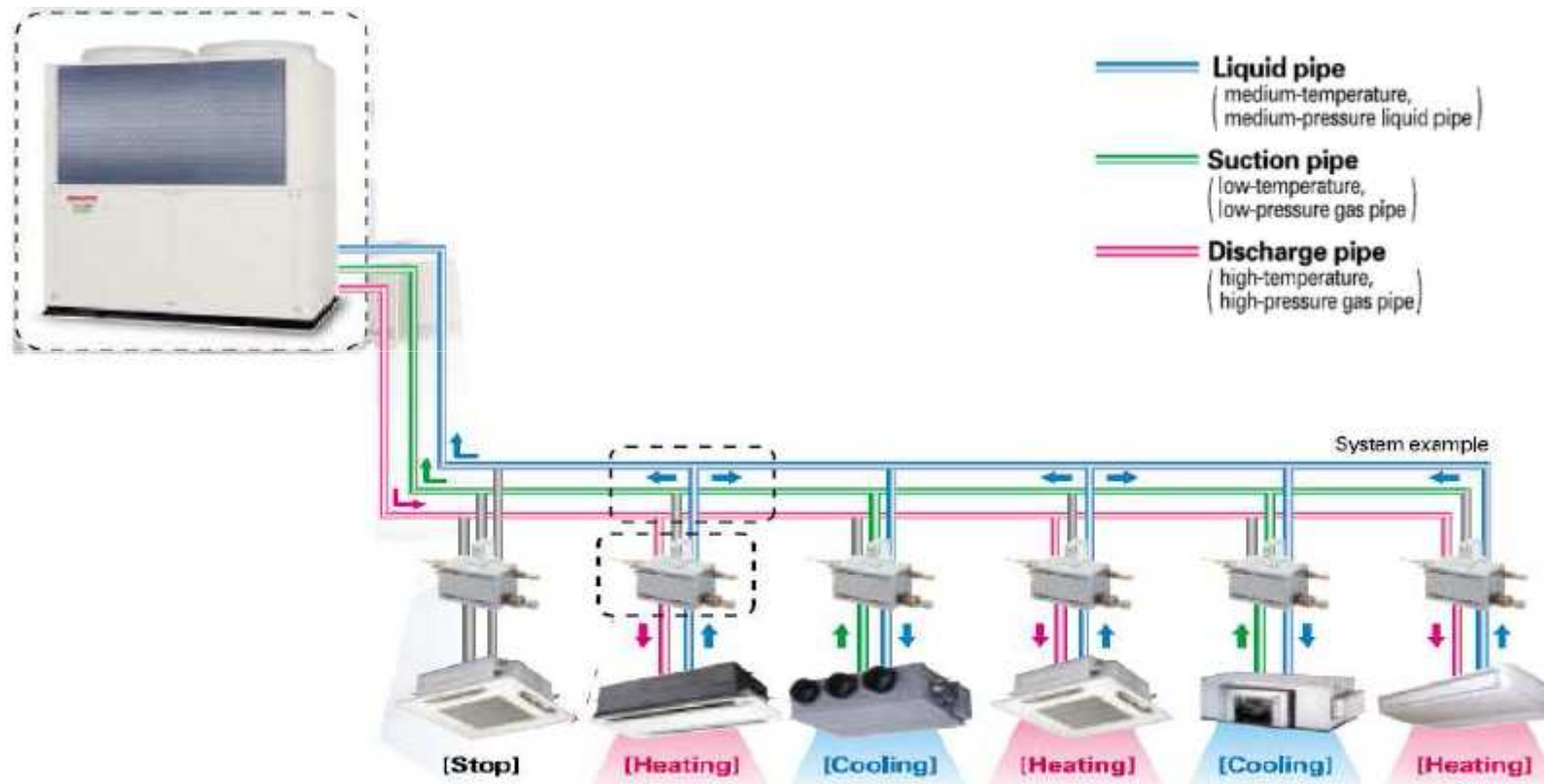
Gazowe pompy ciepła



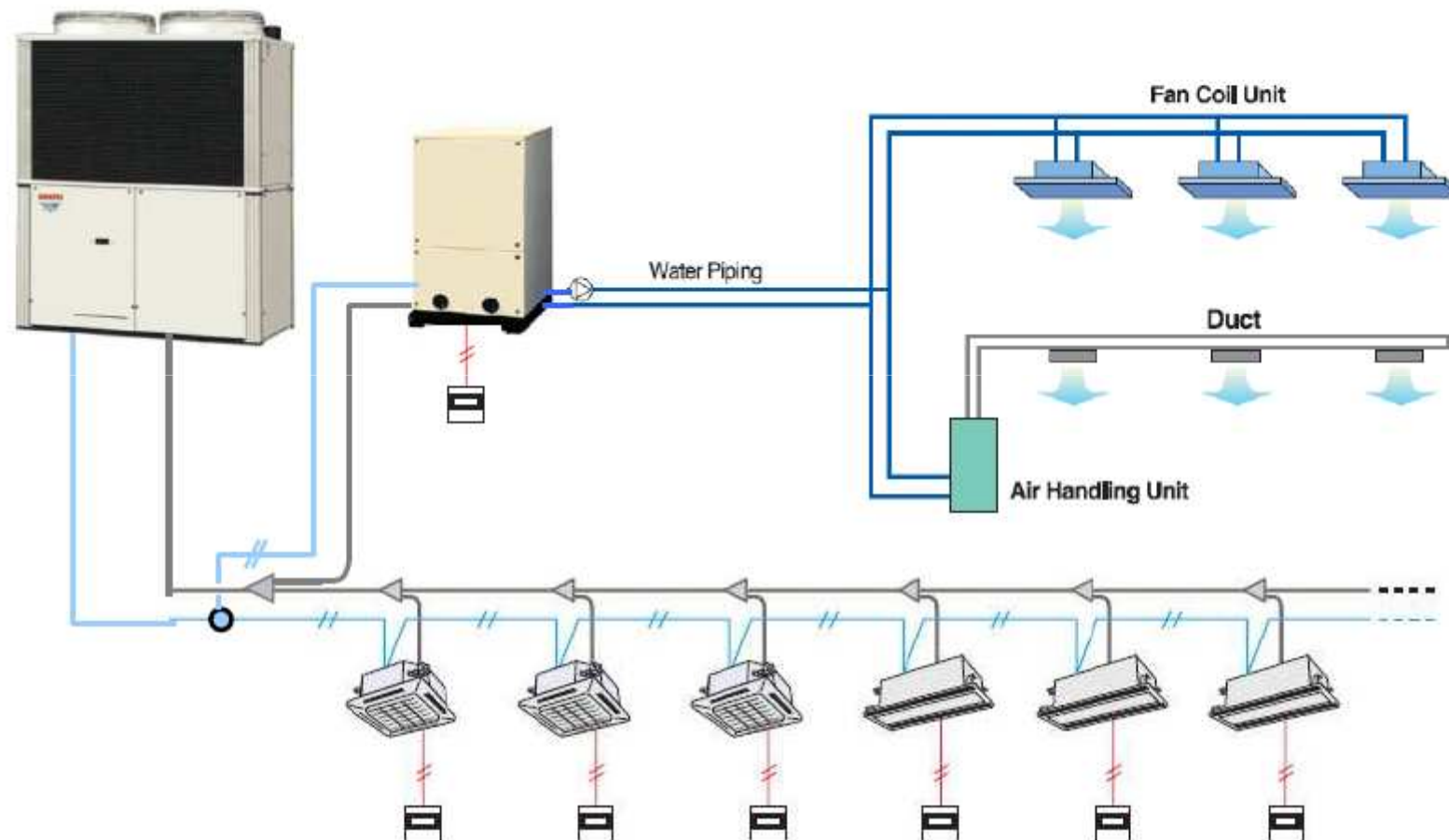
Gazowe pompy ciepła



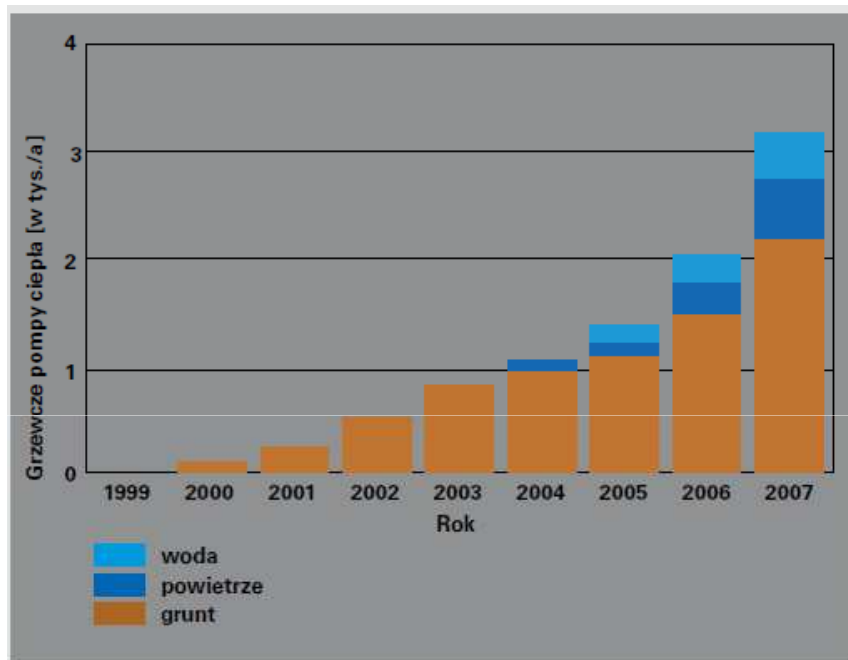
Gazowe pompy ciepła



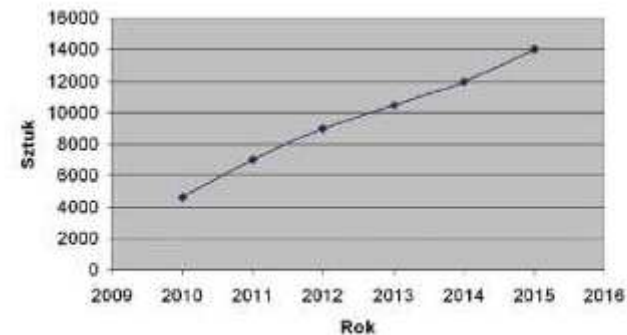
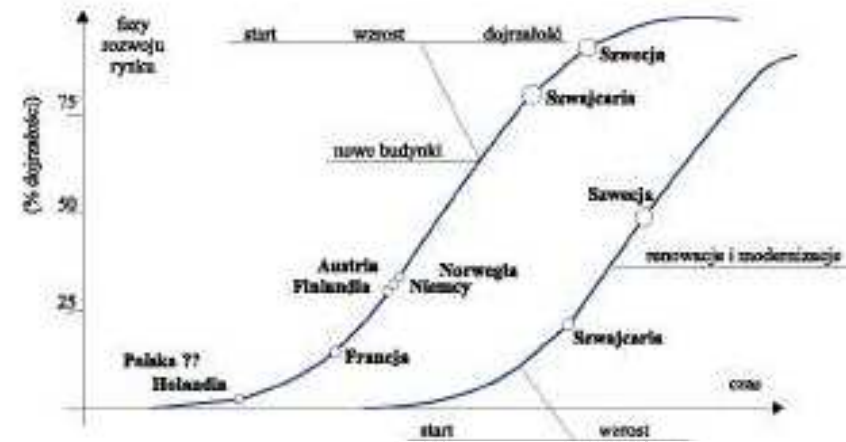
Gazowe pompy ciepła



Udział Pomp Ciepła na rynku krajowym



Rys. 1: Sprzedaż pomp ciepła w Polsce w latach 1999-2007. (źródło: BGR Consult 2008 r.)

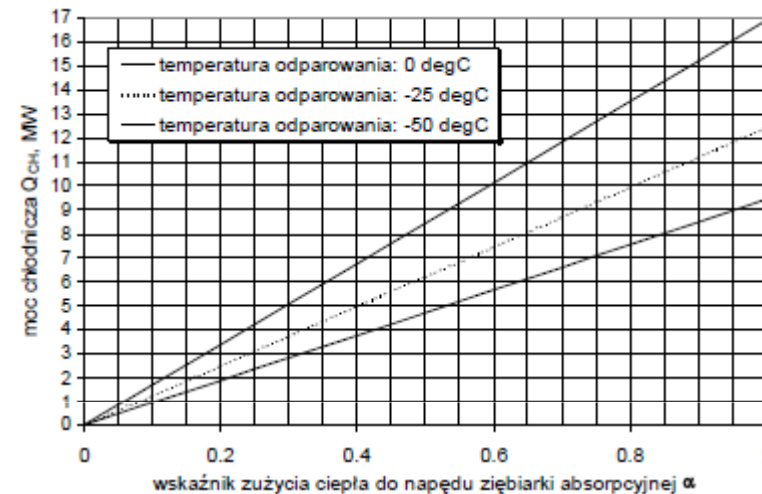
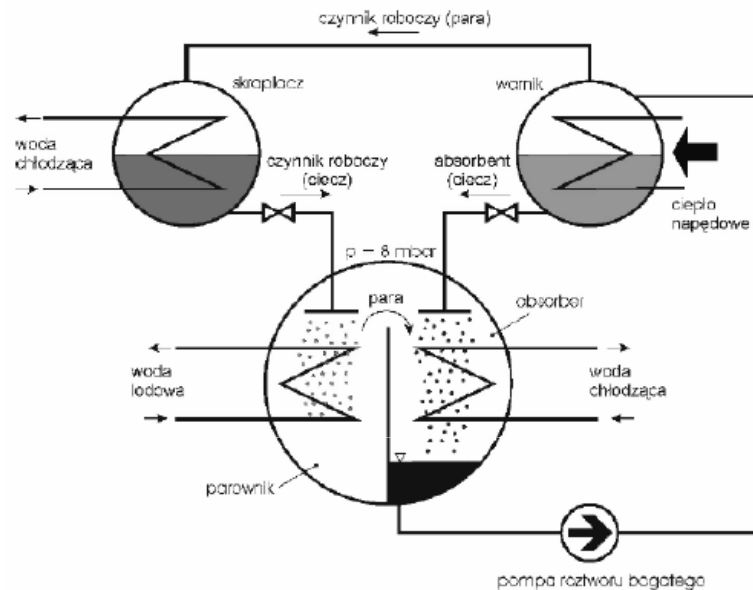


Rys. 11. Prognoza rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce w latach 2010-2015

- **Norma : PN-EN14511 2007**
Klimatyzatory, ziębiarki cieczy i pompy ciepła

- Pozwolenie wodno prawne dla W/A ;W/W

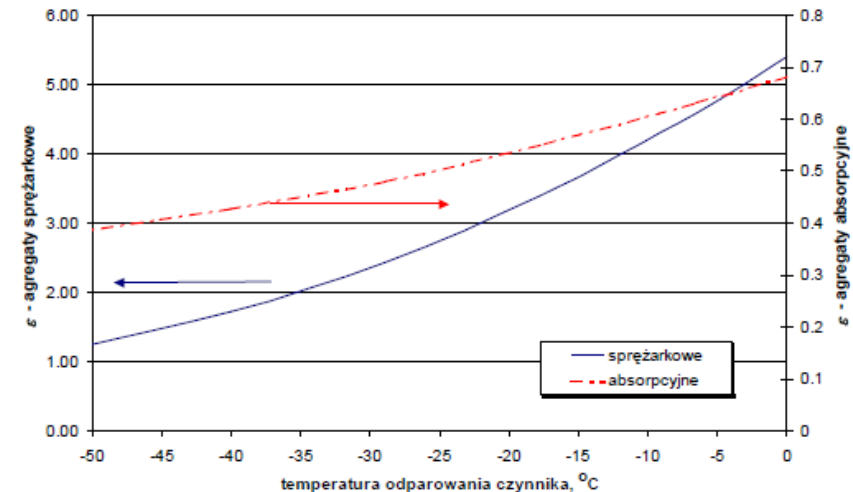
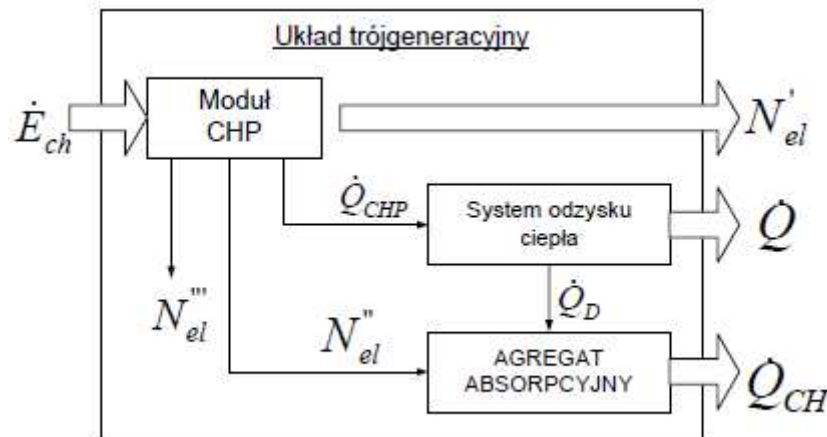
Absorpcyjna pompa ciepła



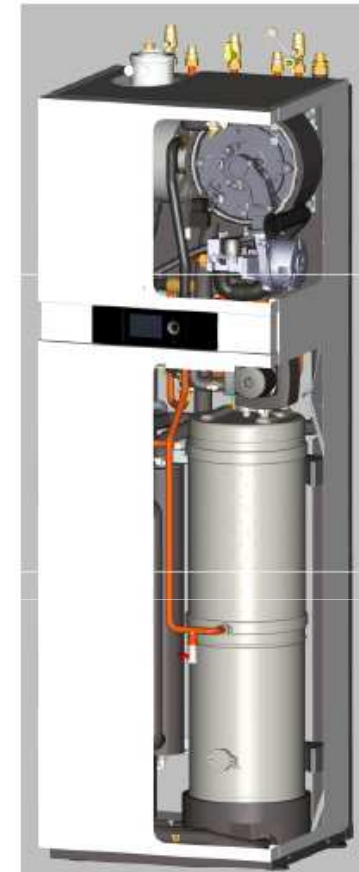
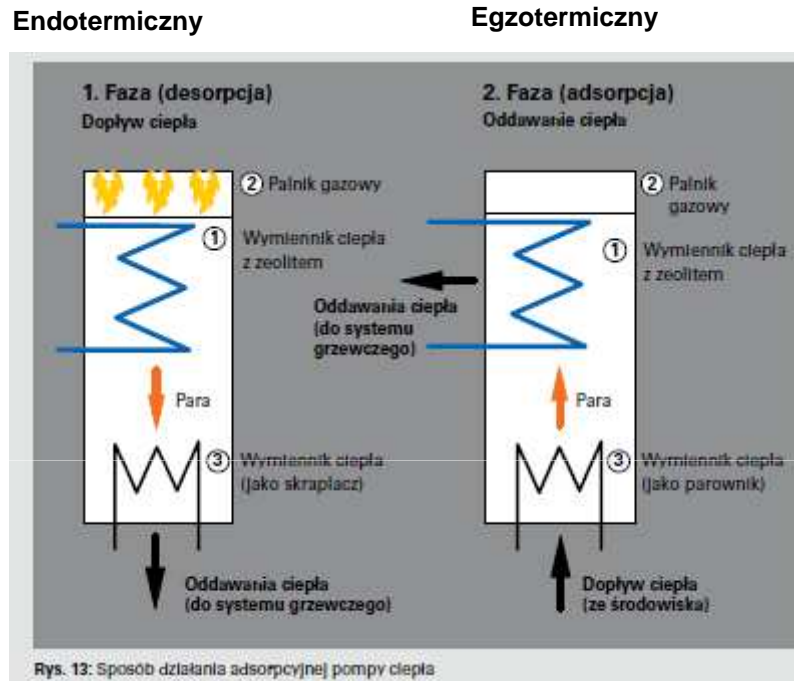
- Układy bromolitowe : czynnik chłodniczy do 5 °C
- Układy amoniakalne : czynnik chłodniczy do -60°C (zamrażanie)
- „Silnikiem” jest źródło ciepła np.. proces technologiczny, ciepłownia
- Przez kombinację procesu wymiany ciepła i masy czynnik roboczy w fazie gazowej jest absorbowany w roztworze ubogim. Absorber musi być chłodzony bowiem proces absorpcji jest egzotermiczny
- Roztwór bogaty z absorbera jest wprowadzany pompą do wornika gdzie czynnik roboczy częściowo odparowuje a następnie trafia do skraplacza skąd po zadławieniu na zaworze trafia na parownik
- W parowniku czynnik roboczy odparowuje , pobierając ciepło
- W absorberze następuje skraplanie na powierzchni cieczy absorbenta (absorpcja)

Układy absorpcyjne vs sprężarkowe

Czynnik	Ziębiarki sprężarkowe	Ziębiarki absorpcyjne
Rodzaj energii napędowej	Energia mechaniczna (elektryczna)	Ciepło
Zapotrzebowanie energii napędowej	Małe	Duże
Poziom hałasu	Wysoki	Umiarkowany
Serwis i części zamienne	Duże wymagania serwisowe, duża liczba części zamiennych	Małe wymagania serwisowe, niewielka ilość części zamiennych
Kapitał inwestycyjny	Umiarkowany	Wysoki
Zapotrzebowanie przestrzeni	Małe	Duże
Okres eksploatacji	Krótki (10 - 15 lat)	Długi (25 - 30 lat)

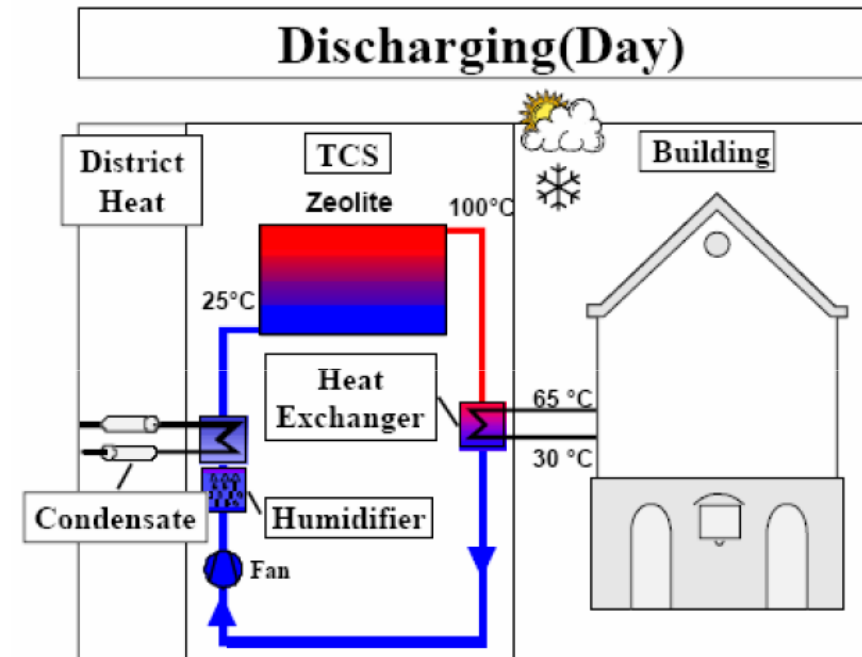
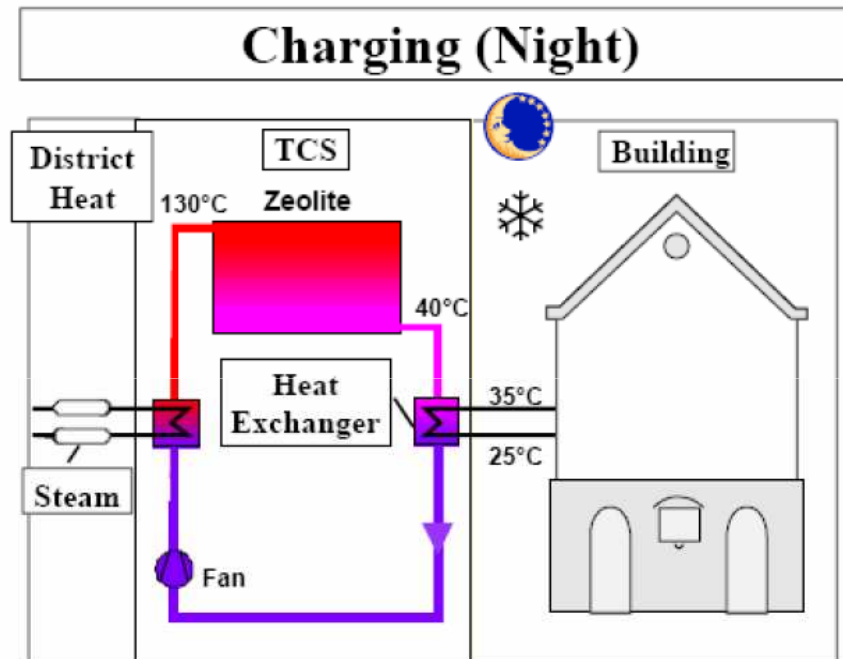


Adsorpcyjna Pompy Ciepła

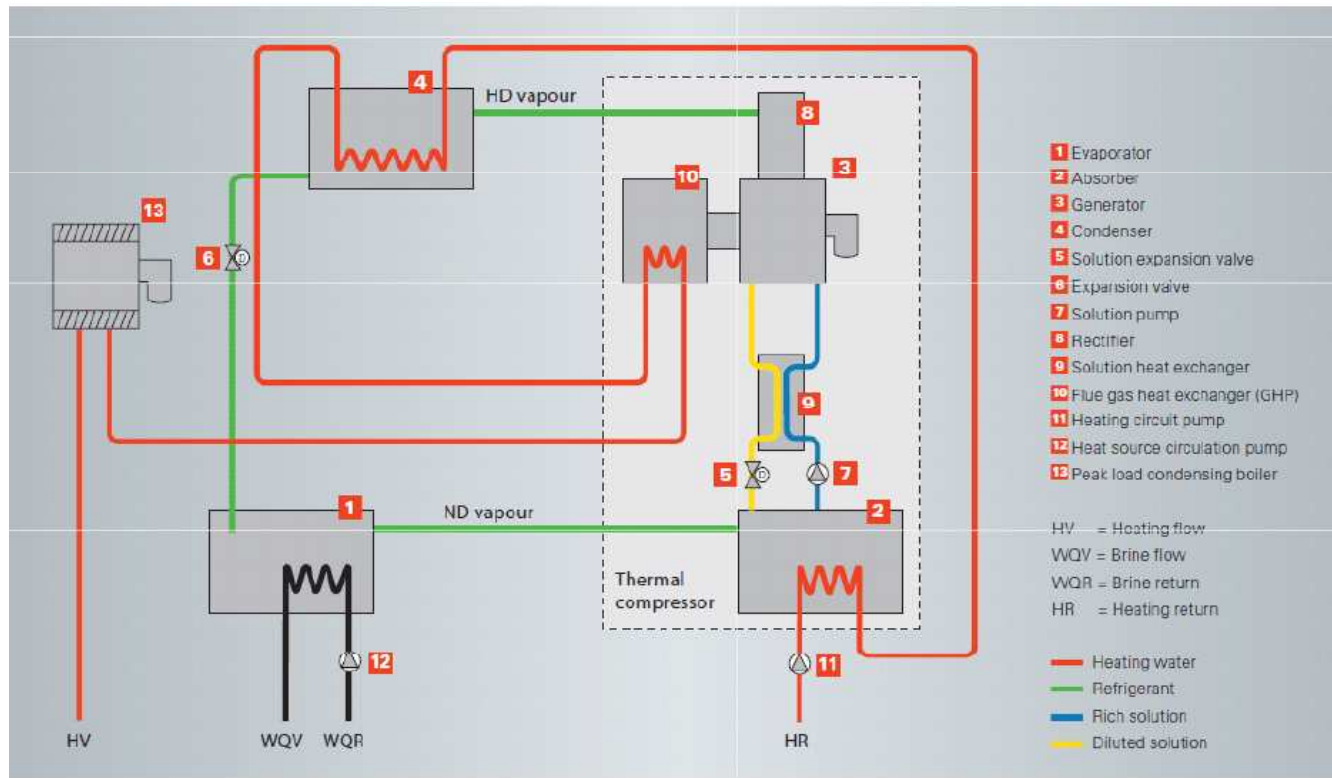


- Do wymiennika ciepła „1” pokrytego zeolitem dostarczane jest ciepło
- Woda związana z zeolitem zostaje uwolniona para i przekierowana do wymiennika „3” , który w tym cyklu jest skraplaczem
- Wymiennik „3” w fazie desorpcji oddaje ciepło do systemu grzewczego
- W procesie adsorpcji ciepło pobierane jest przez wymiennik „3” – praca wymiennika jako parownik (paruje czynnik roboczy)
- Para wodna zostaje adsorbowana przez wymiennik „1” i oddaje ciepło do systemu grzewczego
- System próżniowy

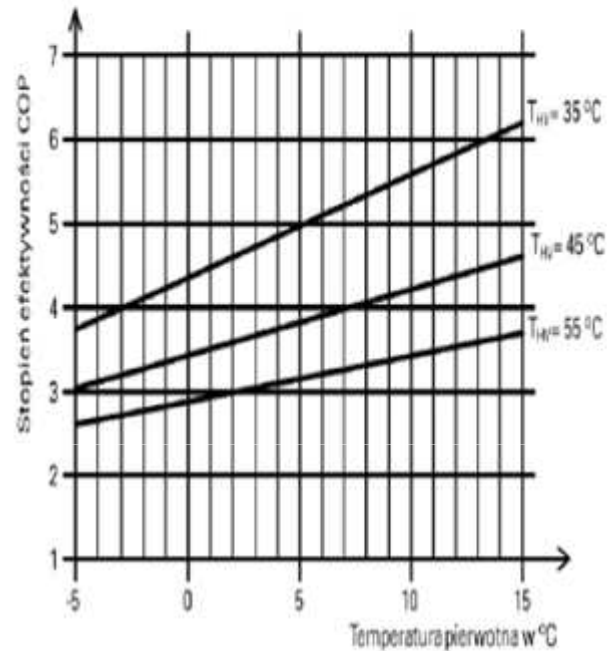
Adsorpcyjna Pompy Ciepła



Gazowo – Absorpcyjne Pompy Ciepła



Efektywności pomp ciepła



Współczynnik COP

współczynnik wydajności cieplnej

$$\text{COP} = \frac{Q + N}{N}$$

$$\text{COP} = \frac{T_g}{T_g - T_d}$$

Wartości współczynnika efektywności energetycznej rzeczywistej, sprężarkowej pompy ciepła mieszczą się w granicach COP = 2÷5

Zwiększenie COP

Zwiększenie stosunku T_d/T_g

Zmniejszenie ΔT między parownikiem i skraplaczem

143

Pompy ciepła– układy połączeń

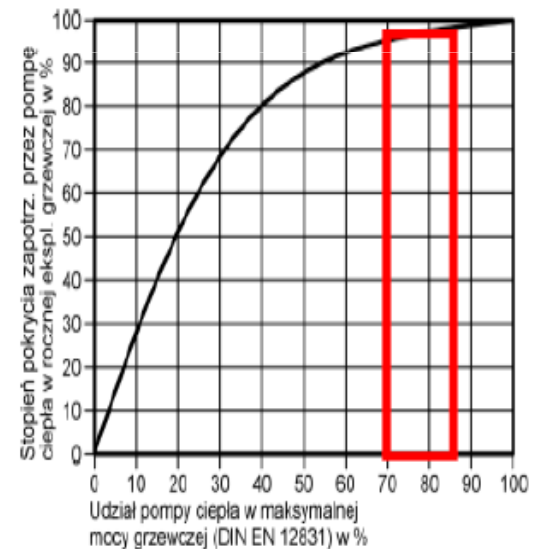
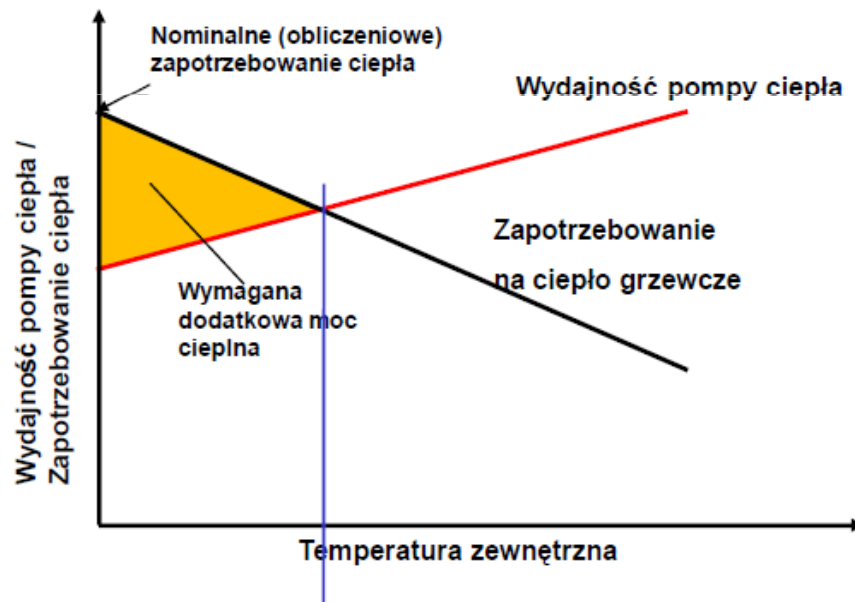
Pompa ciepła w instalacji c.o. i c.w.u. może pracować w następujących systemach:

- **Układ monowalentny** – pompa ciepła jest jedynym źródłem ciepła, pokrywającym całe zapotrzebowanie; warunkiem jest współpraca z instalacją grzewczą zaprojektowaną do temperatury nie wyższej od maksymalnej osiągalnej temperatury wody gorącej oraz wystarczająca wydajność grzewcza pompy w obliczeniowych warunkach pracy.
- **Układ monoenergetyczny** – pompa ciepła jest źródłem pracującym w podstawie obciążenia, a maksymalne zapotrzebowanie cieplne pokrywane jest przez wspólną pracę pompy ciepła i podgrzewacza szczytowego, zasilanego identyczną formą energii (najczęściej zasilanie elektryczne).
- **Układ biwalentny** - pompa ciepła jest źródłem pracującym w podstawie obciążenia, a maksymalne zapotrzebowanie cieplne pokrywane jest przez wspólną pracę pompy ciepła i kotła grzewczego; oba źródła pracują równolegle lub alternatywnie.

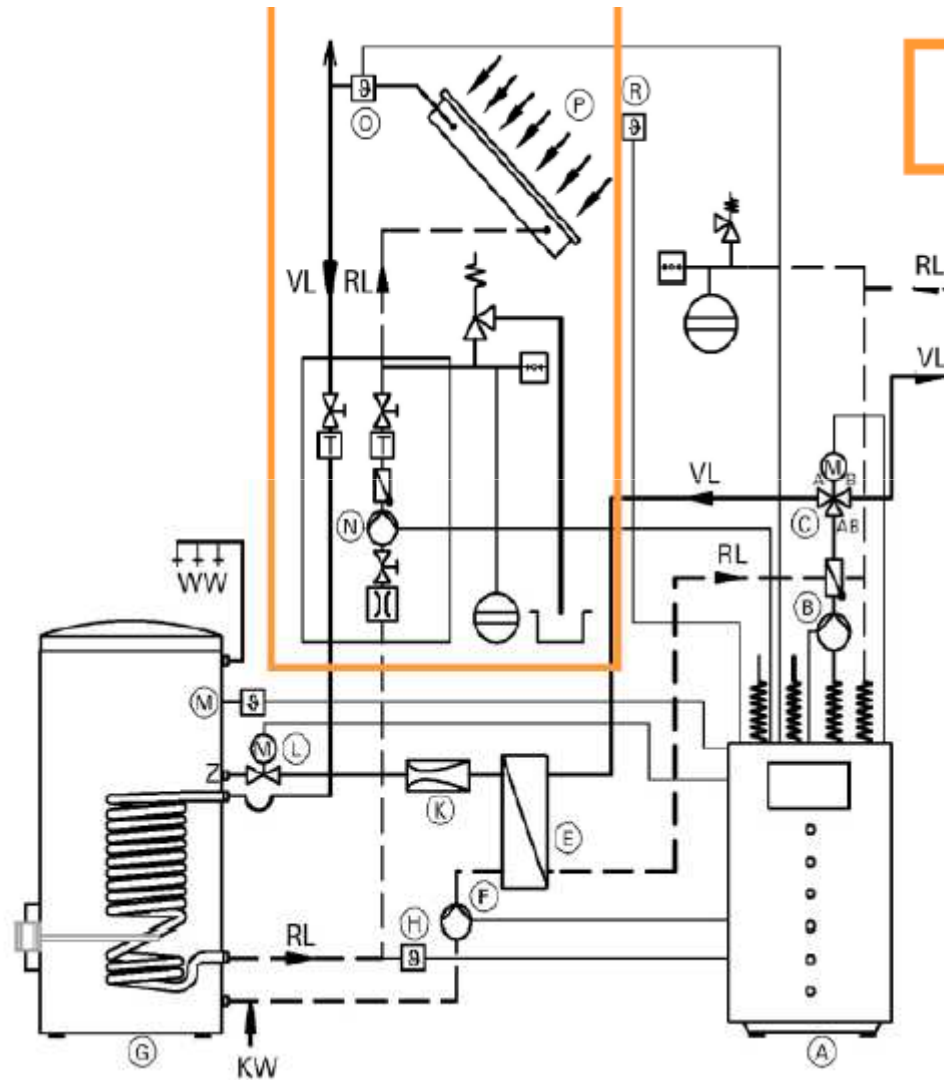
Pompy ciepła – układy połączeń


Przypadek II – system biwalentny

wg mocy mniejszej niż zapotrzebowanie szczytowe: zakłada się, że brakujące ciepło będzie okresowo uzupełniane z innych źródeł,



Pompy ciepła – schemat układu technologicznego

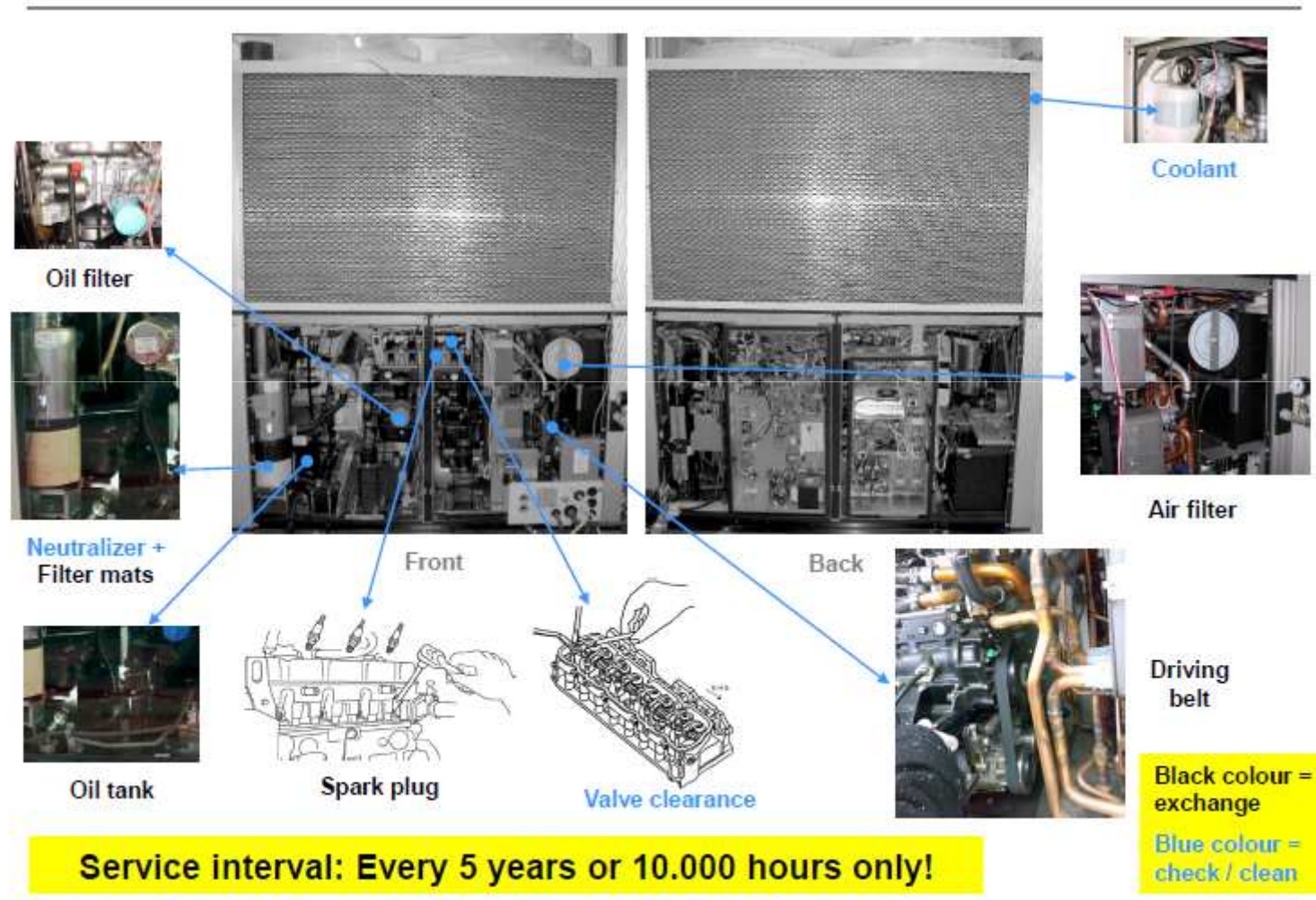


 układ solarny

Osoby	Dzienne zapotrzebowanie na ciepłą wodę użytkową w litrach		Pojemność zbiornika buforowego w litrach ^{*1}	Kolektor	
	45°C	60°C		Kolektor płaski	Rurowy kolektor próżniowy
2	80	60	750	4 x SV 4 x SH	2 x 3 m ²
3	120	90			
4	160	120	1000	4 x SH	4 x 2 m ²
5	200	150			
6	240	180	1000	6 x SV 6 x SH	3 x 3 m ²
7	280	210			
8	310	240			

150

Zasady eksploatacji – Gazowe Pompy Ciepła



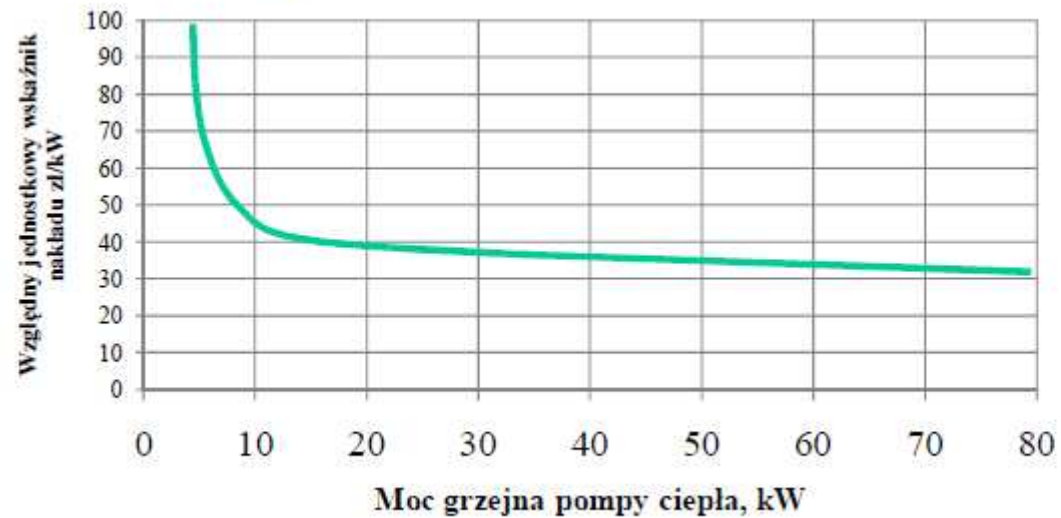
Pompy ciepła- zasady eksploatacji

- Wzrost temp. parowania o 1 C ograniczy zużycie energii o 3 % w skali roku
- Spadek temperatury kondensacji o 1 C ograniczy zużycie energii o 3 % w skali roku
- Utrzymywanie obliczeniowego strumienia przepływu powietrza przez powietrzną pompę ciepła
- Zbyt niska temperatura powietrza usuwanego z pomieszczeń obniża sprawność pompy ciepła (okresy osłabień nocnych , baseny, pomieszczenia)
- Prawidłowe ciśnienie czynnika freonowego w sprężarce , zabezpiecza przed niekontrolowanymi wyłączeniami
- Należy przestrzegać zasad cykliczności załączenia i wyłączenia sprężarek – czas eksploatacji sprężarek
- Dostosowanie prędkości obrotowej pomp obiegowych do rzeczywistych potrzeb układu po stronie pierwotnej i wtórnej układu
- Systematyczna kontrola stanu filtrów oraz czystości wymienników ciepła
- Kontrola stanu (dolne gliceryny źródło ciepła)
- Kontrola stanu urządzeń AKPiA

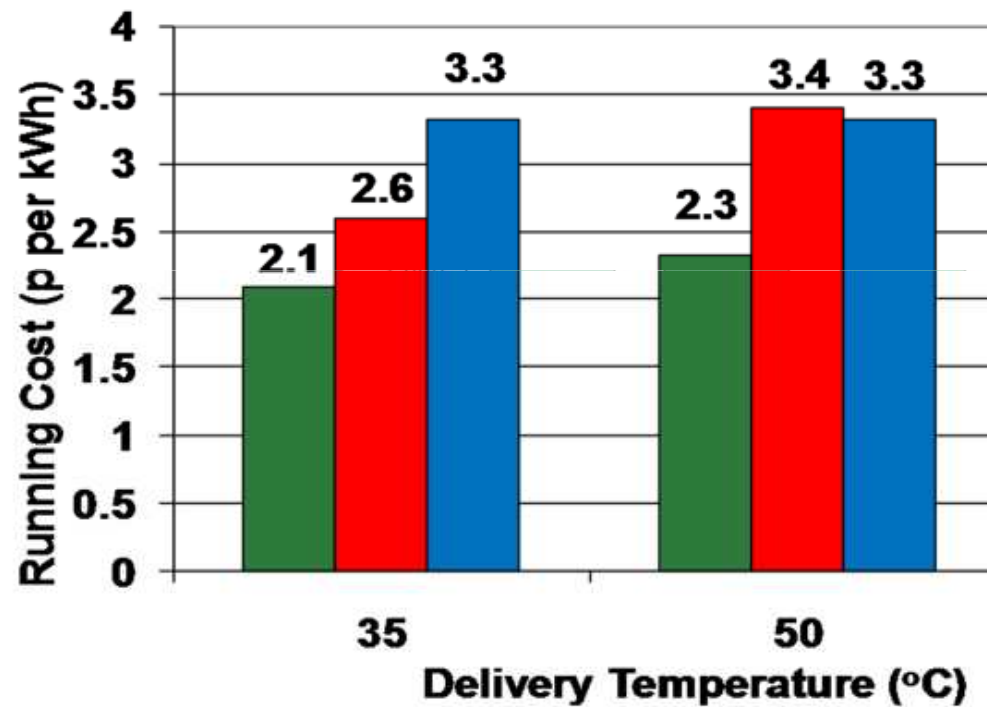
Koszty

Składni instalacji	Wymiennik gruntowy poziomy	Wymiennik gruntowy pionowy
Pompa ciepła	35%	29%
Wymiennik gruntowy	45%	55%
Pozostałe elementy po stronie pierwotnej i robocizna	20%	16%

Koszt jednostkowy nakładów na instalację z pompą ciepła zI/kW



Koszty



10°C ambient temperature
90% condensing boiler efficiency (HCV)
British Gas gas and electricity prices June 2010
Standard heat pump: Dimplex LI 8 MS

■ **Sorption Energy**
■ **Standard Heat Pump**
■ **Condensing Boiler**

Pompy Ciepła Podsumowanie

Argumenty w telegraficznym skrócie

- ⇒ Pompa ciepła to system grzewczy przyszłości
- ⇒ Pompa ciepła jest jedną z najbardziej niezawodnych technologii grzewczych (żywność sprężarki to ok. 20-25 lat)
- ⇒ Pompa ciepła funkcjonuje bez palnego paliwa w budynku
- ⇒ Pompa ciepła nie emituje szkodliwych spalin w budynku
- ⇒ Pompa ciepła zasilana prądem to bezpieczeństwo dostaw (brak ryzyka szantażu politycznego, analizy pokazują stabilny i przewidywalny wzrost cen prądu w ostatnich 40 latach w stosunku do gazu i oleju,)
- ⇒ Pompa ciepła obniża koszty ogrzewania (nawet ponad 50% w stosunku do spalania gazu lub oleju opałowego)
- ⇒ Pompa ciepła to opłacalna inwestycja (amortyzuje się po kilku latach w stosunku do ogrzewania propanem, olejem, po około 10 latach przy ogrzewaniu gazem ziemnym)
- ⇒ Pompa ciepła to opłacalna inwestycja w Twoją emeryturę
- ⇒ Pompa ciepła podnosi wartość rynkową budynku, w którym jest zamontowana
- ⇒ Pompa ciepła nie wymaga pomieszczenia kotłowni i nie wymaga dużo miejsca zabudowy
- ⇒ Pompa ciepła nie wymaga wykonania pomiarów spalin
- ⇒ Pompa ciepła nie wymaga podłączenia komina
- ⇒ Pompa ciepła jest urządzeniem bezobsługowym (odpadają kosztowne przeglądy serwisowe)
- ⇒ Pompa ciepła jest cicha w trakcie eksploatacji
- ⇒ Pompa ciepła jest niezwykle prosta w obsłudze
- ⇒ Pompa ciepła nie wymaga przyłącza gazu lub składu opału
- ⇒ Pompa ciepła może tanio i efektywnie chłodzić pomieszczenia
- ⇒ Pompa ciepła obniża emisję CO₂, zużycie energii pierwotnej
- ⇒ Pompa ciepła korzysta z dużego udziału energii odnawialnej (ok. 70-75%)
- ⇒ Pompa ciepła jest wspierana przez Unie Europejską

Typowe hotelowe ECM-y – czas zwrotu



Pompy ciepła Danfoss

2 Kaskada modułów chłodzenia aktywnego NIBE HPAC współpracujących klimakonwektorami, zasilana z kaskady pomp ciepła NIBE F 1330 o łącznej mocy 240 kW zainstalowanych w Hotelu Żubrówka w Białowieży



Bardzo dziękuję za uwagę.

Tadeusz Stasiak

Honeywell Building Solutions

Energy Solutions

Domaniewska 39B

02672 Warszawa

Kom : 502 196 227

Tadeusz.stasiak@honeywell.com

Honeywell