



**Kompletny  
Efektywny  
Trwały**

# Nowoczesne systemy grzewcze

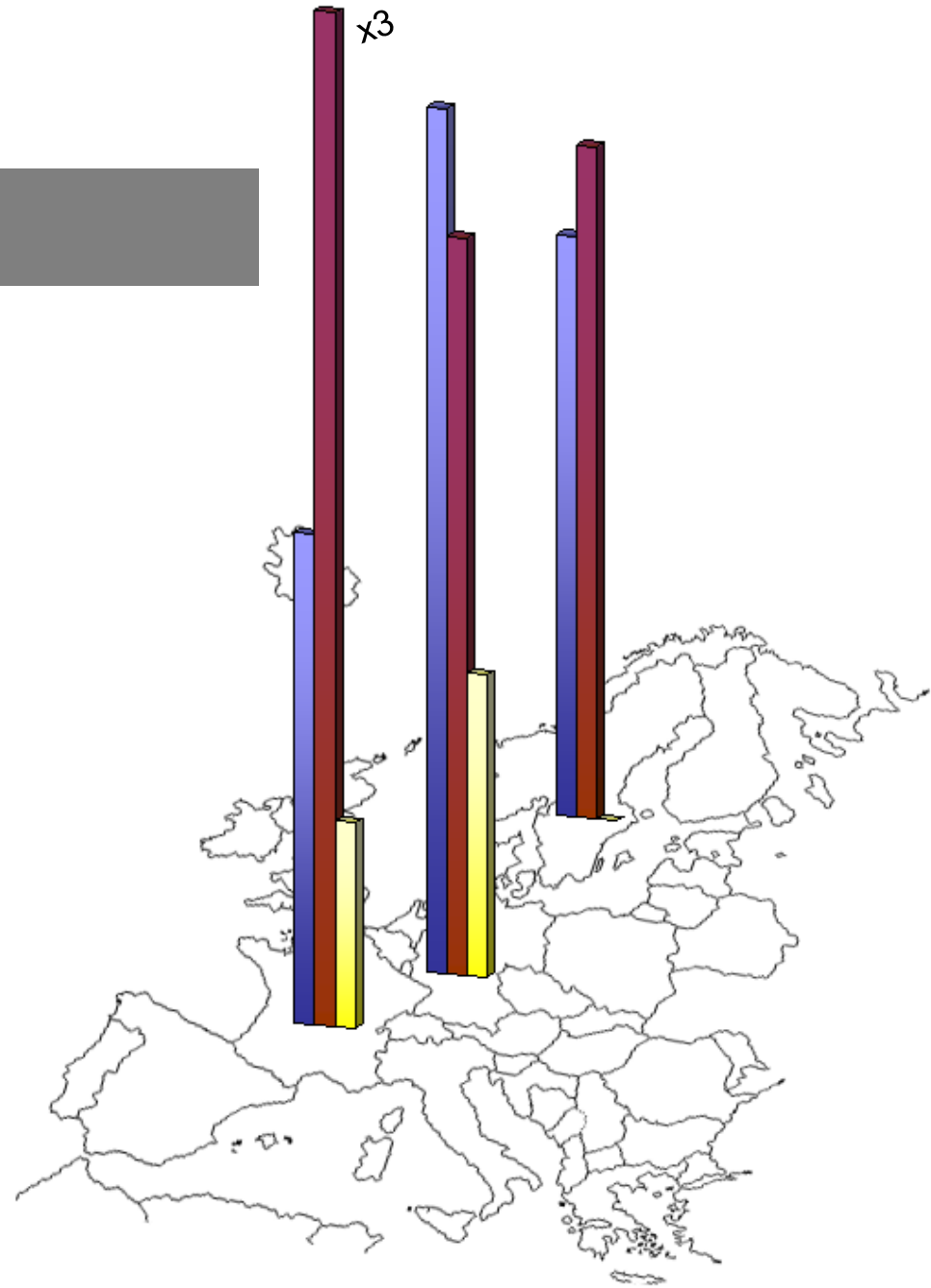
## 2. Pompy ciepła

04.04.2014r.  
Miejscowość: Wrocław

# Nowoczesne systemy grzewcze

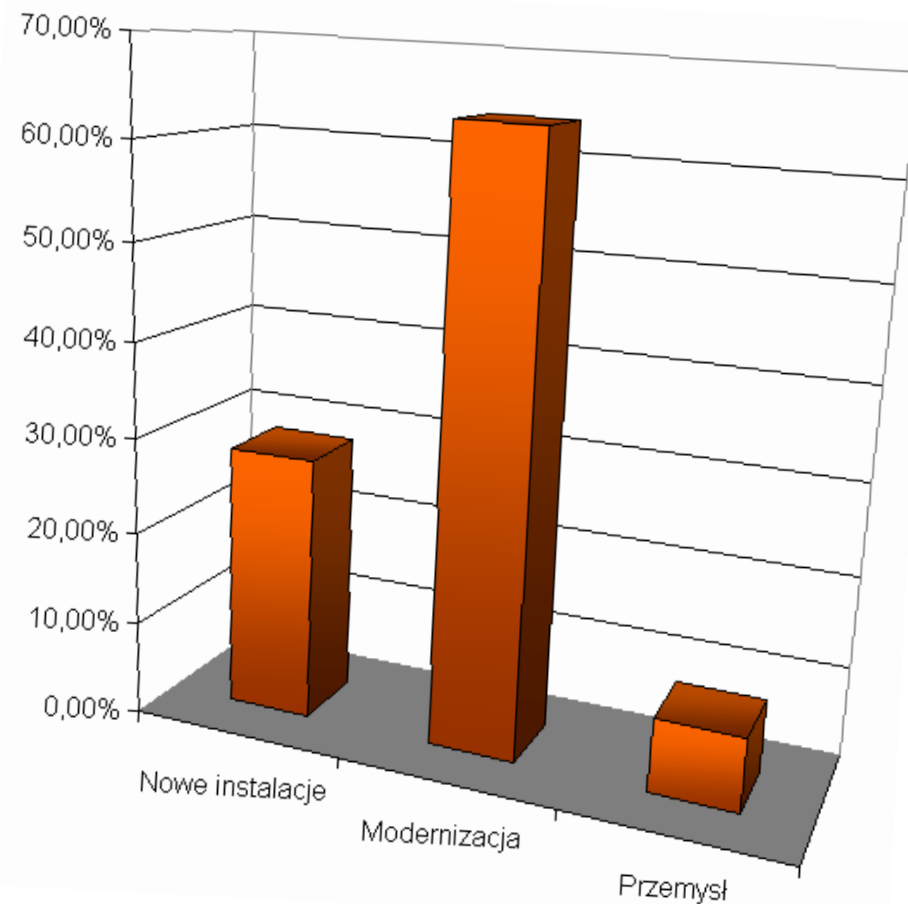
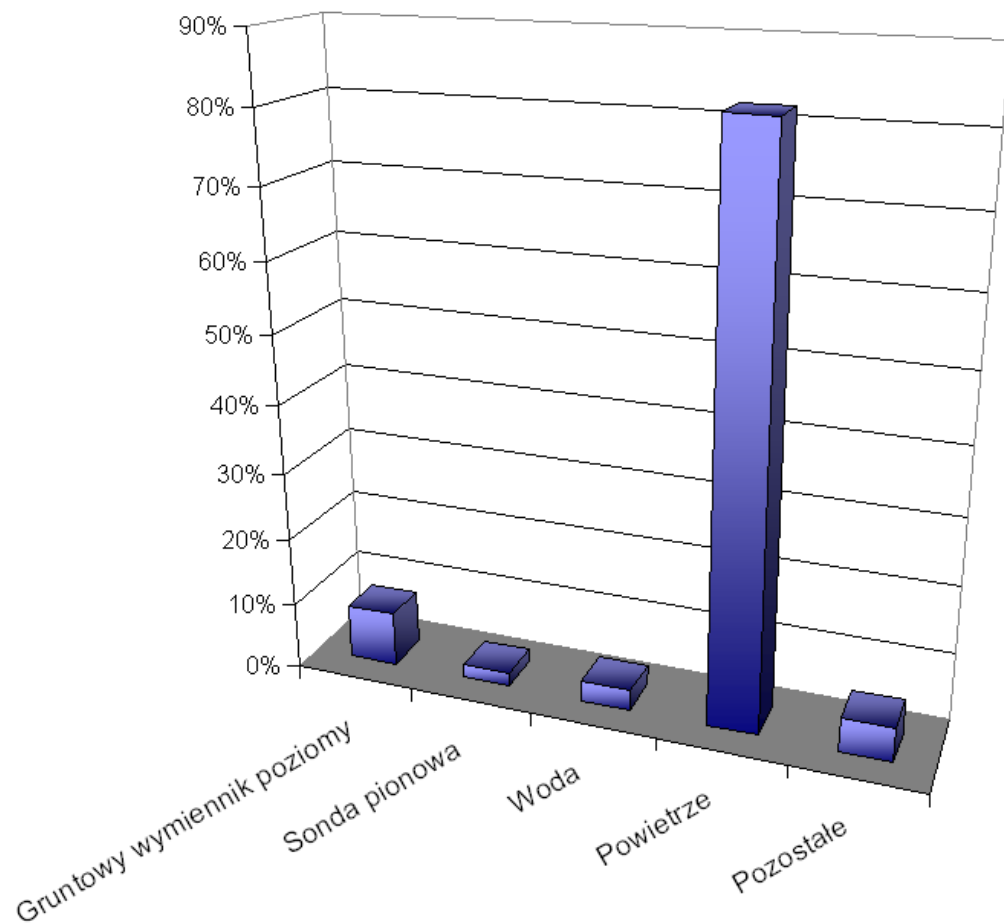
## → Rynek pomp ciepła w Europie

- Solanka/woda, woda/woda
- Powietrze/woda
- Pozostałe



# Nowoczesne systemy grzewcze

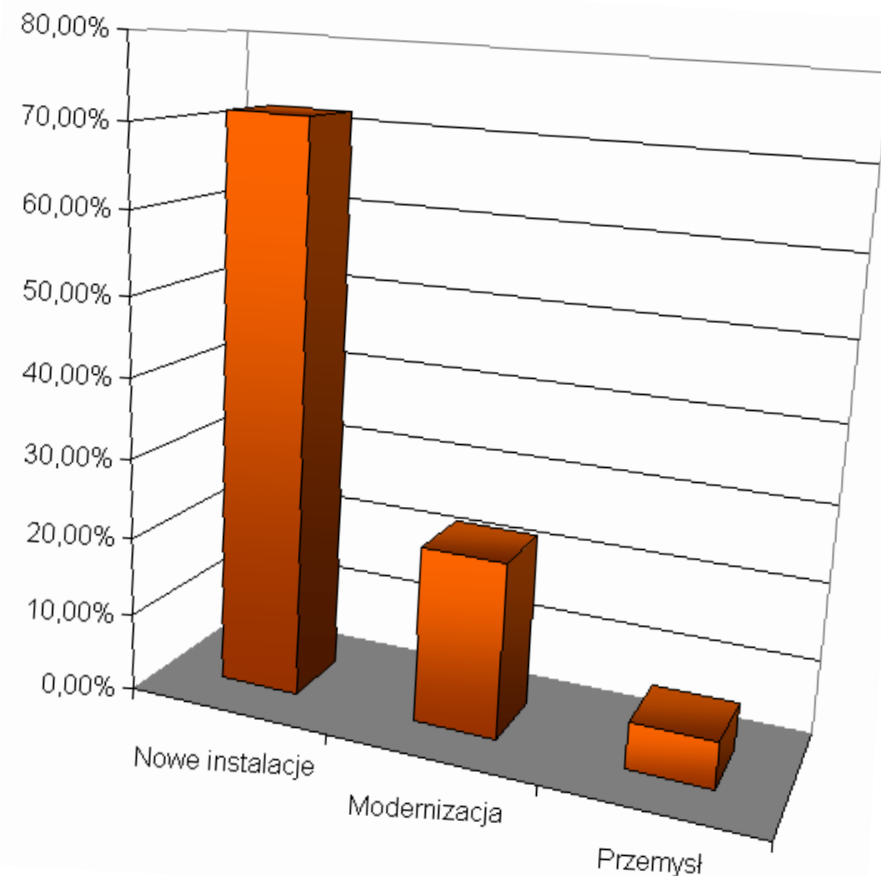
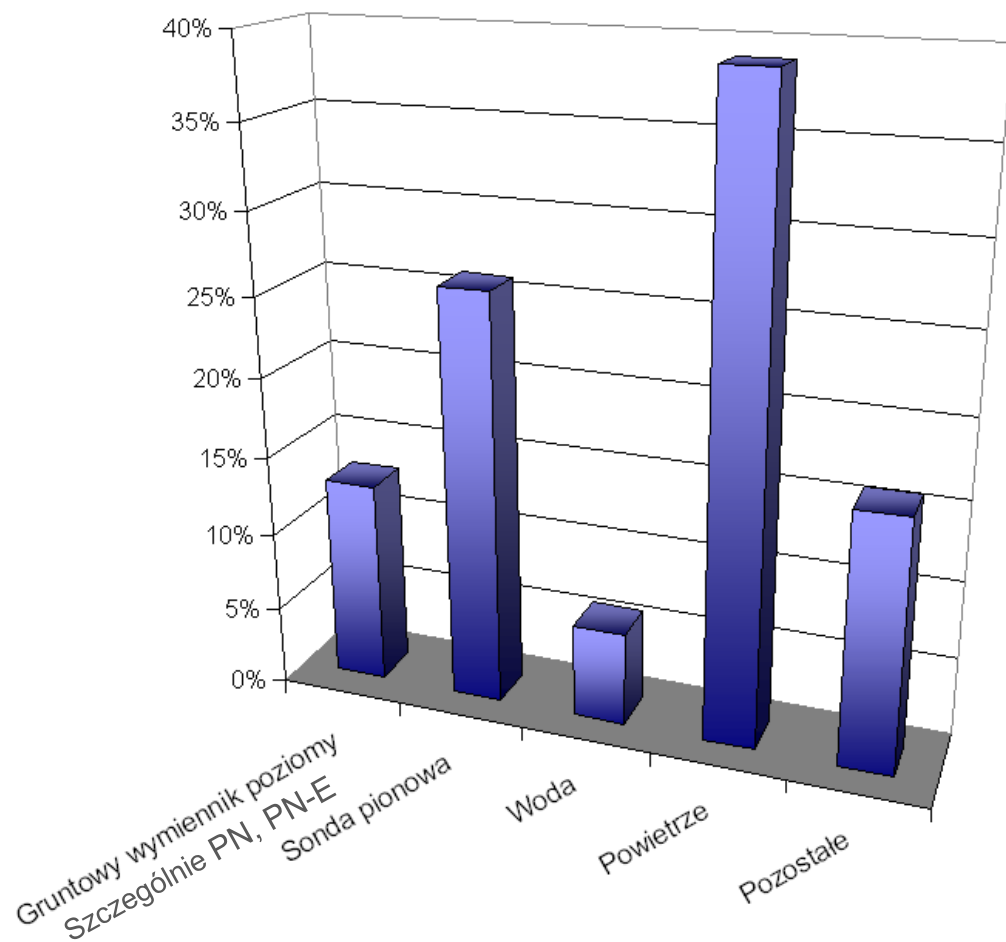
## Rynek pomp ciepła: Francja



Źródło BRG Consult

# Nowoczesne systemy grzewcze

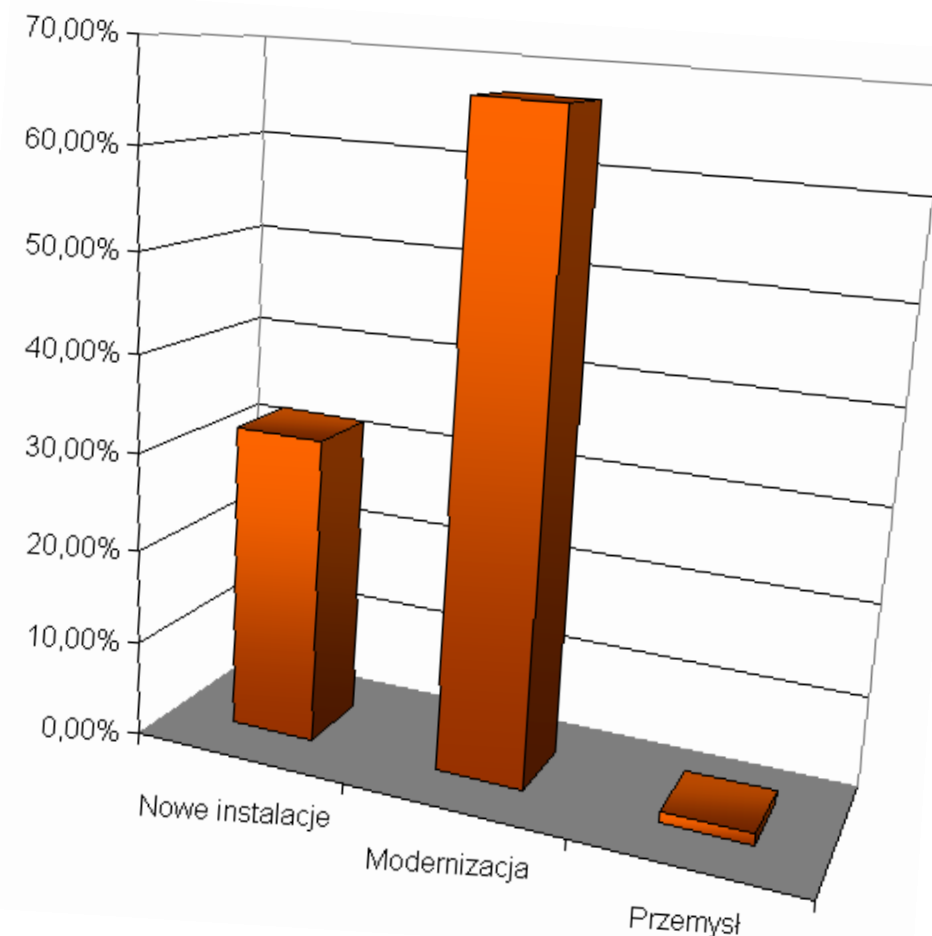
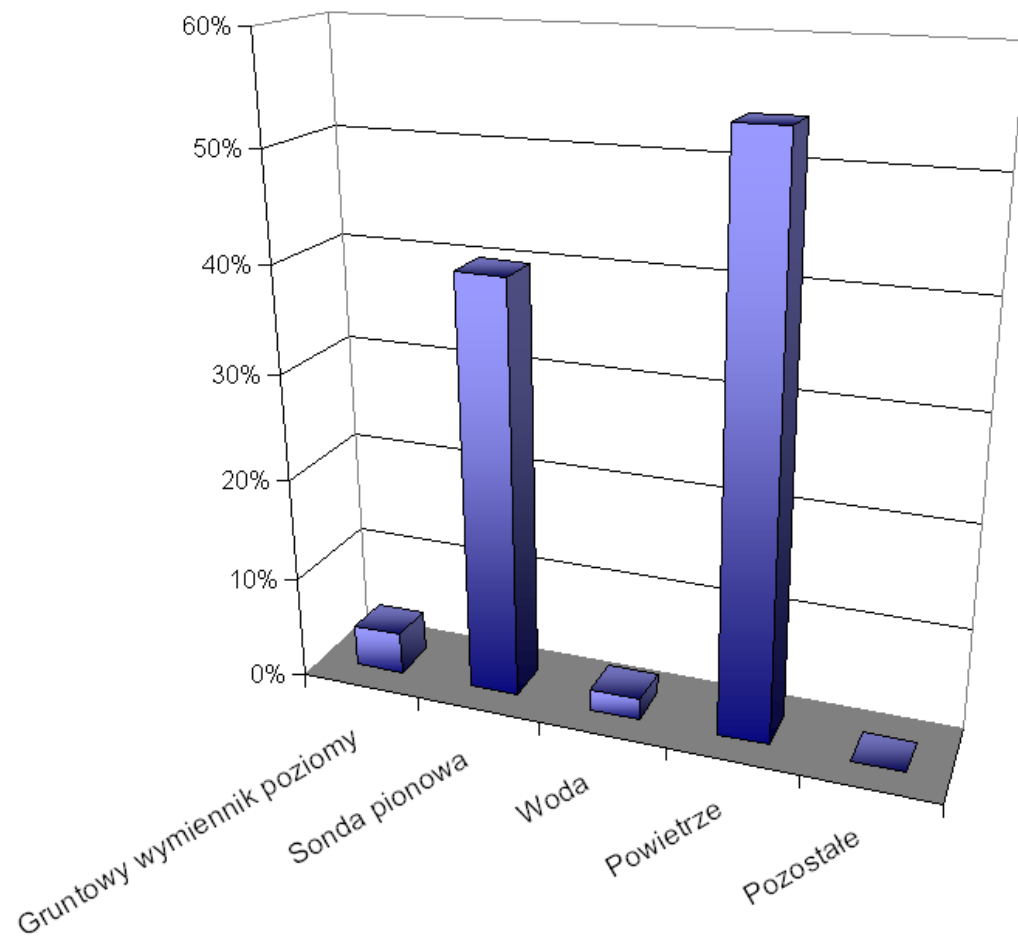
## Rynek pomp ciepła: Niemcy



Źródło BRG Consult

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Rynek pomp ciepła: Szwecja



Źródło BRG Consult

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

### → Stopień efektywności : COP

Do oceny wydajności elektrycznie zasilanych sprężarkowych pomp ciepła, w normie EN 14511 zdefiniowane są odpowiednie parametry, takie jakie stopień efektywności i roczny stopień pracy.

#### Stopień efektywności

Stopień efektywności  $\epsilon$  określa stosunek chwilowo oddanej mocy grzewczej do efektywnego poboru mocy przez urządzenie.

$$\epsilon = \frac{P_H}{P_E}$$

$P_H$  Ciepło (W) oddane przez pompę ciepła do wody grzewczej w jednostce czasu

$P_E$  Średni pobór mocy elektrycznej przez urządzenie w określonym czasie wraz z mocą pobieraną przez regulator, sprężarkę, urządzenia doprowadzające i system odszraniania (W)

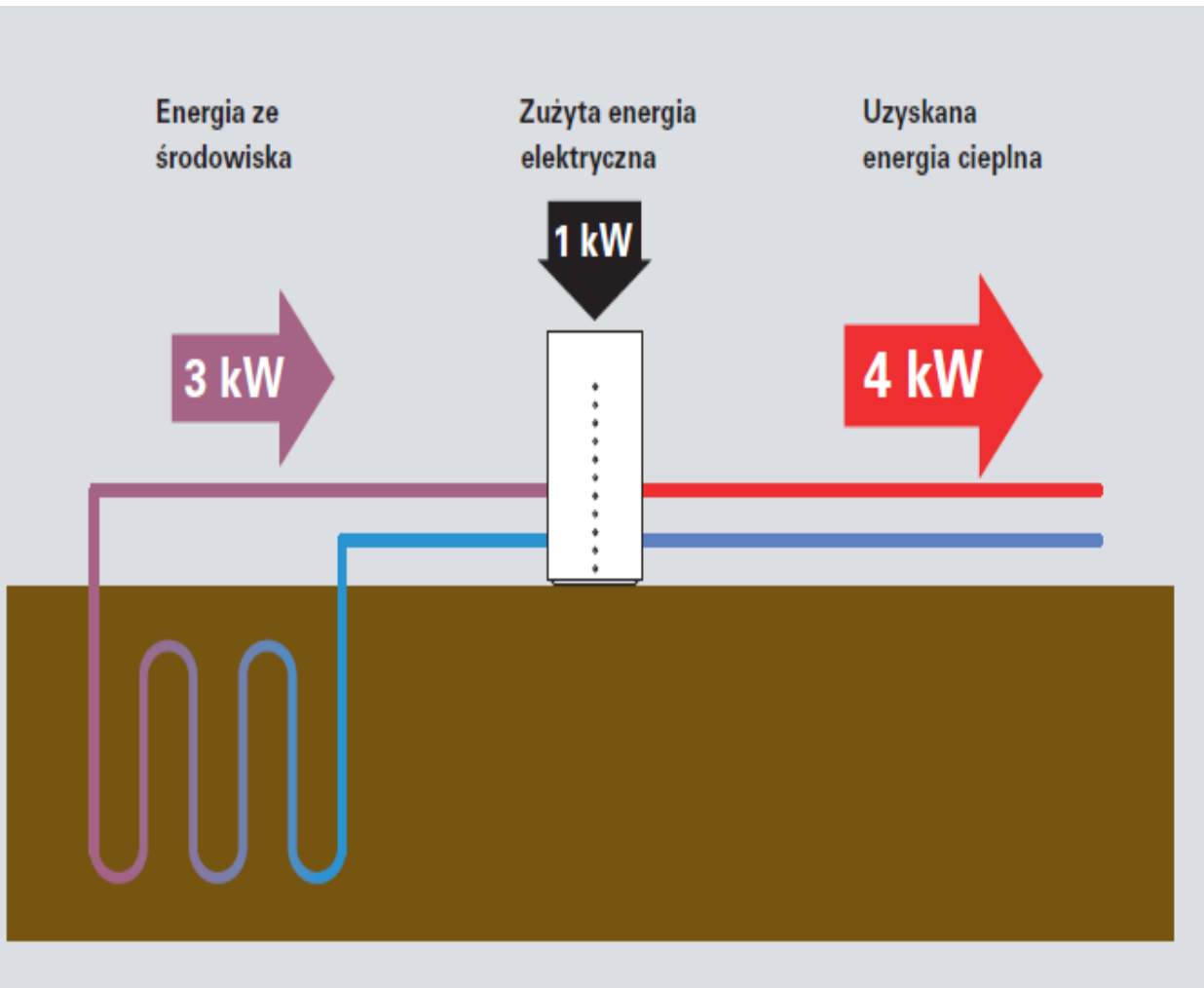
Stopnie efektywności nowoczesnych pomp ciepła wynoszą od 3,5 do 5,5, tzn. stopień efektywności 4 oznacza, że czterokrotność wykorzystanej energii elektrycznej jest dostępna jako ciepło grzewcze.

Większa część ciepła grzewczego pochodzi ze źródła ciepła (powietrze, grunt, woda gruntowa).

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

→ Stopień efektywności : COP





# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

### → Stopień efektywności : COP

Wartość podawana jest zgodnie z EN 14511 (poprzednia norma EN 255) dla następujących warunków:

Typ	Temperatura wejściowa źródła ciepła	Temperatura zasilania obiegu wtórnego
Powietrze/Woda	A 2 °C	W 35 °C
Solanka/Woda	B 0 °C	W 35 °C
Woda/Woda	W 10 °C	W 35 °C

A – z ang. air (= powietrze)

B – z ang. brine (= solanka)

W – z ang. water (= woda)

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

### → Roczny stopień pracy:

Roczny stopień pracy  $\beta$  to stosunek rocznej ilości ciepła oddawanego przez pompę ciepła do mocy elektrycznej pobranej przez całą instalację pompy ciepła w tym czasie. Uwzględnia się przy tym także udział ilości prądu dla pomp, regulatorów itp.

$$\beta = \frac{Q_{PC}}{W_{EL}}$$

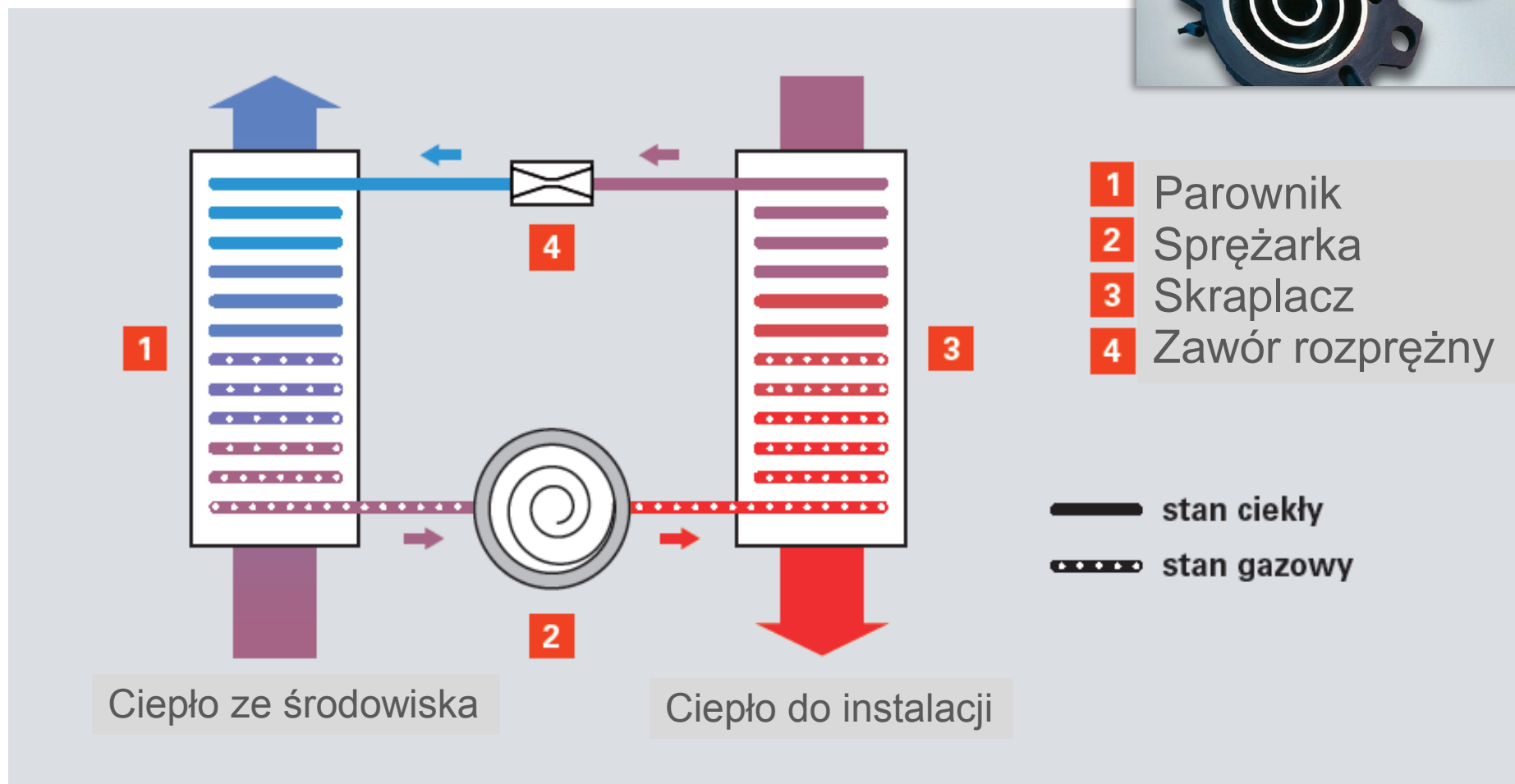
$Q_{PC}$  ilość energii cieplnej oddana w ciągu roku przez pompę ciepła (kWh)

$W_{EL}$  ilość mocy elektrycznej doprowadzonej w ciągu roku do pompy ciepła (kWh)

# Nowoczesne systemy grzewcze

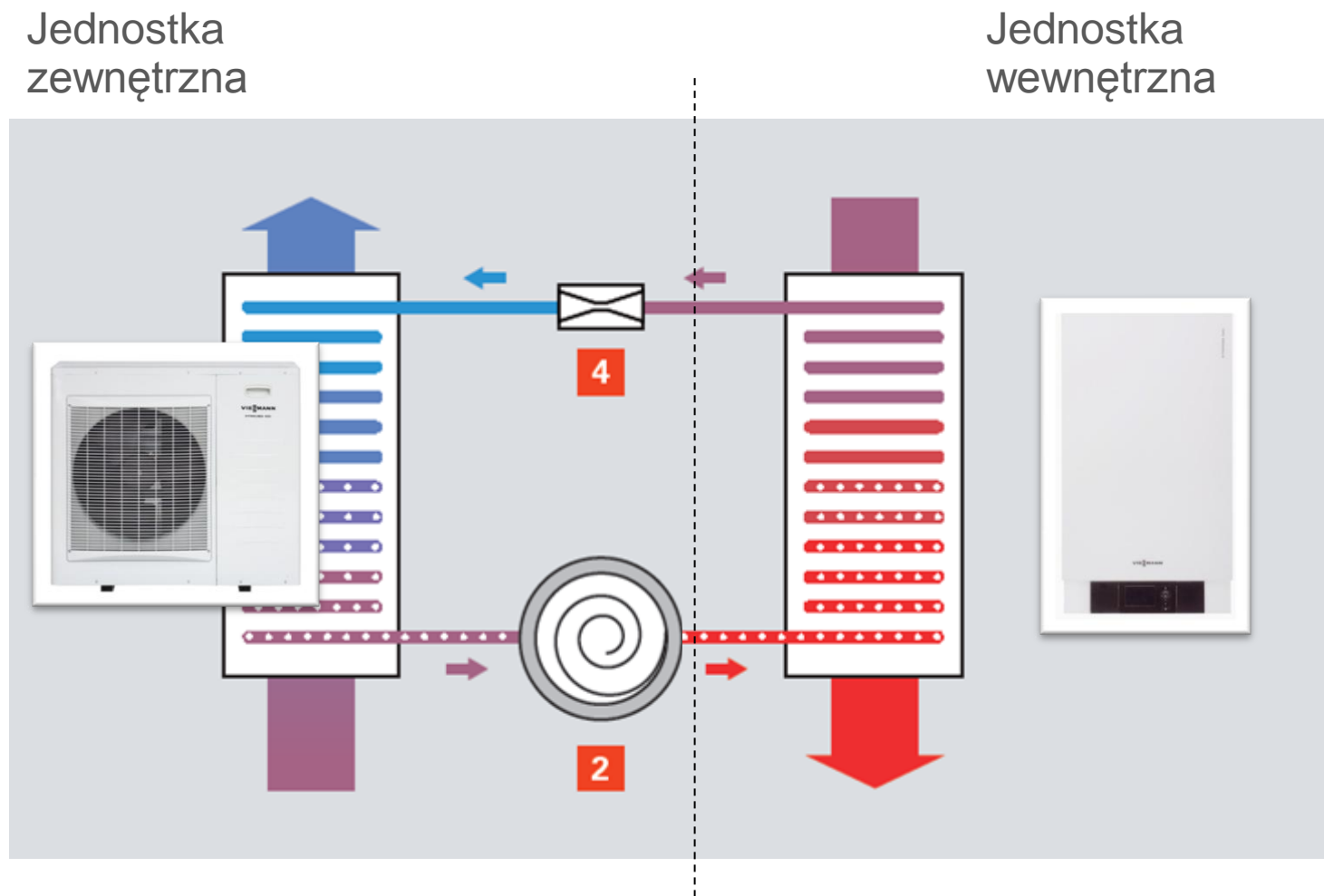
## Zasada działania

### → Zasada działania pompy ciepła



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania



Połączenie przewodami czynnika chłodniczego

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zasada działania

### Wymagania stawiane czynnikom chłodniczym:

- Niepalny
- Nietoksyczny o bardzo dobrych właściwościach chłodniczych
- Współczynnik niszczenia warstwy ozonowej ODP = 0
- Wolny od CFC i HCFC (chlorowane węglowodory)

### Przepisy dotyczące minimalnej kubatury kotłowni z pompą ciepła: PN EN 378

R407C => 0,31

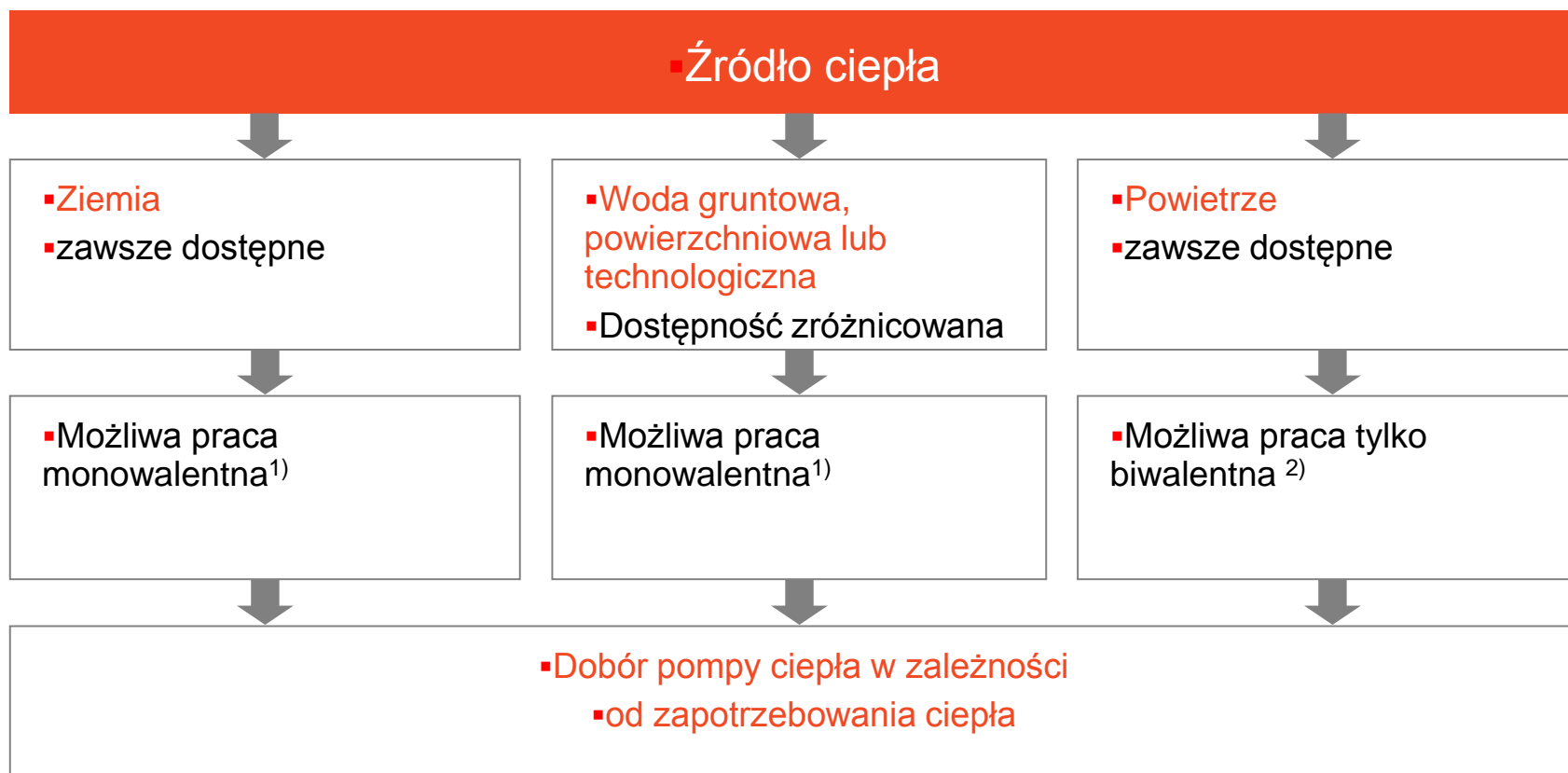
R410A => 0,44

R134A => 0,25

$$\frac{2,95 \text{ kg czynnika R410A}}{0,44} = 6,7 \text{ [m}^3\text{]} \rightarrow \text{min. kubatura kotłowni}$$

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Źródła ciepła



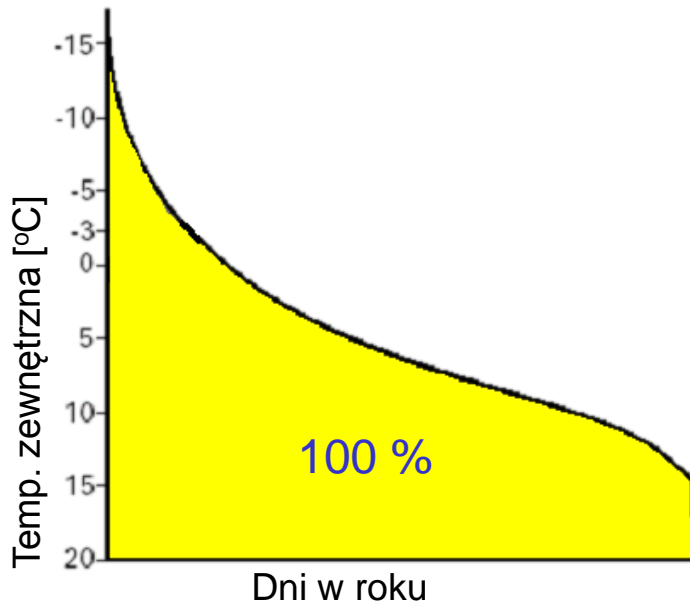
▪<sup>1)</sup> Praca monowalentna = praca bez drugiego źródła ciepła.

▪<sup>2)</sup> Praca biwalentna = praca z drugim źródłem ciepła

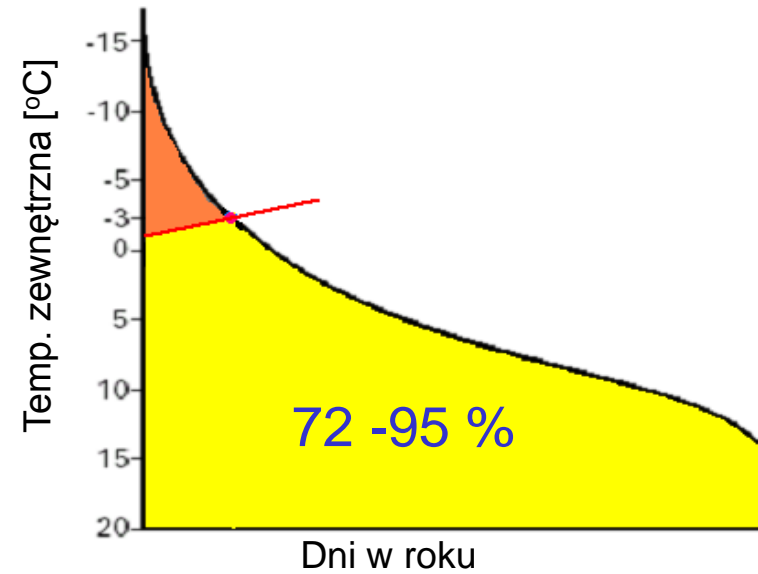
# Nowoczesne systemy grzewcze

## Systemy wytwarzania energii

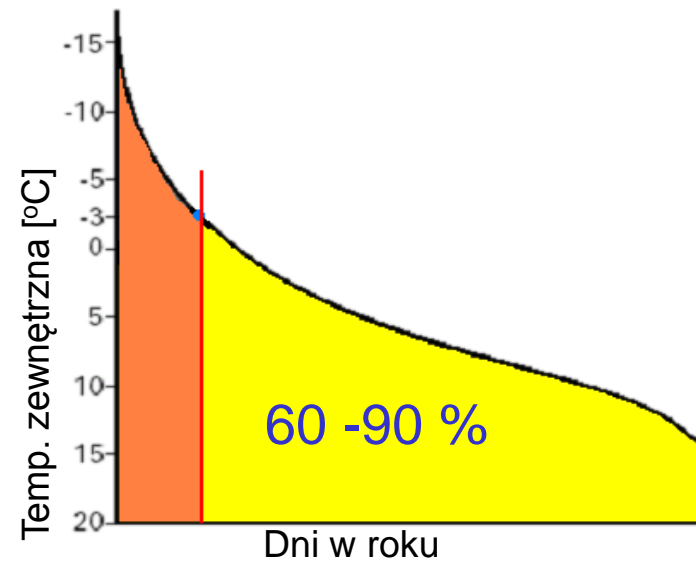
Układ monowalentny



Układ biwalentny – równoległy



Układ biwalentny – alternatywny



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Systemy wytwarzania energii

### **Eksploatacja monowalentna**

W przypadku eksploatacji jednosystemowej pompa ciepła jako jedyne urządzenie wytwarzające ciepło pokrywa całość zapotrzebowania budynku wg EN 12831.

Warunkiem takiej eksploatacji jest zaprojektowanie systemu dystrybucji ciepła w sposób dostosowany do temperatury na zasilaniu niższej niż maksymalna temperatura na zasilaniu pompy ciepła.

### **Eksploatacja biwalentna-równoległa**

W zależności od temperatury zewnętrznej i obciążenia grzewczego regulator pompy ciepła włącza dodatkowo drugą wytwornicę ciepła.

Przy typowych konfiguracjach instalacji moc grzewcza pompy ciepła jest przewidziana do pokrycia ok. 50 do 70% maks. Wymaganego obciążenia grzewczego budynku zgodnie z normą EN 12831. Udział pompy ciepła w rocznej eksploatacji grzewczej wynosi ok. 85 do 92%.

### **Eksploatacja biwalentna-alternatywna**

Do określonej temperatury zewnętrznej pompa ciepła całkowicie przejmuje na siebie ogrzewanie budynku (temperatura punktu biwalentnego).

Poniżej temperatury punktu biwalentnego pompa ciepła wyłącza się i funkcję ogrzewania budynku przejmuje wyłącznie dodatkowa wytwornica ciepła (kocioł olejowo-gazowy).

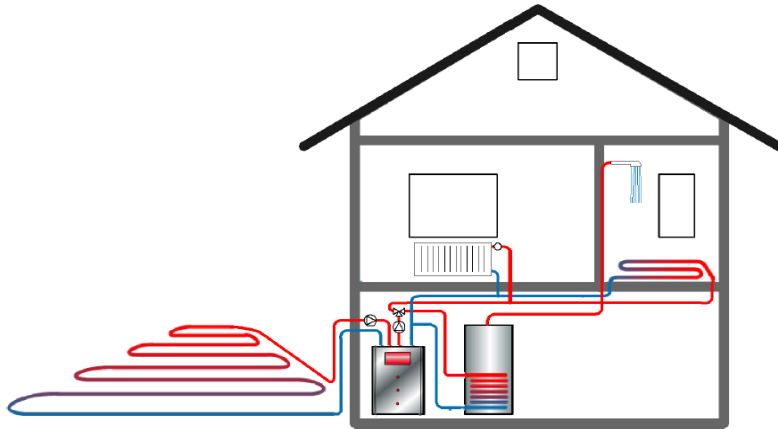
Przełączaniem między pompą ciepła i dodatkową wytwornicą ciepła steruje regulator pompy ciepła.

Eksploatacja dwusystemowa-alternatywna nadaje się w szczególności do budynków z konwencjonalnym systemem rozdziału i oddawania ciepła (kaloryfery).



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Poziome kolektory gruntowe



Nad kolektorem ziemnym nie sadzić drzew o głębokim ukorzeniu

Nie przykrywać powierzchni gruntu (kostką brukową, asfaltem, itd.)

Nie lokować nad kolektorem żadnych budynków, w tym ogrodów zimowych, itd.

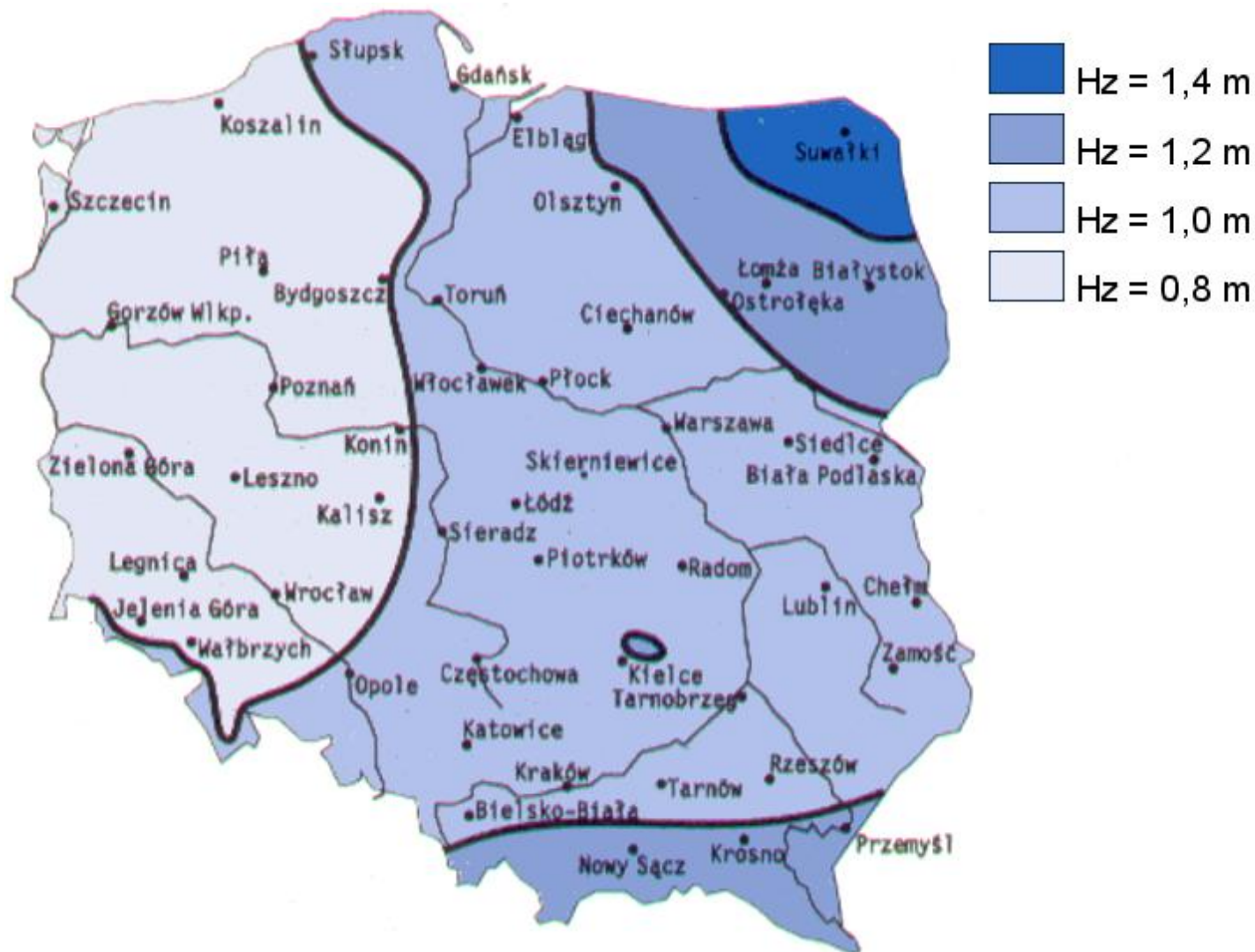
Przewody kolektora słonecznego układać należy na podkładzie piasku, zawsze 20 cm poniżej strefy przemarzania gruntu

Nie układać jednego kolektora nad drugim

- Suchy piaszczysty grunt : 10 W/m<sup>2</sup>
- Mokry piaszczysty grunt : 15-20 W/m<sup>2</sup>
- Suchy gliniasty grunt : 20-25 W/m<sup>2</sup>
- Mokry gliniasty grunt : 25-30 W/m<sup>2</sup>

# Nowoczesne systemy grzewcze

Strefy przemarzania gruntu w Polsce



# Nowoczesne systemy grzewcze

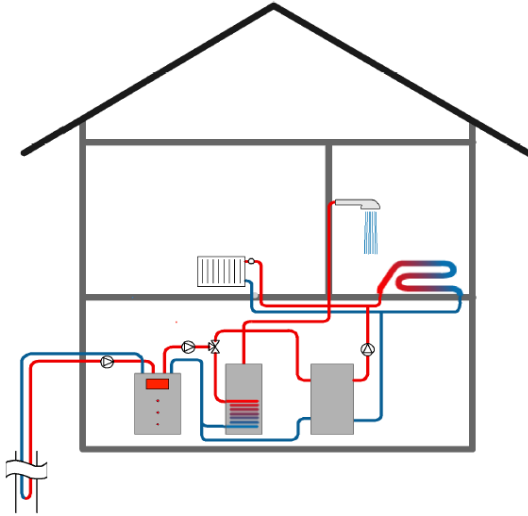
## Układanie kolektorów gruntowych

Wymiennik poziomy – w postaci dołu  
(Dł. 40m/ Szer. 15m/ Gł. 1,2m)



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Sondy gruntowe



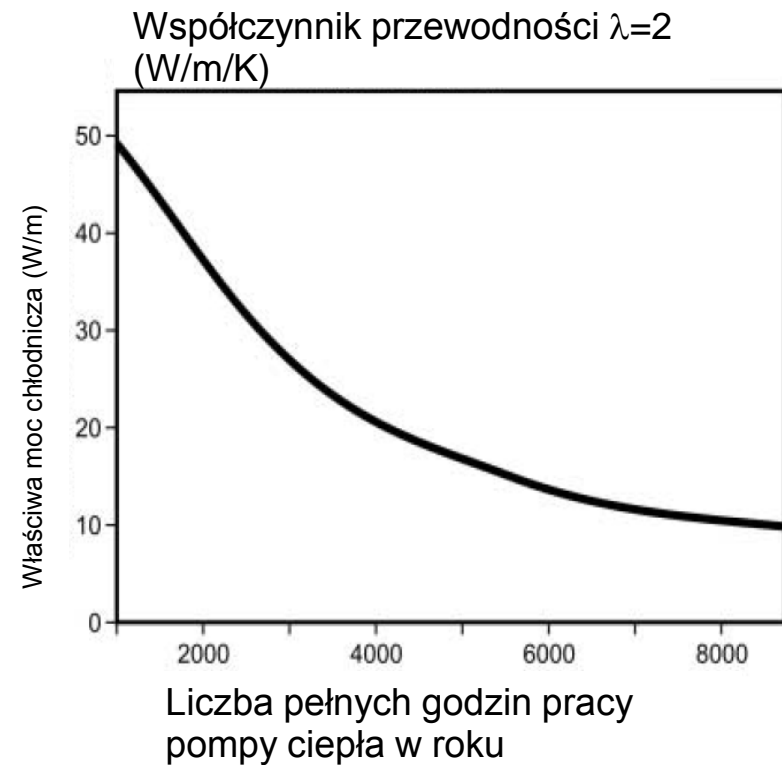
Długość pojedynczych sond : 40 do 200 m

Minimalny odstęp pomiędzy sondami:

5 m dla sond do 50 m

min 6 m dla sond powyżej 50 m

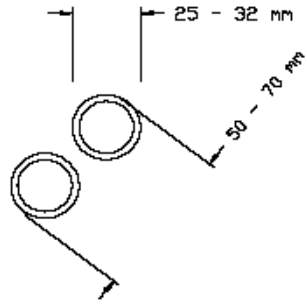
- Żwir, suchy piasek : < 20 W/mb
- Żwir, piasek wodonośny : 55-65 W/mb
- Gлина, ił - wilgotne : 30-40 W/mb
- Wapień (masywny) : 45-60 W/mb
- Piaskowiec : 55-65 W/mb
- Kwaśne skały magmowe (granit) : 55-70 W/mb
- Zasadowe skały magmowe (bazalt) : 35-55 W/mb
- Gnejs : 60-70 W/mb



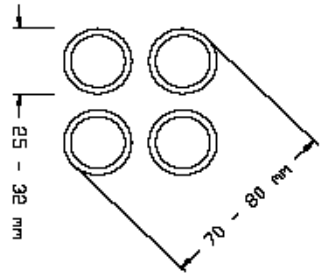


# Nowoczesne systemy grzewcze

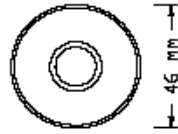
## Sondy grutowe - budowa



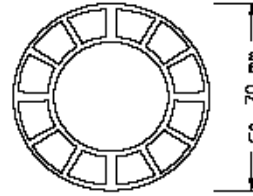
Pojedyncza  
U-rura



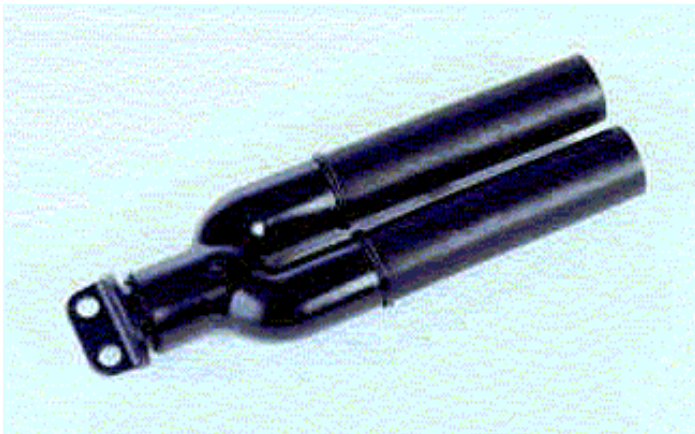
Podwójna  
U-rura  
(sonda Duplex)



Sonda  
koncentryczna



Złożona sonda  
koncentryczna



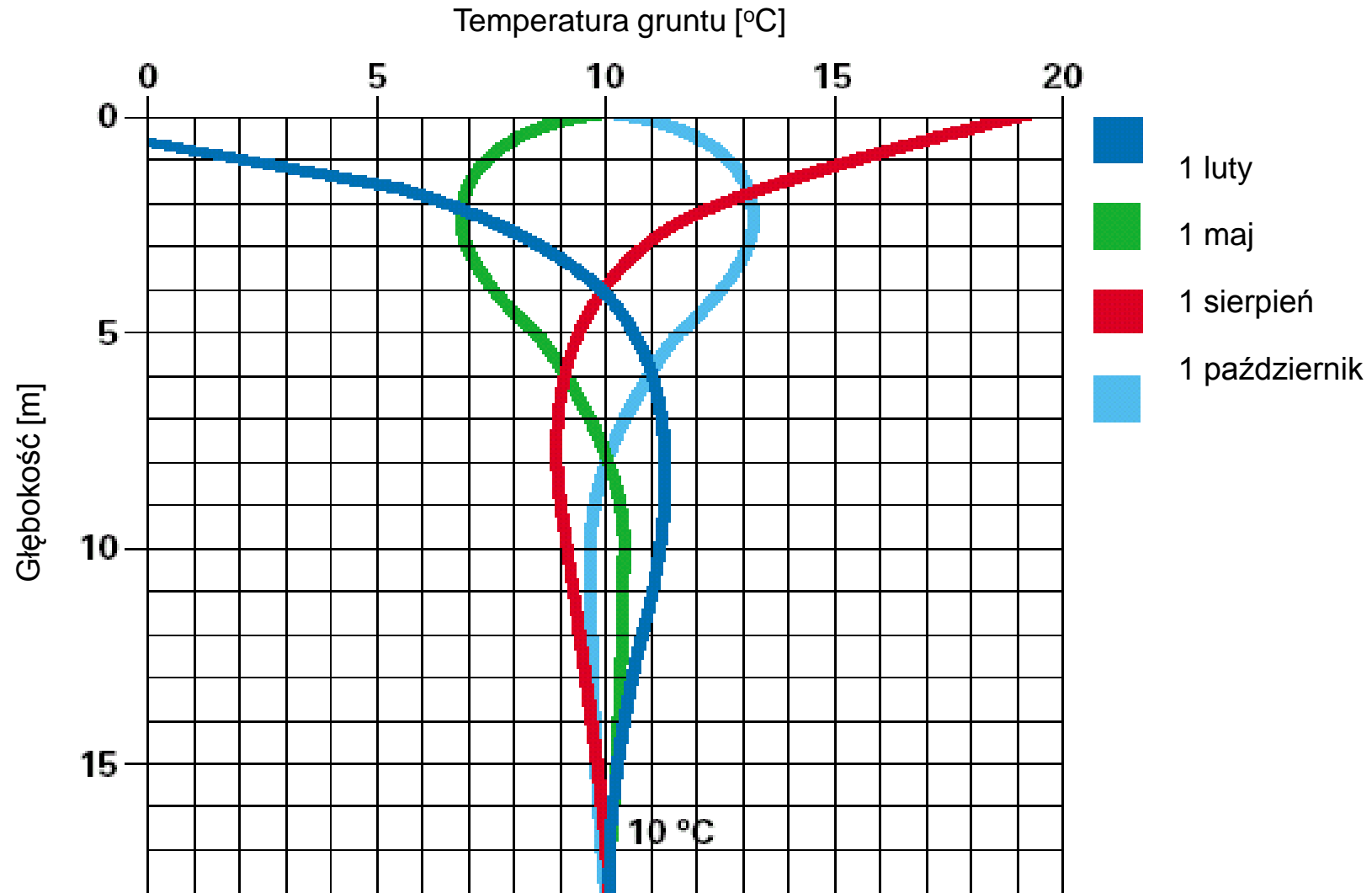
# Nowoczesne systemy grzewcze

## Sondy gruntowe - montaż



# Nowoczesne systemy grzewcze

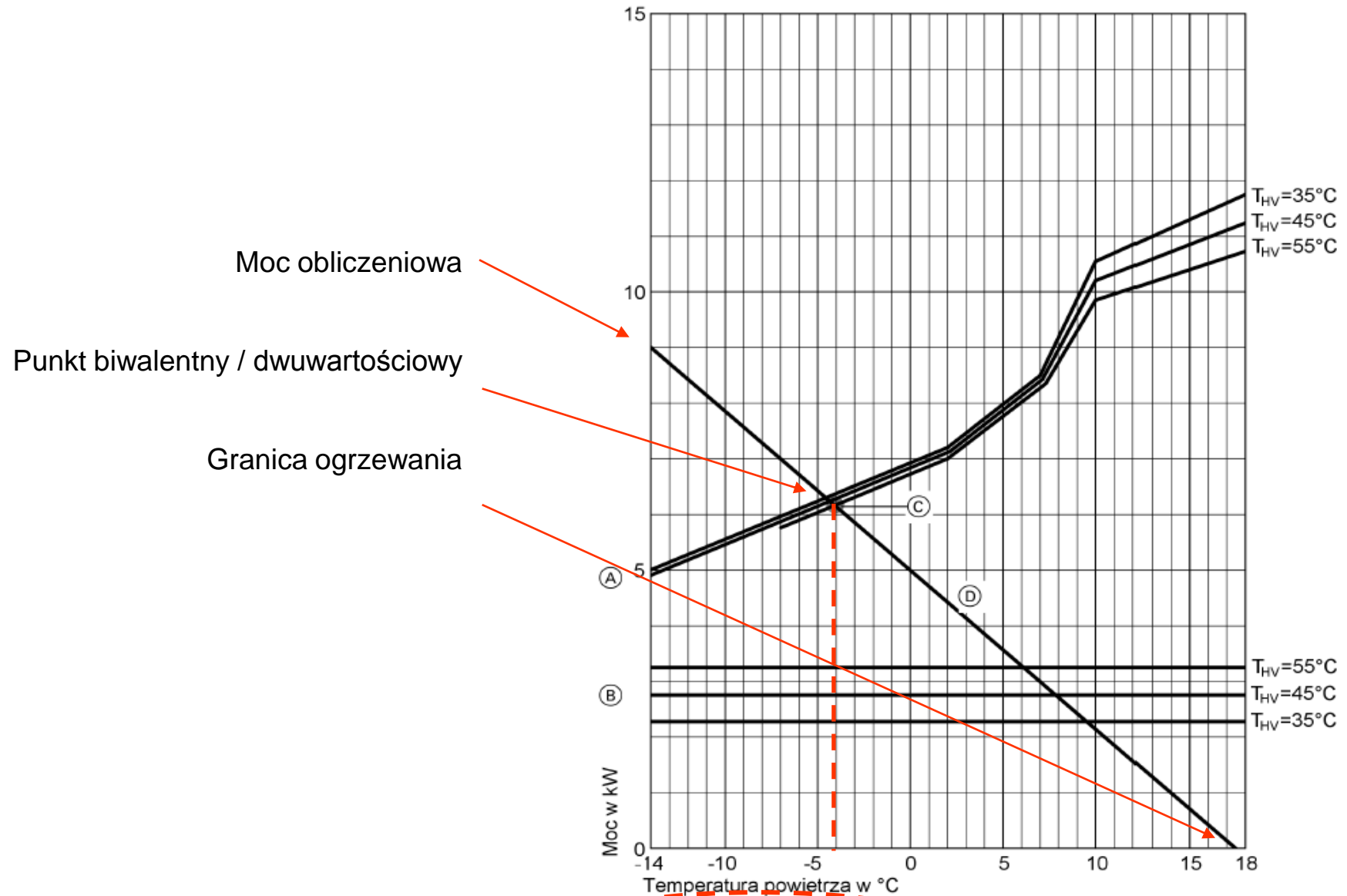
Temperatura gruntu



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Powietrzne pompy ciepła

Powietrze zewnętrzne – projekt dwusystemowy



Wykres mocy Vitocal 300, typ AW108



# Nowoczesne systemy grzewcze

Średnie temperatury zewnętrzne

Sezon grzewczy	1993/1994	1995/1996	1998/1999	2000/2001	2001/2002
	Liczba dni	Liczba dni	Liczba dni	Liczba dni	Liczba dni
Temperatury poniżej -18 °C	0	0	0	0	0
Temperatury od -18 °C do -10 °C	1	14	4	0	2
Temperatury od -10 °C do 0 °C	41	94	53	50	44
Temperatury powyżej 0 °C	141	76	126	133	91
Temp. średnie w sezonie grzewczym	+2,3 °C	-0,9 °C	+2,5 °C	+3,6 °C	+2,6 °C

Źródło: Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Stacja Meteorologiczna Poznań - Ławica

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Sprężarki w pompach KWT

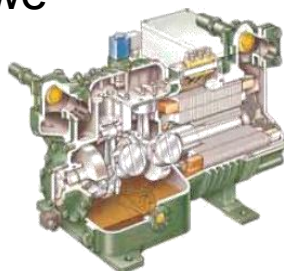
### Spiralne (Scroll)



Wyłącznie jako hermetyczne  
Moc jednostkowa do 130 kW  
Praca on/off



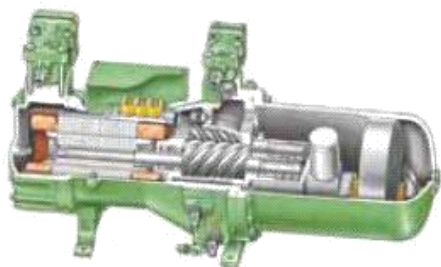
### Tłokowe



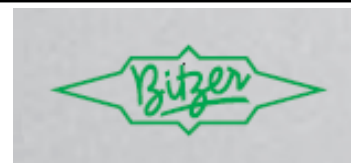
Półhermetyczne  
Moc do 200 kW  
Wysoki zakres temperatur (tc do 75°C)  
Pompy powietrze-woda  
Praca on/off lub regulacja obrotów falownikiem



### Śrubowe



Półhermetyczne  
Moc > 200 kW  
Ograniczony zakres temperatur (tc do 65°C)  
Standardowo możliwa praca z regulacją wydajności i wtryskiem pary (ECO)  
Konieczne osobne obiegi chłodnicze na każdą sprężarkę



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Elementy składowe pompy ciepła - wymienniki



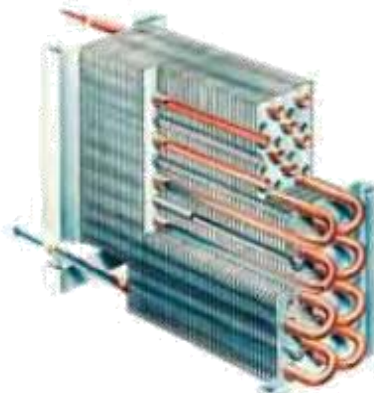
- Wymienniki koncentryczne
- do 80 kW



- Wymienniki płytowe do wód powierzchniowych



- Wymienniki płytowe (lutowane)
- do 300 kW



- Wymienniki lamelowe konwekcyjne



- Wymienniki płaszczowo-rurowe
- >300 kW



- Chłodnice glikolu (dry cooler)
- W kombinacji z pompami ciepła solanka-woda

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Elementy składowe pompy ciepła – zawory rozprężne

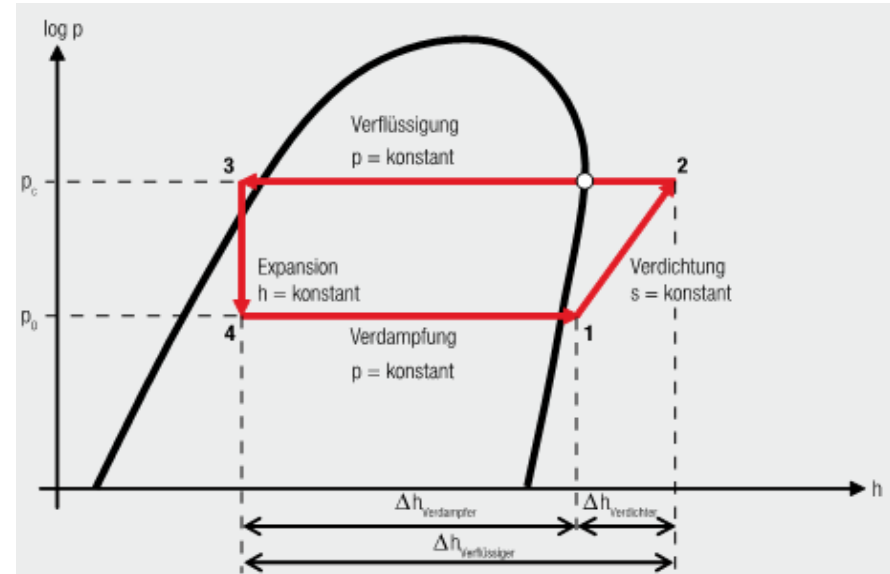
- Termostatyczne
- Elektroniczne (optymalizacja przegrzania pary)



- Pływakowe

- Pozostała armatura – czujniki
  - ciśnienia max/min czynnika
  - ciśnienia min oleju
  - temperatury przegrzania
  - przeciwzamrożeniowe
  - przepływu

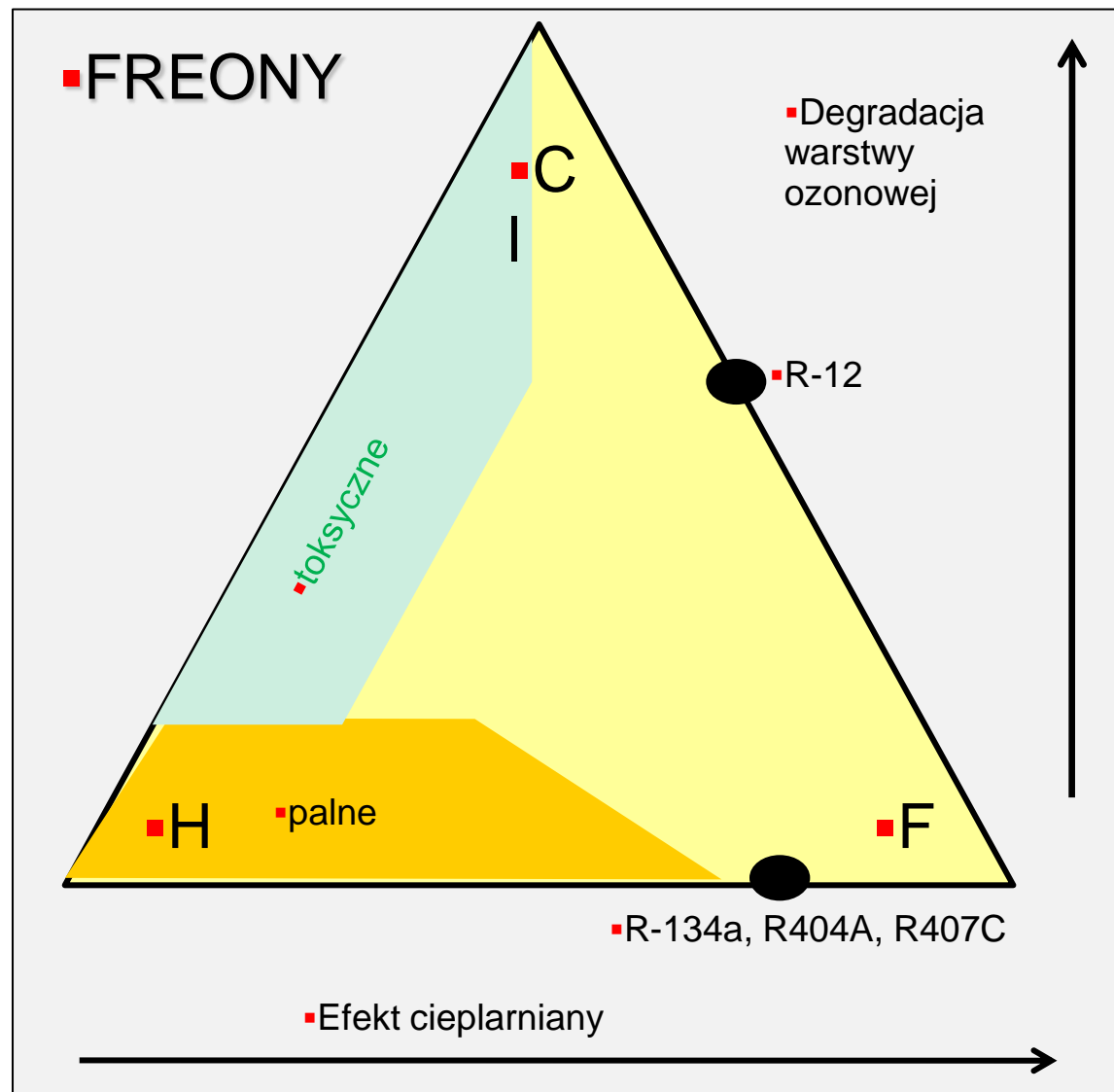
- filtry, separatory
- tłumiki pulsacji
- odolejacz
- armatura sterująca / odcinająca



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Wybór czynnika roboczego

- Freony wyłącznie z grupy HFC, głównie:
  - R-134a
  - R-407C
  - R-404A
- naturalne czynniki robocze



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Właściwości czynników roboczych

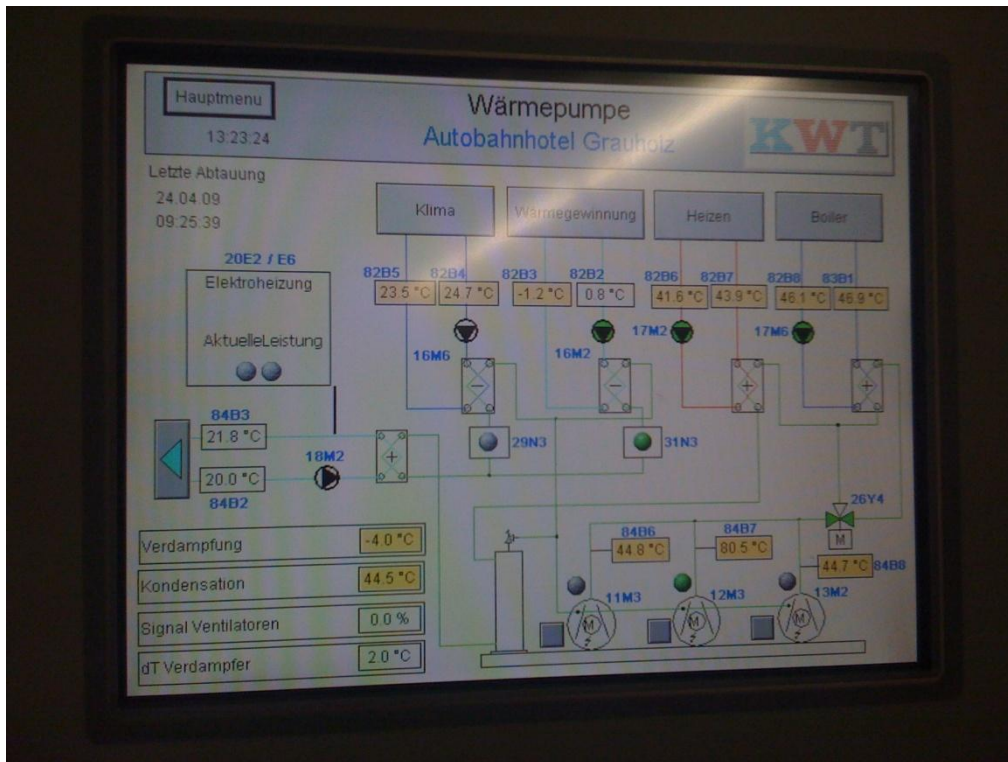
Czynnik chłodniczy	GWP <sub>100a</sub> (CO <sub>2</sub> =1,0)	Dop. zawartość w powietrzu (kg/m <sup>3</sup> )	Uwagi do bezpieczeństwa	Temperatura krytyczna (°C)	Uślizg temperaturowy przy 1 bar (K)	Temperatura wrzenia przy 1 bar (°C)
R-134a	1200	0,25	-	101	0	-26
R-407c	1520	0,31	-	87	7,4	-44
R-404A	3260	0,48	-	73	0,7	-47
R-410A	1720	0,44	-	72	<0,2	-51
R-417A	1950	0,15	-	90	5,6	-43
R-507A	3300	0,52	-	71	0	-47
R-290 (propan)	3	0,008	łatwopalny	97	0	-42
R-717 (NH <sub>3</sub> )	0	0,00035	trujący	133	0	-33
R-723 (NH <sub>3</sub> &DME)	8	0,00035	trujący	131	0	-37
R-744 (CO <sub>2</sub> )	1	0,07	wysokie ciśnienie	31	0	-57
R-718 (H <sub>2</sub> O)	0	-	-	374	0	100

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Automatyka

Sterowniki SPS firmy SAIA, oprogramowanie KWT

- Wizualizacja
- Zdalny nadzór i monitoring
- Wpicie w systemu nadrzędne – magistrala LON lub EIB



- Szafy sterownicze z kompletnym wyposażeniem sterującym, zabezpieczającym i systemem diagnostycznym



# Nowoczesne systemy grzewcze



**VIESSMANN** Group


## Produkt 2014

Typ Vitocal 300 Pro  
Typ Vitocal 350 Pro  
Custom Made



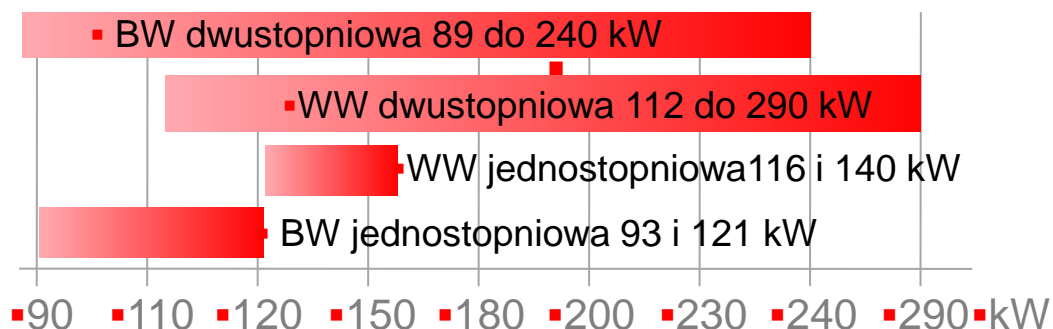


# Nowoczesne systemy grzewcze

Segment		Solanka-woda	Woda-woda	Powietrze-woda
<b>VITOCAL 300-G PRO</b>		Typ BW301.A i 302.A <b>89 do 240 kW</b>	Typ WW301.A i 302.A <b>112 do 290 kW</b>	
<b>VITOCAL 350-G PRO</b>		Typ BW352.A i BW353.A <b>27 do 198 kW</b>		
<b>VITOCAL 350-HT</b>		Typ BWT 331/341.A <b>100 kW</b>		
<b>KWTherm CMS 2</b>			Typ CMS 2 <b>150 do 1100 kW</b>	
<b>KWTherm CMH 1</b>			Typ CMH1 CMH2 <b>50 do 400 kW</b>	
<b>KWTherm CMS 1</b>			Typ CMS 1 <b>200 do 750 kW</b>	
<b>Custom Made</b>		<b>6 do 1600 kW</b>	<b>10 do 2000 kW</b>	<b>30 do 600 kW</b>

### Cechy produktu

- Szeroki zakres mocy

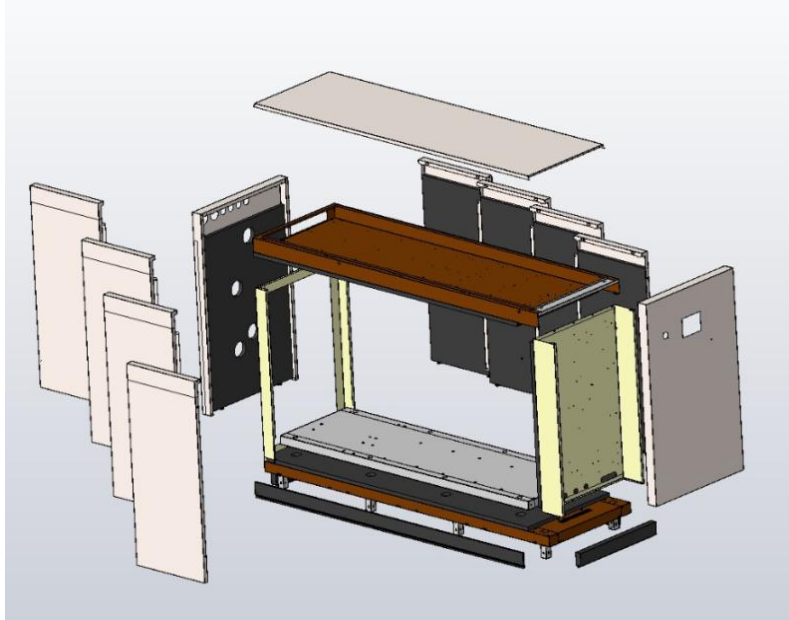


- 3 wielkości obudowy
- Niskotemperaturowa - max. temperatura na zasilaniu 60°C
- Dwustopniowa pompa ciepła 89 kW - max. temperatura na zasilaniu 65°C
- Wykonanie WW z parownikiem płaszczowo-rurowym ze stali kwasoodpornej do pracy bezpośrednio na wodzie w układach otwartych
- Regulator Vitotronic 200
- Dostępne wykonanie z regulatorem Vitotronic PLC – SAIA jak pompy ciepła Vitocal 350-G Pro



■ Typ BW 302.A150

# Nowoczesne systemy grzewcze.



## Zalety produktu

- Dopuszczalne ciśnienie 6 bar – także dla wysokich budynków
- Seryjnie wyposażone w elektroniczny Softstarter
- Wersja WW ze zintegrowanym czujnikiem przepływu i termostatem przeciwzamrozeniowym
- Niski poziom emisji akustycznej < 65 dB(A)
- Możliwość łączenia w kaskady do 5 urządzeń
- Wąska konstrukcja umożliwiająca wstawienie przez drzwi 90 cm
- Wbudowany system diagnostyczny
- Elektroniczne zawory rozprężne = wysoka sprawność COP > 4,7 i ciągły nadzór



# Nowoczesne systemy grzewcze

1. Hotel ARKAS, Prószków, ul. Daszyńskiego 12  
180 kW ogrzewanie + c.w.u. 2 x Vitocal 300-G Pro BW190



2. Bridgestone Diversified Products Poland Sp. z o.o., Żarów ,ul. Fabryczna 5  
300 kW ogrzewanie + chłodzenie 2 x Vitocal 300-G Pro BW2150



4. Wyższa Szkoła Prawa i Administracji, Rzeszów, ul Ceglana 14  
150 kW ogrzewanie 1 x Vitocal 300-G Pro BW2150





# Nowoczesne systemy grzewcze

3. Wielospecjalistyczny Szpital – Samodzielny Publiczny Zespół Opieki Zdrowotnej w Zgorzelcu, Sieniawka, ul. Rolnicza 25  
4 budynki x 250 kW ogrzewanie 4 x Vitocal 300-G Pro BW2250



5. Bianor Sp. z o.o. Białystok, ul. Myśliwska 18  
300 kW ogrzewanie/odzysk ciepła 2 x Vitocal 300-G Pro BW2150

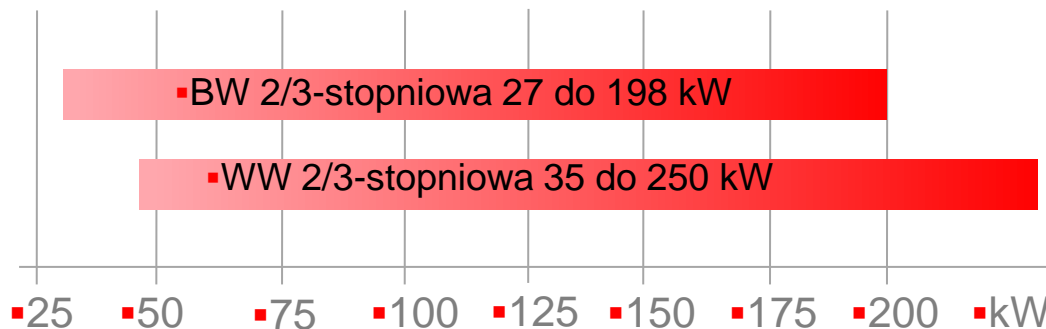


6. KÄRCHER ul. Stawowa 140 31-346 Kraków  
150 kW ogrzewanie + chłodzenie NC 1 x Vitocal 300-G Pro BW2150



### Cechy produktu

- Szeroki zakres mocy



- Pełny typoszereg do 200kW z temperaturami na zasilaniu do 73°C
- Możliwość regulacji instalacji chłodzenia ze zrzutem ciepła do gruntu lub chłodnicy
- Regulator Vitotronic PLC z wyświetlaczem dotykowym
- Dostępne z układem rozruchowym Part Winding lub elektronicznym Softstarterem
- Komunikacja ModBus/BacNet i LAN



■ Typ BW 352.A156

## VITOCAL 350-G Pro

Pompa ciepła solanka/woda 73°C



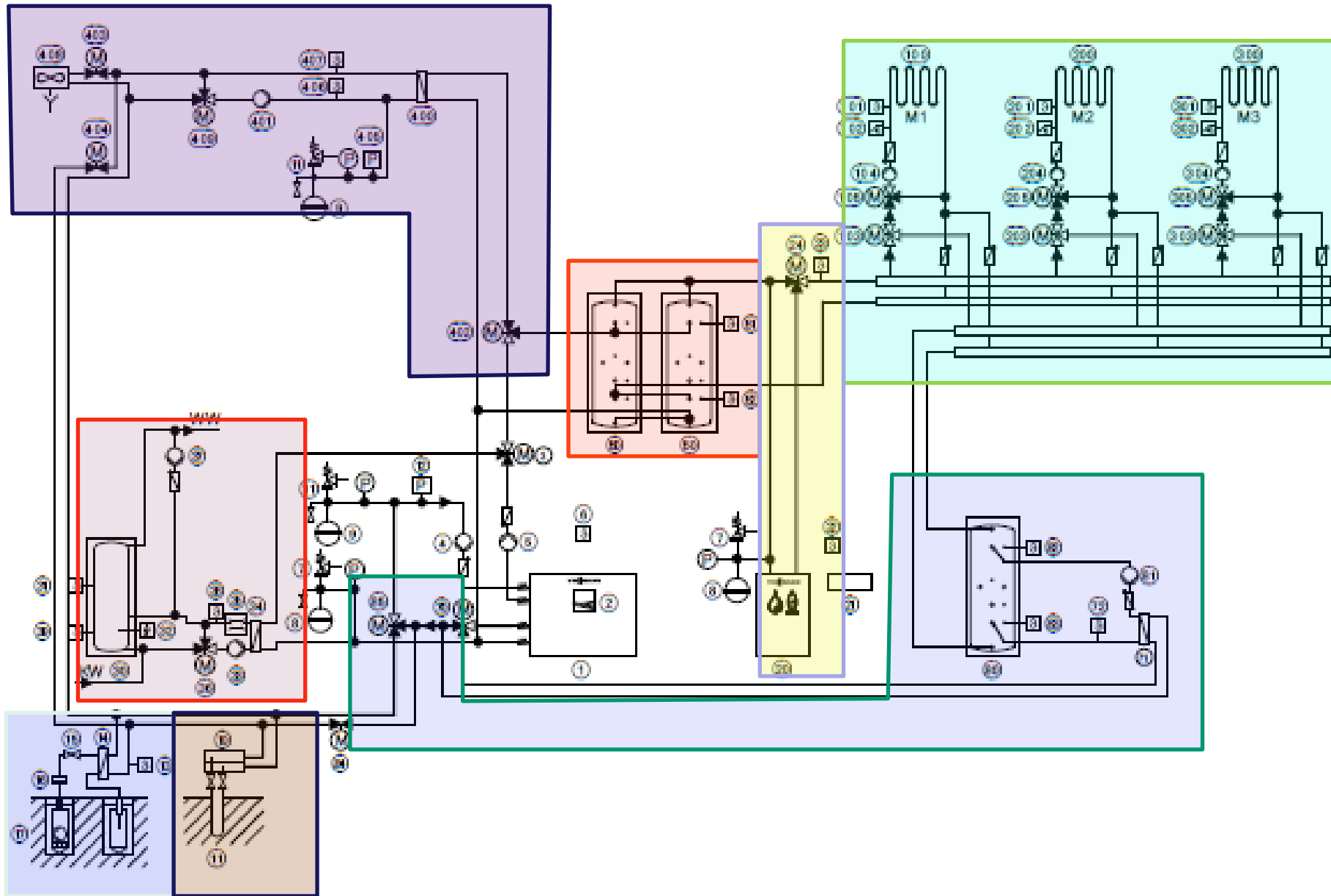
### Zalety produktu

- Dopuszczalne ciśnienie 6 bar – także dla wysokich budynków
- Szerokie możliwości zastosowania dzięki dużemu zakresowi temperatur: 70°C na zasilaniu możliwe przy temp. dolnego źródła - 2°C
- Niski poziom emisji akustycznej < 65 dB(A)
- Wąska konstrukcja umożliwiająca wstawienie przez drzwi 90 cm
- Wszystkie urządzenia testowane fabrycznie w warunkach pracy
- Elektroniczne zawory rozprężne
- Automatyka PLC SAIA – duże możliwości rozbudowy do specjalnych zastosowań
- Komunikacja ModBus / BacNet

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 350-G Pro

Seryjne pompy ciepła o mocy grzewczej 27 do 198 kW





# Nowoczesne systemy grzewcze

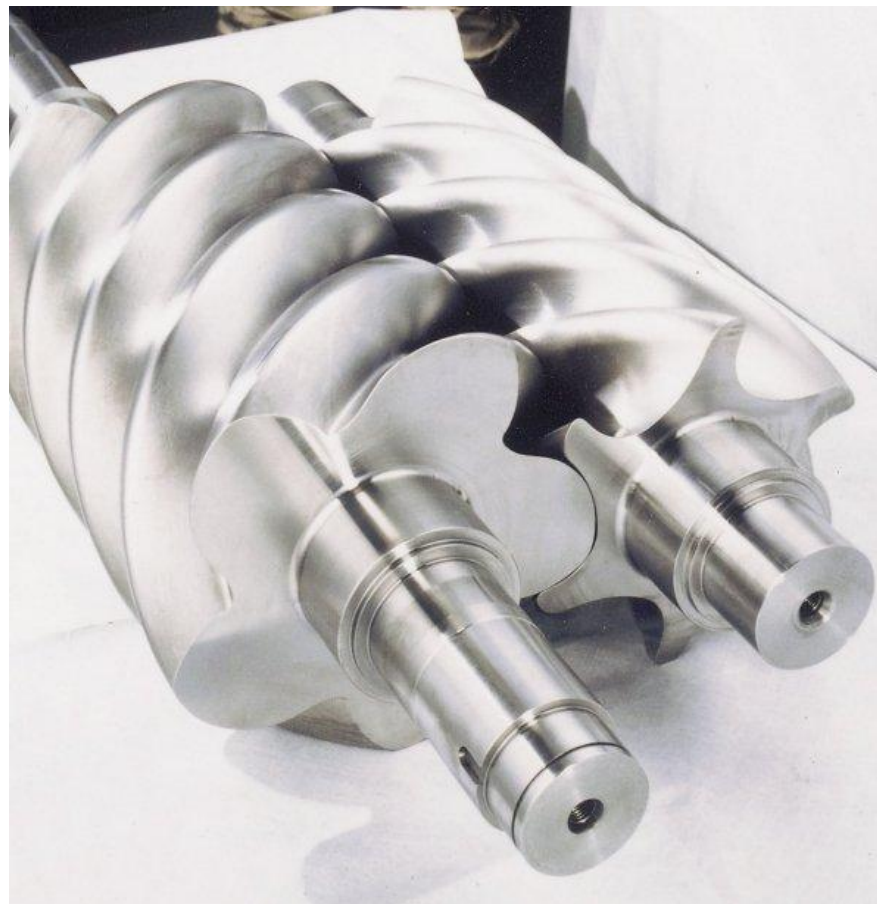
## Maszyny chłodnicze do 750 kW i pompy ciepła do 1100 kW

### KWTherm CMS1

- ▣ Chillery chłodzone wodą 110 do 750 kW
- ▣ R410a
- ▣ Sprężarki scroll

### KWTherm CMS2

- ▣ Pompy ciepła 230 do 1100 kW
- ▣ R134a
- ▣ Sprężarki śrubowe



# Nowoczesne systemy grzewcze

## ▪ Geotermia Mazowiecka Mszczonów

- Moc grzewcza 1 MW
- Czynnik chłodniczy R134a
- Dolne źródło - woda geotermalna 37°C
- Zasilanie - miejska sieć ciepłna 70°C





# Nowoczesne systemy grzewcze

Założenia/parametry techniczne

Dwustopniowa pompa ciepła powietrze –

woda w układzie splitu hydraulicznego

Czynnik R407C

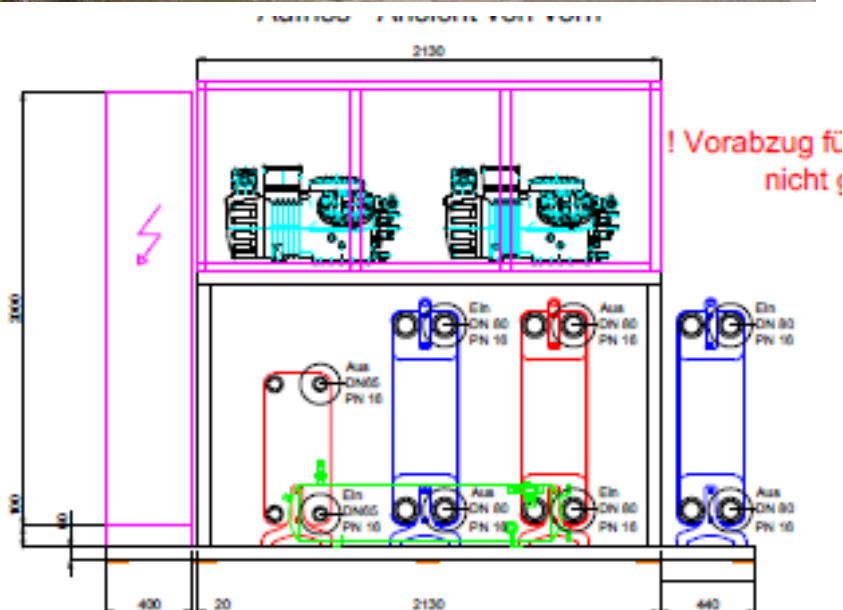
Wbudowany układ chłodzenia aktywnego

bez rewersji

Moc grzewcza A0W50 140 kW

Moc chłodnicza (AC) 220 kW

## Nagroda Roku SARP 2011



# Nowoczesne systemy grzewcze

## VITOCAL 300-G/W PRO

**VIESSMANN**

**VITOCAL**  
Pompy ciepła solanka/woda i pompy ciepła woda/woda  
jedno- i dwustopniowe, od 59 do 290 kW

Wytyczne projektowe



Pompy ciepła z napędem elektrycznym do ogrzewania i podgrzewu wody użytkowej w jedno- lub dwusystemowych instalacjach grzewczych.

Ze sterowanym pogodowo regulatorem pompy ciepła Vitotronic 200.

Temperatura na zasilaniu do 60°C

Dopuszczalne ciśnienie robocze: woda grzewcza 6 bar

### VITOCAL 300-G PRO

Typ BW 301.A090 do BW 302.A250

- Typ BW 301.A090 i BW 301.A120  
Jednostopniowa pompa ciepła solanka/woda.
- Typ BW 302.A090, BW 302.A120, BW 302.A150, BW 302.A180 i BW 302.A250  
Dwustopniowa pompa ciepła solanka/woda.

### VITOCAL 300-W PRO

Typ WW 301.A125 do WW 302.A300

- Typ WW 301.A125 i WW 301.A155  
Jednostopniowa pompa ciepła woda/woda.
- Typ WW 302.A125, WW 302.A155, WW 302.A200, WW 302.A250 i WW 302.A300  
Dwustopniowa pompa ciepła woda/woda.

Wskazówki projektowe

# Nowoczesne systemy grzewcze

Podstawowe wymagania techniczne

Pompa ciepła nie potrzebuje:

KOMINA

Magazynu paliwa

Stałej obsługi

Pompa ciepła **potrzebuje**:

Odpowiednie pomieszczenie

Zasilanie elektryczne

Odpowiednie odbiorniki ciepła

Dolne źródło

# Nowoczesne systemy grzewcze

Podstawowe wymagania techniczne

**Odpowiednie pomieszczenie:**

Wymiary / możliwość wprowadzenia urządzeń

np. 2-stopniowa pompa ciepła o mocy 1 MW:

gabaryt [mm]: 4500 / 2000 / 2000

ciężar pusty/rob. [kg] : 9300 / 10400

wymagana pojemność bufora : 12 m<sup>3</sup>



Izolacja akustyczna

przykładowy poziom mocy akustycznej: 75 dB(A)

# Nowoczesne systemy grzewcze

Podstawowe wymagania techniczne

## Zasilanie elektryczne

Parametry istniejącego przyłącza / możliwość rozbudowy

np. 2-stopniowa pompa ciepła o mocy 1 MW (zasilanie 3x400V):

prąd roboczy [A] : 506

prąd rozruchowy [A] : 2 x 586

## Odbiorniki ciepła

Wszystkie odbiorniki mogące pracować przy temperaturze zasilania do 55°C

np. ogrzewanie płaszczyznowe, grzejniki, promienniki sufitowe, wymienniki basenowe, nagrzewnice powietrza itp.

Jeżeli wymagane jest zasilanie powyżej 60°C – trzeba wziąć pod uwagę współpracę z drugim źródłem ciepła



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Podstawowe wymagania techniczne

### Dolne źródło - przykłady dla 1MW

1. Wymiennik gruntowy poziomy - nie ma zastosowania w dużych pompach ciepła

wymagana powierzchnia 4-5 ha

koszt 1 mln zł

2. Wymiennik gruntowy pionowy - często jedyne dostępne źródło, ale najdroższy w wykonaniu

łączna długość odwiertów 17,5 km

wymagana powierzchnia przy 175 x 100m = 1,4 ha

koszt 1,7 mln zł

3. Woda gruntowa (powierzchniowa) – dobry nośnik ciepła, ale rzadko dostępny

wymagany przepływ (woda gruntowa) 240 m<sup>3</sup>/h



# Nowoczesne systemy grzewcze

Podstawowe wymagania techniczne

Dolne źródło - przykłady dla 1MW

4. Powietrze – zawsze dostępne, ale niekorzystne parametry: pompa ciepła pracuje efektywnie przy temperaturach zewnętrznych  $> +5^{\circ}\text{C}$ , a poniżej  $-5^{\circ}\text{C}$  powinna się wyłączyć.

Wymagany przepływ  $350.000 \text{ m}^3/\text{h}$   
Konieczność rozmieszczenia chłodziw wentylatorowych (dry-coolerów)





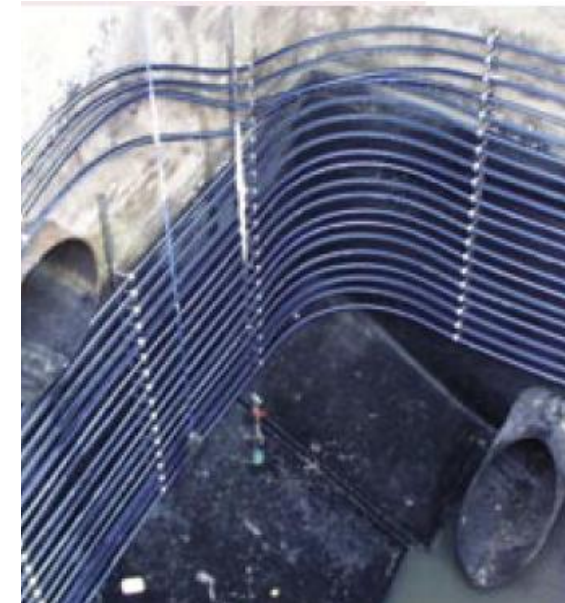
# Nowoczesne systemy grzewcze

Podstawowe wymagania techniczne

Dolne źródło - przykłady dla 1MW

5. Ciepło odpadowe – najkorzystniejsze dolne źródło: darmowe, często o temperaturze przekraczającej  $+20^{\circ}\text{C}$  = wysoka sprawność układu

Ciepło technologiczne, ścieki (oczyszczalnie, baseny), wentylacja, klimatyzacja



# Nowoczesne systemy grzewcze

Jaka pompa ciepła



Urządzenie „szyte” na miarę

?



Kaskada seryjnych urządzeń

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Jaka pompa ciepła



„Sprawność”  
(COP)

Najwyższa z możliwych, dzięki  
dużym sprężarkom i optymalizacji  
do układu

PC 800 kW – COP(B0W35) = 4,74

Dobra sprawność w warunkach  
normatywnych

PC 80 kW – COP(B0W35) = 4,3

Pole pracy

Możliwe temperatury zasilania  
powyżej 70°C

Temperatury do 55°C

Niezawodność

Dzięki wysokiej jakości  
podzespołów

Dzięki wysokiej jakości  
podzespołów i dużemu  
zestopniowaniu mocy

Uniwersalność

Możliwość przystosowania do  
każdych wymagań – ogrzewanie,  
chłodzenie, podgrzew c.w.u.

Wszystkie funkcje dodatkowe  
muszą być realizowane  
zewnętrznie, CICHĄ PRACĄ

Ustawność

Kompaktowe gabaryty, wysoki  
ciężar urządzeń

Łatwe wstawienie dzięki niewielkim  
modułom, wymagana duża  
powierzchnia

Cena

Stosunkowo wysoka dla małych  
mocy, atrakcyjna powyżej 300 kW

Niższe koszty inwestycyjne dla  
kaskad do 4 urządzeń

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zastosowania



### Funkcje

Systemy ogrzewania mono i multiwalentne, chłodzenie NC i AC, ciepło technologiczne, podgrzew c.w.u.

Systemy ogrzewania mono i multiwalentne

### Dolne źródło

Grunt, woda gruntowa i powierzchniowa, powietrze, ciepło odpadowe: ścieki, wentylacja, chłodziwa

Przede wszystkim wymienniki gruntowe, woda gruntowa

### Odbiór ciepła

Ogrzewanie powierzchniowe, grzejnikowe, nadmuchowe, promienniki, sieci, kombinowane

Układy niskotemperaturowe, głównie ogrzewanie powierzchniowe



# Nowoczesne systemy grzewcze

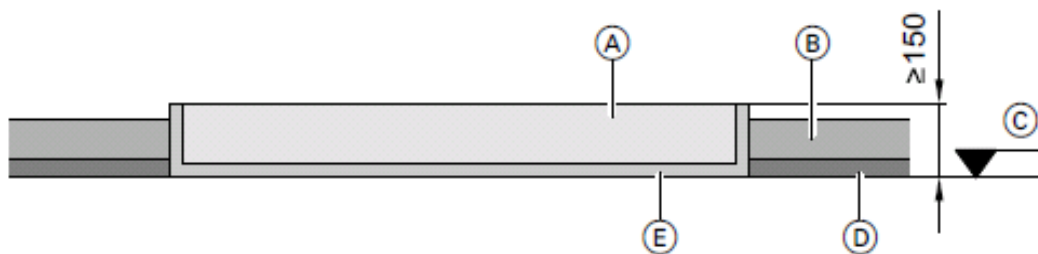
## Ustawienie Vitocal 300-G Pro

Czynnik chłodniczy	Praktyczna wartość graniczna w kg/m <sup>3</sup>
R 407 C	0,31
R 410 A	0,44
R 134 A	0,25

Przy zastosowaniu danego czynnika chłodniczego i na podstawie określonych objętości napełniania można określić następujące minimalne kubatury pomieszczenia:

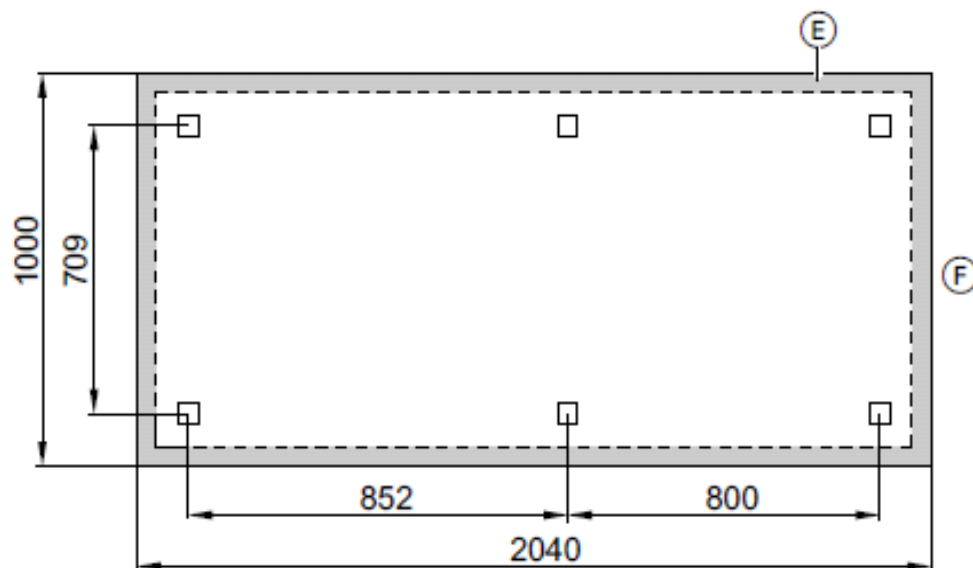
Vitocal	Czynnik chłodniczy	Ilość czynnika (napełnienie) w litrach	Minimalna kubatura pomieszczenia w m <sup>3</sup>
<b>300-G Pro</b>			
BW 301.A090	R410A	23,5	54
BW 301.A120	R410A	29,9	68
BW 302.A090	R410A	23,0	53
BW 302.A120	R410A	29,5	68
BW 302.A150	R410A	34,5	86
BW 302.A180	R410A	45,0	103
BW 302.A250	R410A	60,5	141
<b>300-W Pro</b>			
WW 301.A125	R410A	18,4	42
WW 301.A155	R410A	21,4	49
WW 302.A125	R410A	18,5	42
WW 302.A155	R410A	21,2	49
WW 302.A200	R410A	25,8	59
WW 302.A250	R410A	28,3	65
WW 302.A300	R410A	31,8	73

# Nowoczesne systemy grzewcze



- (A) Beton B25, zbrojony
- (B) Struktura posadzki jastrych
- (C) Górna krawędź posadzki surowej
- (D) Izolacja akustyczna zgodnie z rozporządzeniami
- (E) Warstwa dźwiękochłonna wytrzymała na ściskanie, ok. 10 do 20 mm

Typ BW 302.A150, WW 301.A125, WW 301.A155, WW 302.A125 i WW 302.A155

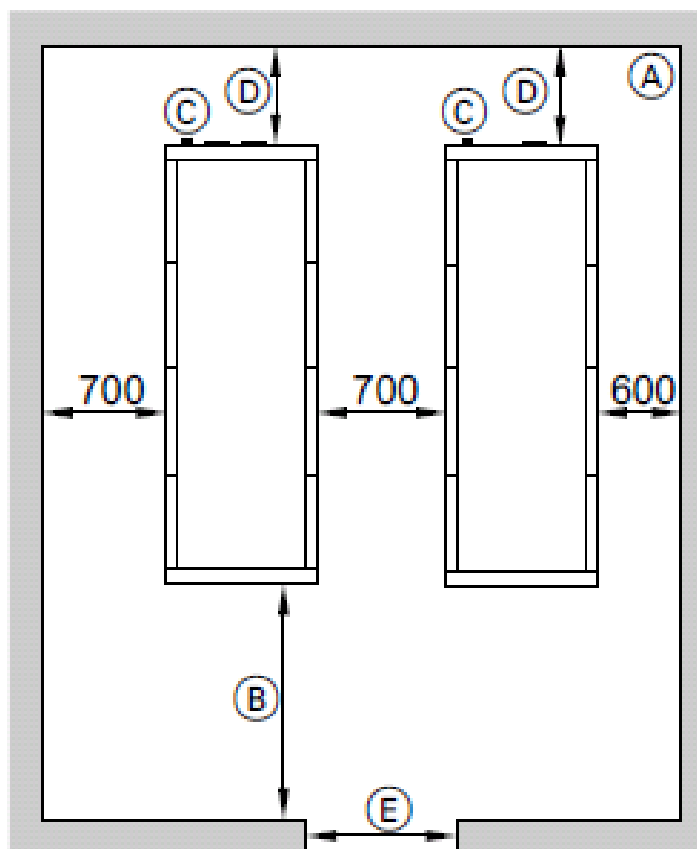
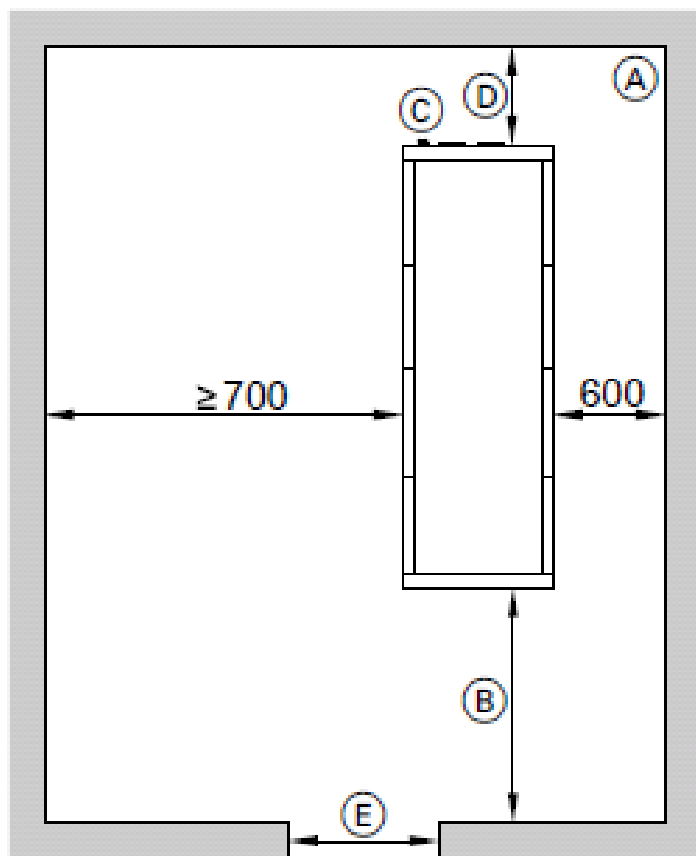


- (E) Warstwa dźwiękochłonna wytrzymała na ściskanie, ok. 10mm
- (F) Przednia ściana pompy ciepła

## Wykonanie fundamentu

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Ustawienie Vitocal 300-G Pro



ⓑ Wolna przestrzeń na potrzeby prac instalacyjnych i konserwacyjnych (np. demontażu i czyszczenia rurowych wymienników ciepła)

- Typ BW:  
 $\geq 500$  mm
- Typ WW:  
 $\geq 2\,000$  mm

- ⓓ
- W przypadku stosowania hydraulicznego przyłącza wyposażenia dodatkowego (zestaw przyłączeniowy 2½" lub 3"):  
 $\geq 1\,000$  mm
  - Pozostałe przyłącza hydrauliczne:  
 $\geq 600$  mm
- ⓔ
- Bez elementów obudowy dźwiękochłonnej (części bocznych):  
 $\geq 855$  mm

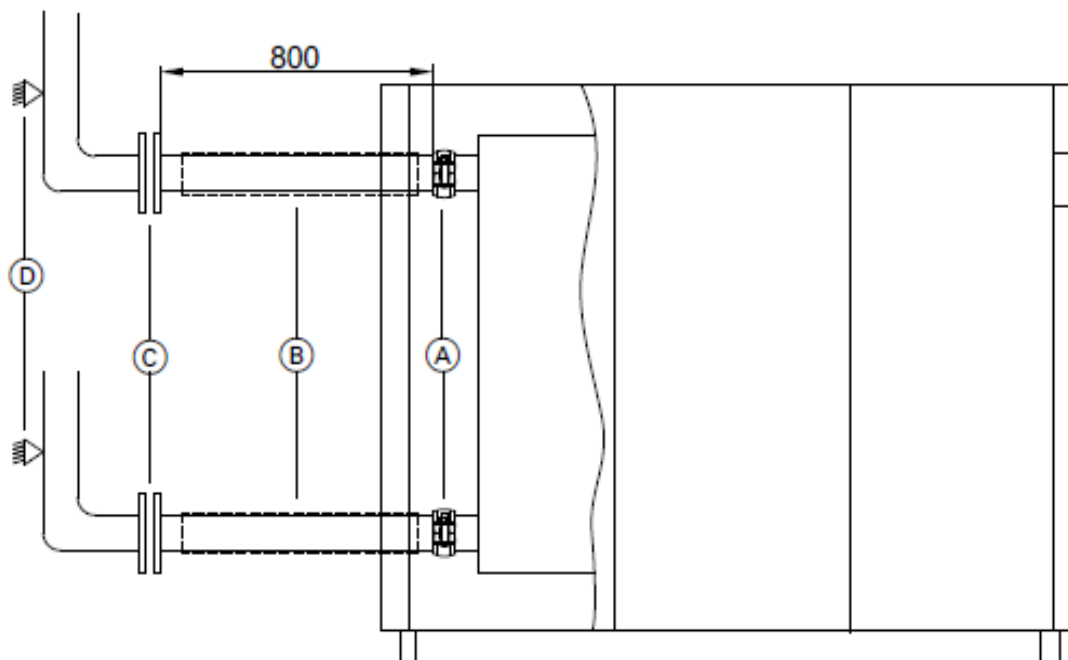
# Nowoczesne systemy grzewcze

## Podłączenie hydrauliczne Vitocal 300-G Pro

Identyczne średnice i rozstaw przyłączy hydraulicznych dla całego typoszeregu

Strona pierwotna 3"

Strona wtórna 2 1/2"

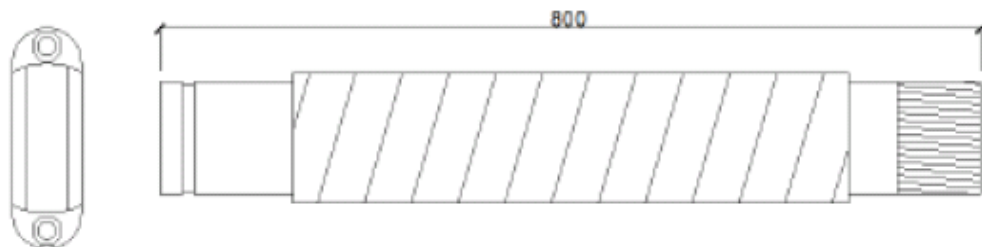


### Zestaw przyłączeniowy 2 1/2"

Nr zam. Z011173

W zakres dostawy wchodzi:

- dwa przewody przyłączeniowe z elementami izolacji akustycznej, długość konstrukcyjna 800 mm
- przyłączy pompy ciepła Victaulic 2 1/2"
- przyłączy gwintowe sieci grzewczej 2 1/2"
- dwa złącza Victaulic, typ 177 2 1/2"



**UWAGA!**

Dopuszczalne nadciśnienie robocze **3 bar**

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Podłączenie hydrauliczne Vitocal 300-G Pro

### Zestaw przejściowy Victaulic 3" na kołnierz

Nr zam. Z011178

Do przyłączenia pompy ciepła do źródła dolnego

Maksymalne ciśnienie robocze 10 bar

Materiał: stal

Długość konstrukcyjna: 300 mm

Przyłącze pompy ciepła: Victaulic 3"

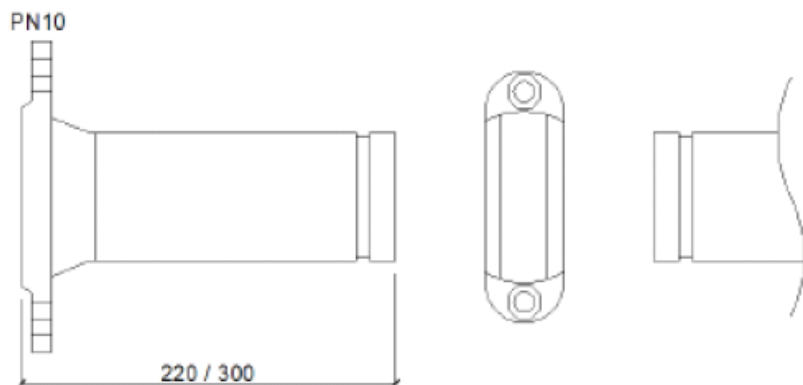
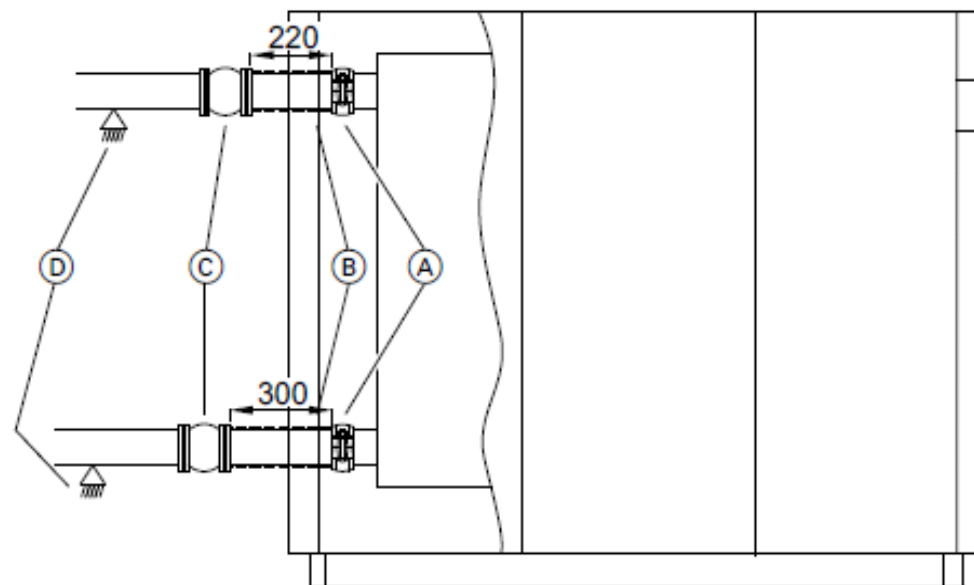
Przyłącze sieci grzewczej: kołnierz DN 80 PN 10

W zakres dostawy wchodzi:

- króciec przejściowy Victaulic/kołnierz i złącze Victaulic typu 177 elastyczne 3" (88,9 mm)

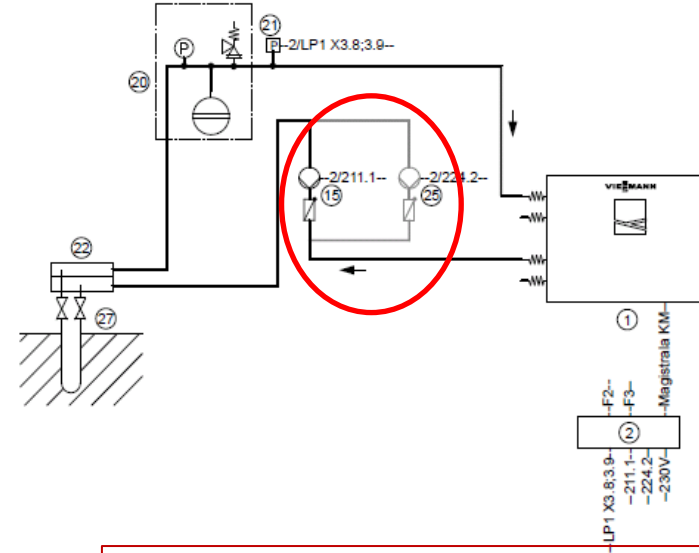
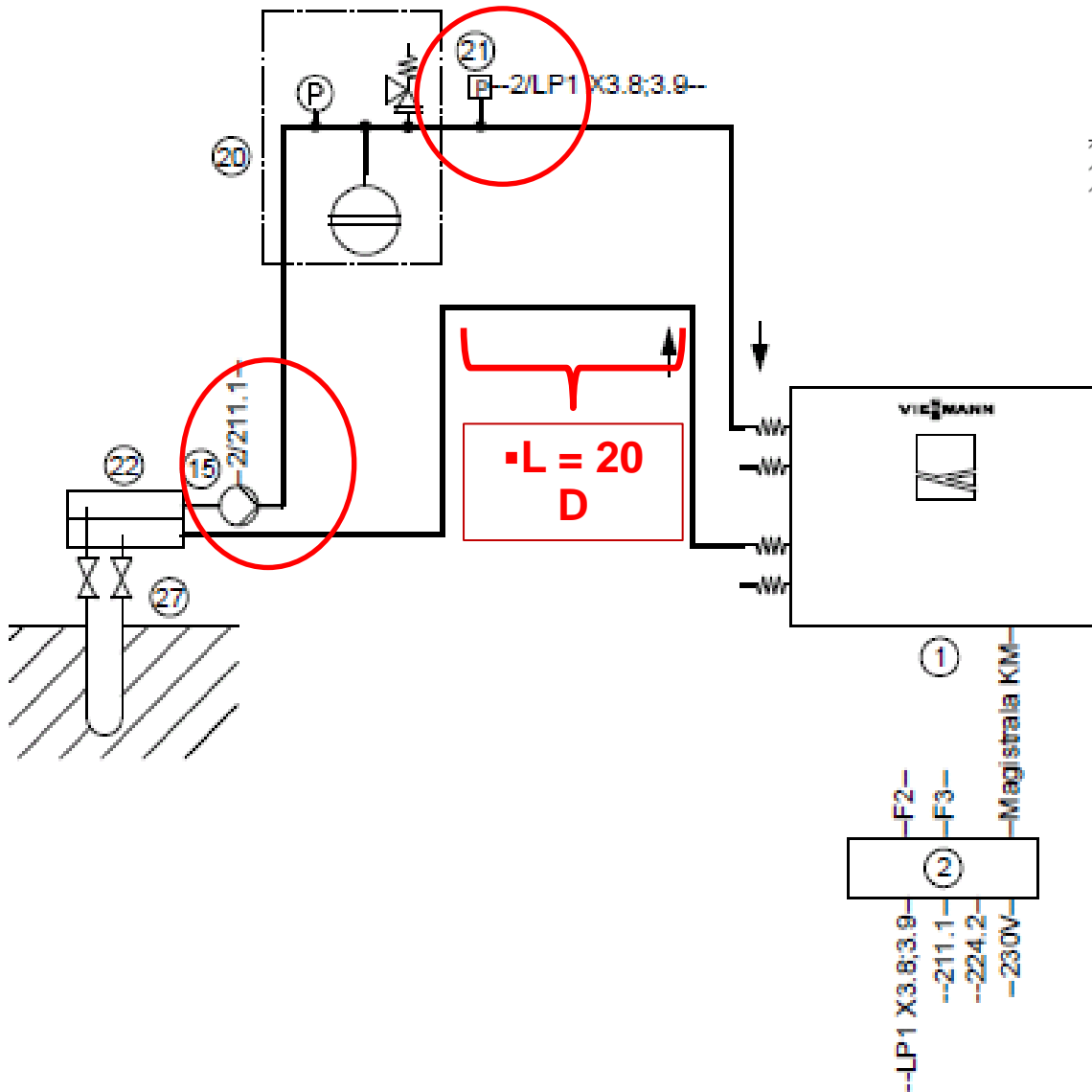
Zastosowanie króćców przyłączeniowych wymaga zawsze zainstalowania kompensatorów do odizolowania wibracji.

Na jedną pompę ciepła należy zamówić 2 zestawy przejściowe



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro podłączenie dolnego źródła



### WAŻNE!

- **Konieczny** filtr na wejściu do parownika pompy ciepła.
- **Zalecany** separator powietrza na obiegu solanki
- **Zalecany** prosty odcinek rurociągu do pomiaru przepływu o długości 20 D



# Nowoczesne systemy grzewcze

Eksploatacja: solanka-woda

Typ BW	jednostopniowa			dwustopniowa				
	301.A090	301.A120	302.A090	302.A120	302.A150	302.A180	302.A250	
Dane dotyczące mocy wg EN 14511 (B0/W35, różnica 5 K)								
Znamionowa moc cieplna	kW	93	121	89,4	117,2	150	182	240
Wydajność chłodnicza	kW	74,5	96,4	72	93,8	120,1	145,4	191,4
Pobór mocy elektrycznej	kW	19,5	24,8	18,3	24,4	31,9	39,6	50,4
Stopień efektywności • (COP)		4,77	4,83	4,88	4,8	4,70	4,60	4,76
Solanka (obieg pierwotny)								
Pojemność	l	33,0	42,0	33,0	42,0	55,2	69,0	89,4
Znamionowy przepływ objętościowy wg EN 14511	l/h	24500	31700	24000	31300	39500	47800	62900
Min. przepływ objętościowy (przy różnicy 5 K)	l/h	15000	19000	14500	18800	24000	30000	39000
Opór przepływu	mbar	120	120	120	120	130	140	180
Maks. temperatura na zasilaniu	°C	20	20	20	20	20	20	20
Min. temperatura na zasilaniu	°C	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
Woda grzewcza (obieg wtórny)								
Pojemność	l	22,7	28,7	22,7	28,7	38,7	53,5	57,1
Znamionowy przepływ objętościowy	l/h	16000	21000	15400	20300	25800	31400	41400

- Przepływ nominalny
- $dT = \text{ca } 3K$

- Przepływ minimalny!

na

Pompy pierwotne, patrz od strony 37 wersja H = min. 4 m, zabezpieczenie przed zamarzaniem 30%

Pompy obiegowe o wysokiej sprawności:							
- Wilo Stratos 40/1-12 PN 6/10	9566231	2 X					
- Wilo Stratos 50/1-10 PN 6/10	7439 061	X*					
- Wilo Stratos 50/1-12 PN 6/10	9566 234	X	2 X	2 X			
- Wilo Stratos 65/1-9 PN 6/10	9566 235			2 X	2 X		
- Wilo Stratos 65/1-12 PN 6/10	7439 050	X	X	X	2 X	2	
- Wilo Stratos 80/1-12 PN 6	7439 051		X	X	X	2 X <sup>2</sup>	
- Wilo Stratos 80/1-12 PN 10	7439 052				X	2 X <sup>2</sup>	
- Wilo Stratos 100/1-12 PN 6	7439 053					2 X <sup>2</sup>	
- Wilo Stratos 100/1-12 PN 10	7439 054					2 X <sup>2</sup>	

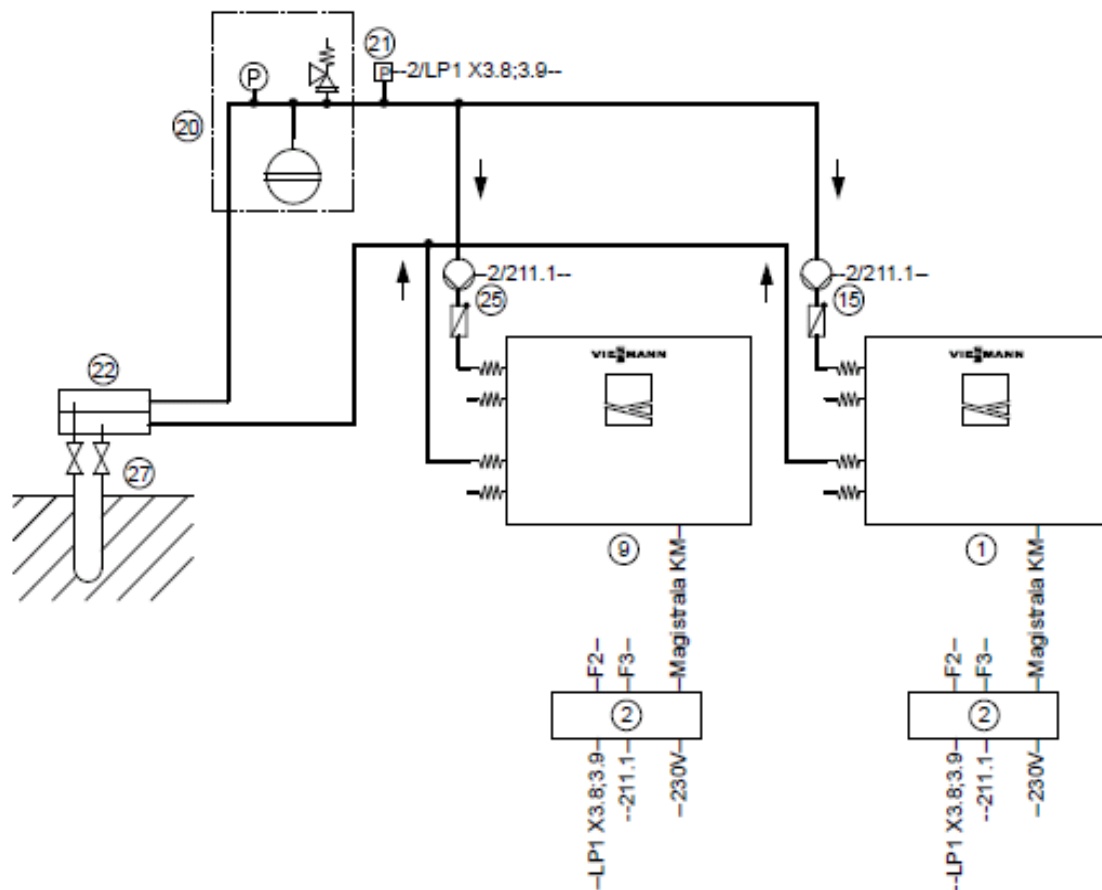
▪ Dobór wstępny

▪ **WAŻNE!**

- Konieczny dobór pompy dolnego źródła na podstawie sumy oporów oporów dla przepływu nominalnego.

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro połączenie dolnego źródła



**UWAGA na przepływy przy kilku pompach pracujących w kaskadzie**

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Zbiorniki buforowe Vitocal 300-G Pro

Wymiarowanie bufora:

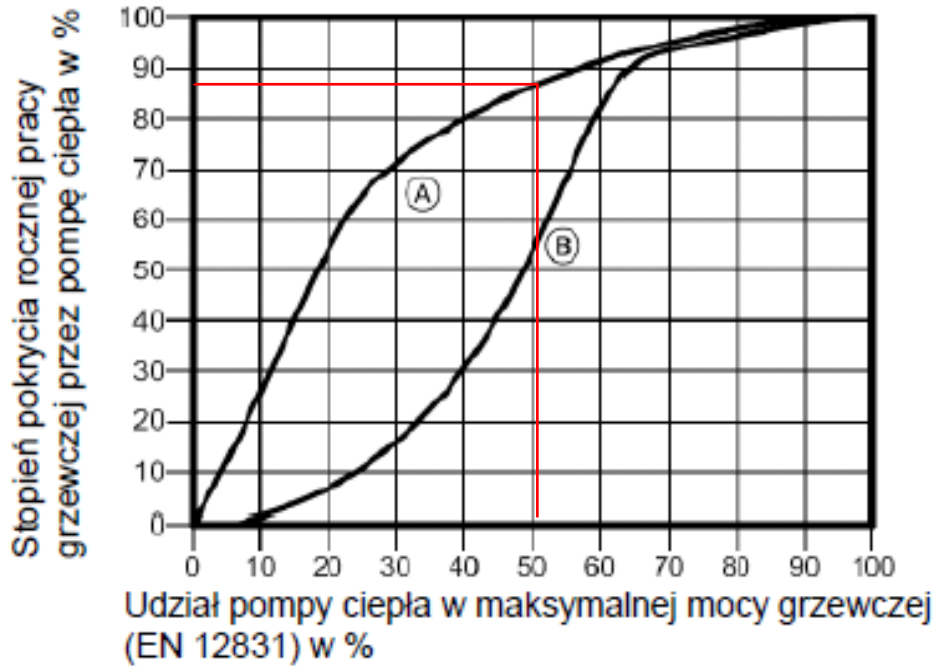
**25 litrów na 1 kW** mocy grzewczej największego stopnia mocy

**Ważne:** Odpowiednie średnice króćców zbiornika buforowego (min. 2 1/2"). Uwzględnić spadki ciśnienia w buforze.

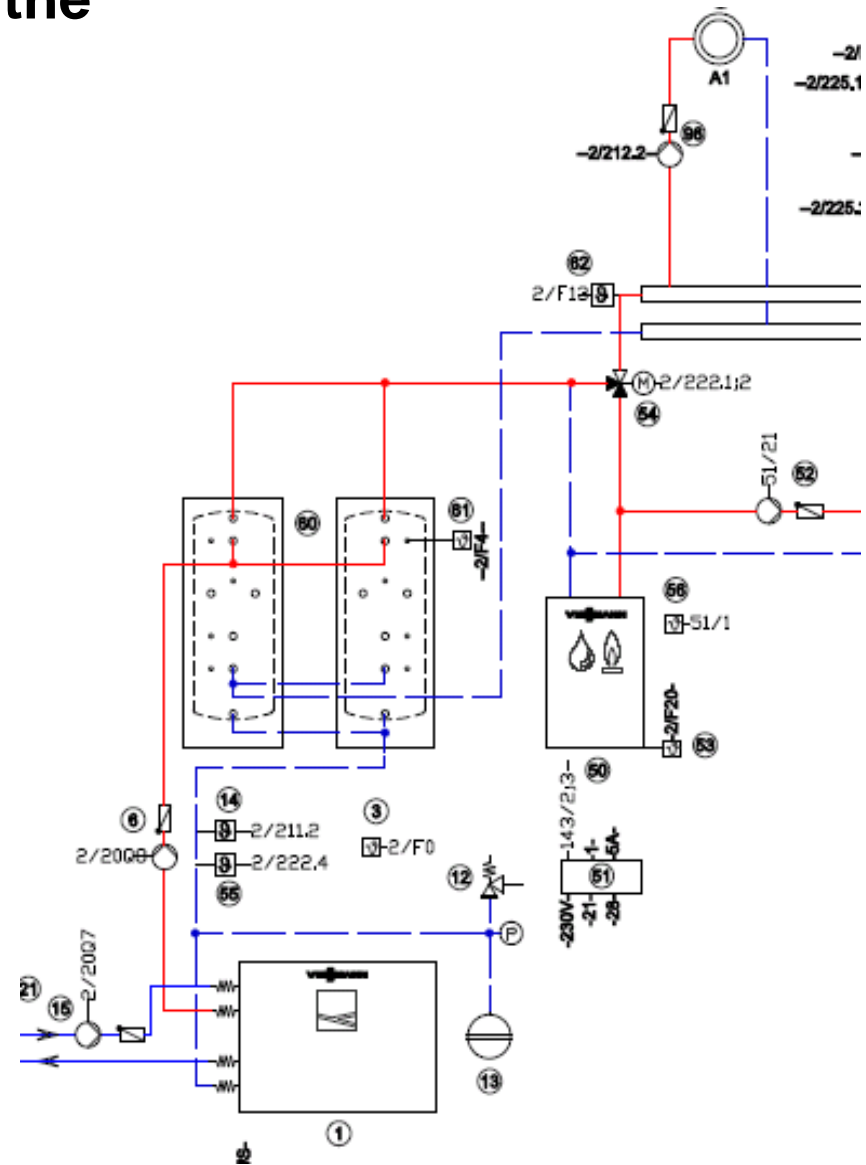
Zakres mocy	Króćce zbiornika buforowego min.
120 kW	2 1/2" / DN 65
200 kW	3" / DN 80
300 kW	DN 100

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro - układy biwalentne

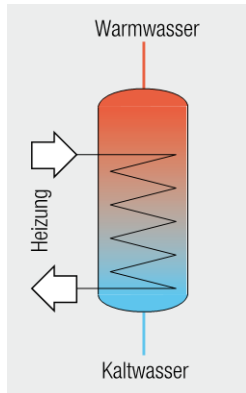


**Układ hydrauliczny powinien minimalizować wpływ drugiego źródła ciepła na pracę pompy ciepła**



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Przygotowanie C.W.U. – warianty

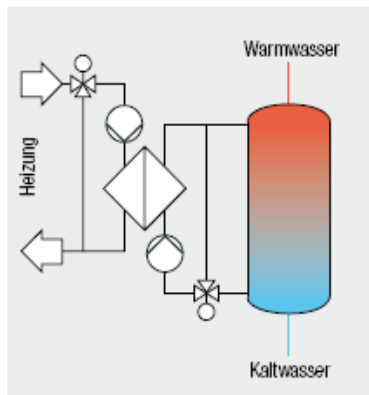


### Pojemnościowy podgrzewacz c.w.u.

Moc ograniczona powierzchnią wężownicy (ca 0,25 m<sup>2</sup> / kW)

Trudność osiągnięcia temperatur c.w.u. > 50°C

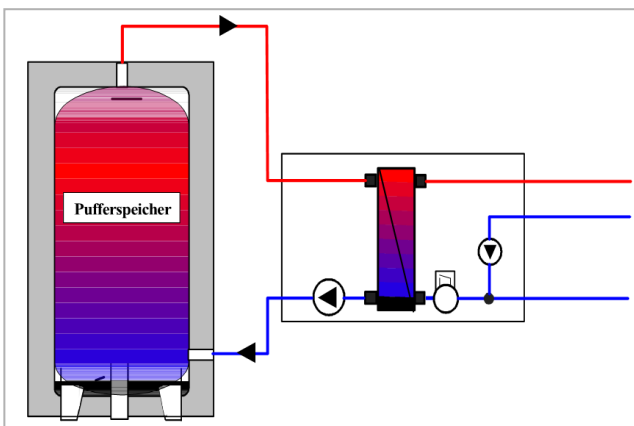
Trudność w określeniu nadatku mocy na c.w.u.



### Zasobnik c.w.u.

Optymalizacja mocy i pojemności

j.w. konieczne wygrzewanie antybakteryjne



### Podgrzewanie przepływowe

Niepotrzebny zasobnik c.w.u.

Łatwość łączenia różnych źródeł ciepła (wspomaganie solarem)

Nie występują problemy z kamieniem kotłowym

Nie ma zagrożenia legionellą (niepotrzebne wygrzewanie antybakteryjne)

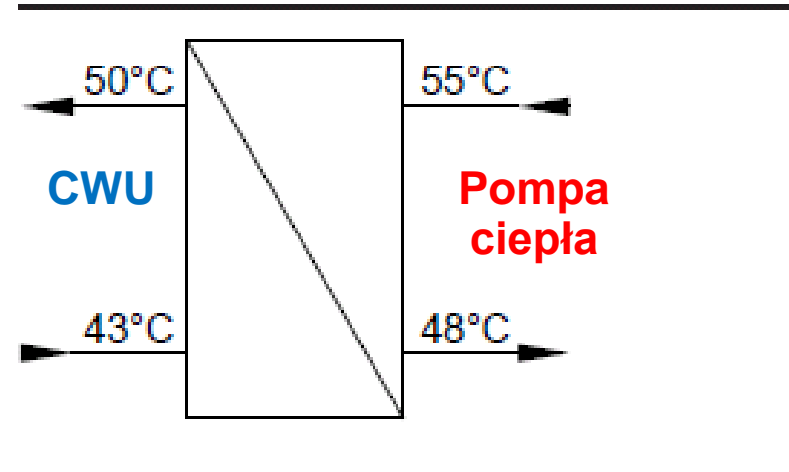
# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro – podgrzew c.w.u. Dobór wymiennika

### Wybór systemu ładowania podgrzewacza

#### Podgrzewacz

Podgrzewacze należy dobierać odpowiednio do występujących przepływów objętościowych. Ze względu na wysoką moc minimalna pojemność nie powinna być mniejsza niż 1500 litrów. Zaleca się ładowanie za pomocą lancy. Przy poniższych założeniach projektowych osiągnięta średnia temperatura wody w podgrzewaczu wynosi ok. 45°C.







# Nowoczesne systemy grzewcze

## Chłodzenie pompami ciepła

### 1. Natural Cooling (NC)

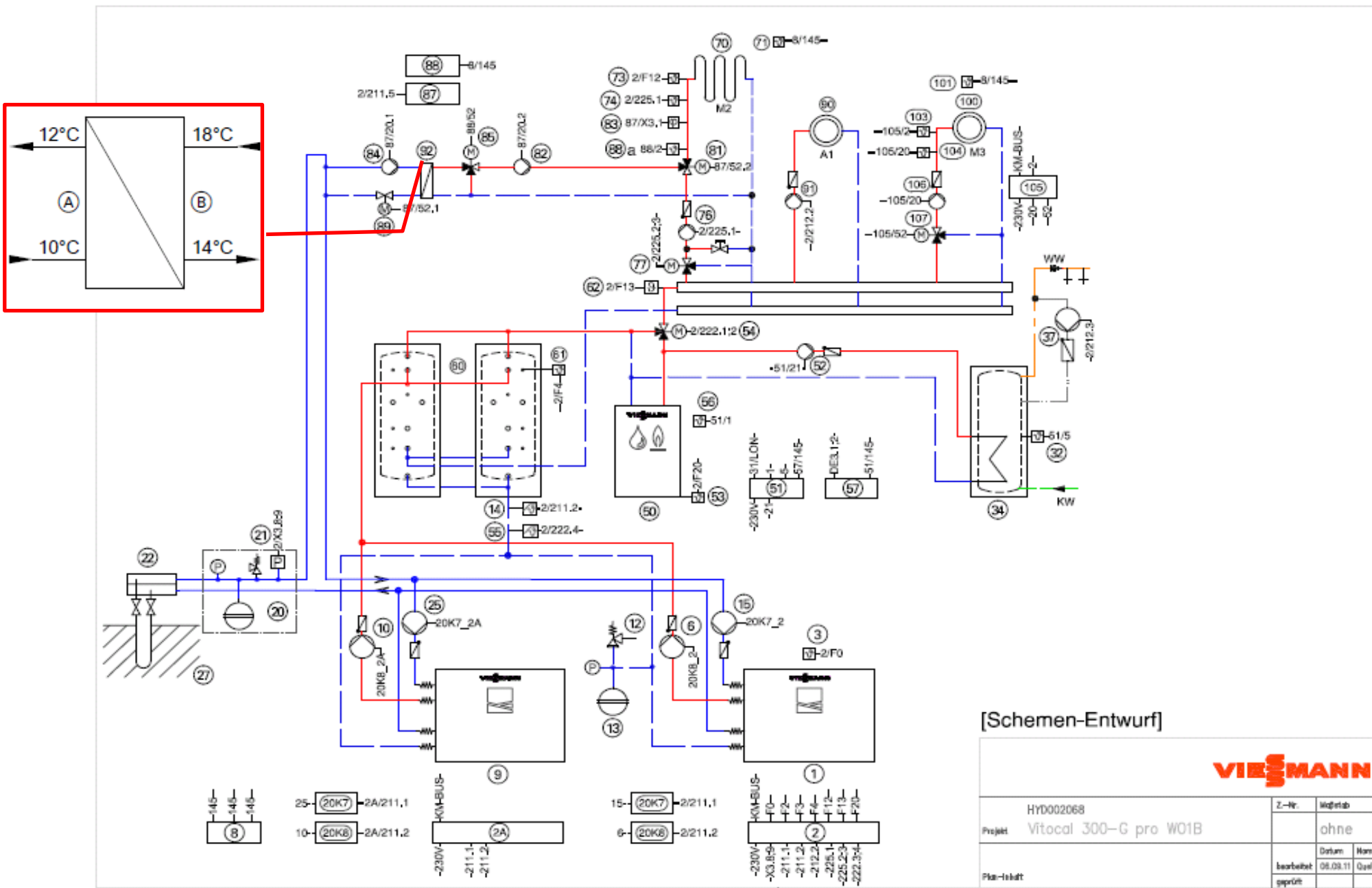
- Chłodzenie wykorzystujące niską temperaturę dolnego źródła ciepła (grunt, woda gruntowa)
- Efekt uzyskiwany praktycznie za darmo – pracują tylko pompy obiegowe, pompa ciepła jest wyłączona
- Zazwyczaj stosowane w układach 18/22°C, chłodzenie jest realizowane przez układy grzewcze typu ogrzewanie podłogowe, sufitowe lub ściennie.

### 2. Active Cooling (AC)

- Chłodzenie wymuszone pracą pompy ciepła **NIE** przez odwrócenie obiegu chłodniczego.
- Uzyskiwana moc i sprawność pompy ciepła zazwyczaj wyższa niż w trybie ogrzewania
- Najczęściej parametry 6/12°C. Odbiornikami chłodu są klimakonwektory, belki chłodzące lub centrale klimatyzacyjne
- Moc odprowadzana do dolnego źródła zawsze wyższa niż moc odbierana w trybie grzania. Dlatego dolne źródło musi być dobrane dla trybu chłodzenia, lub stosuje się dodatkowe urządzenia dla zrzutu ciepła – chłodnie wentylatorowe

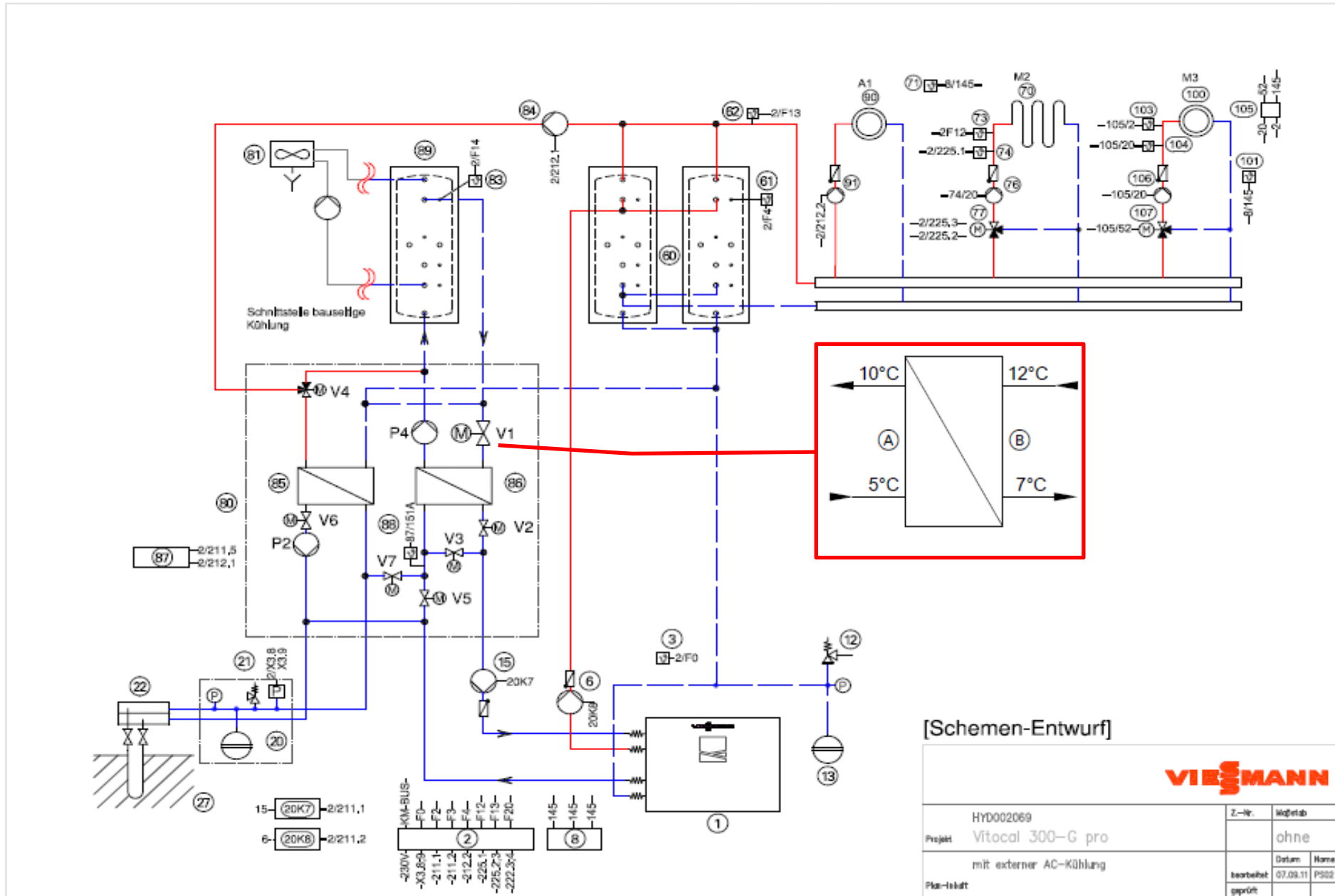
# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro - przykładowy schemat NC



# Nowoczesne systemy grzewcze

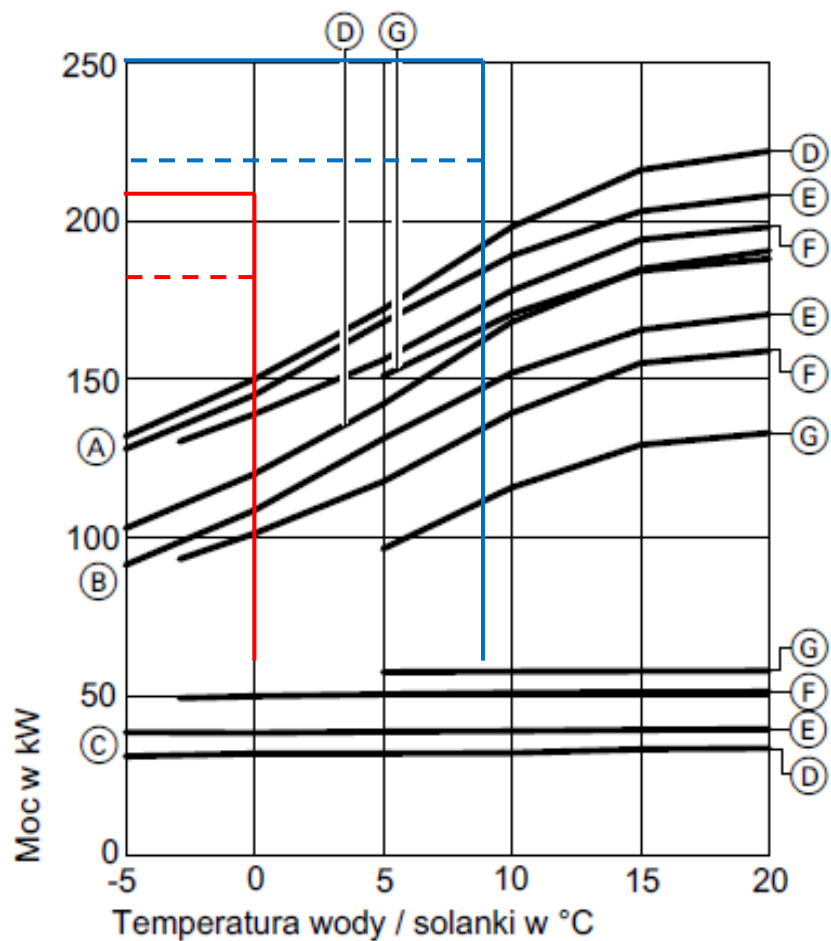
## Vitocal 300-G Pro - przykładowy schemat AC



# Nowoczesne systemy grzewcze

## Vitocal 300-G Pro - praca AC

Typ BW 302.A150



Pompa ciepła Vitocal 300-G Pro BW302.A150

Ogrzewanie (B0W35)

Moc grzewcza 150 kW  
Moc chłodnicza 120 kW

Chłodzenie 12/7 (B8W35)

Moc grzewcza 190 kW  
Moc chłodnicza 155 kW

- (A) Moc grzewcza
  - (B) Wydajność chłodnicza
  - (C) Pobór mocy elektrycznej
  - (D)  $T_{HV} = 35^\circ\text{C}$
  - (E)  $T_{HV} = 45^\circ\text{C}$
  - (F)  $T_{HV} = 55^\circ\text{C}$
  - (G)  $T_{HV} = 60^\circ\text{C}$
- $T_{HV}$  Temperatura na zasilaniu obiegu grzewczego

# Nowoczesne systemy grzewcze

## Przykład analizy ekonomicznej

Dane	UKŁAD 0 Kotłownia olejowa 100%	UKŁAD nr 1 Pompa ciepła 140 kW + Kotłownia olejowa	UKŁAD nr 2 Pompa ciepła 160 kW + Kotłownia olejowa	UKŁAD nr 3 Pompa ciepła 210 kW + Kotłownia olejowa	
Zapotrzebowanie mocy	340	340	340	340	kW
Zapotrzebowanie energii roczne na c.o. + c.w.u.	1 089 912	1 089 912	1 089 912	1 089 912	kWh/rok
1 GJ = 277,8 kWh	3 923	3 923	3 923	3 923	GJ/rok
cena oleju opałowego	brutto 3,81	3,81	3,81	3,81	zł/l
koszt wytworzenia 1 kWh z kotłowni olejowej	brutto 0,31	0,31	0,31	0,31	zł/kWh
opłata uśredniona za energię elektryczną	brutto 0,34	0,34	0,34	0,34	zł/kWh
<b>Układ pracy</b>	monowalentny	biwalentny równoległy	biwalentny równoległy	biwalentny równoległy	
Założone COP pompy ciepła c.o.		3,5	3,5	3,5	
Moc grzewcza pompy ciepła		140	160	210	kW
Udział pompy ciepła w bilansie mocy		41%	47%	62%	
Udział pompy ciepła w bilansie energii		80%	85%	92%	
Ilość energii dostarczanej przez pompę ciepła	0	871 930	926 426	1 002 719	kWh/rok
Ilość energii dostarczonej z kotłowni	1 089 912	217 982	163 487	87 193	kWh/rok
Ilość energii elektrycznej		249 123	264 693	286 491	kWh/rok
Ilość energii z gruntu		622 807	661 733	716 228	kWh/rok
czas pracy pomp ciepła		6228	5790	4775	h/rok
Ilość energii z 1 m odwiertu max.		100,00	100,00	100,00	kWh/rok
Moc chłodnicza pompy ciepła		120,00	145,00	190,00	kW
Łączna długość sond gruntowych		2 667	3 222	4 222	m
Łączna ilość odwiertów		27	32	42	szk. 100m
<b>Nakład inwestycyjny</b>					
koszt kotłowni					zł
koszt odwiertów (150 zł/mb)		400 000,00	483 333,00	633 333,00	zł
koszt instalacji pompy ciepła		283 000,00	315 000,00	408 000,00	zł
koszt instalacji solarnej	-		-		
Koszt układu NC				-	zł
Koszt inwestycji	-	683 000,00	798 333,00	1 041 333,00	zł
Różnica w kosztach inwestycji	-	683 000,00	798 333,00	1 041 333,00	zł
<b>Koszty eksploatacji</b>					
energia elektryczna		134 526,32	142 934,22	154 705,27	zł/rok
koszt ciepła z kotłowni	336 160,11	67 232,02	50 424,02	26 892,81	zł/rok
koszt roczny ogrzewania	336 160,11	201 758,35	193 358,24	181 598,08	zł/rok
Koszt jednostkowy energii cieplnej	0,31	0,19	0,18	0,17	zł/kWh
Koszt jednostkowy energii cieplnej	85,68	51,42	49,28	46,29	zł/GJ
oszczędność		134 401,76	142 801,87	154 562,03	zł/rok
		40,0%	42,5%	46,0%	
<b>SPBT</b>	W stosunku do kotłowni olejowej				
Poziom dofinansowania	0%	5,1	5,6	6,7	lat
	30%	3,6	3,9	4,7	lat
	50%	2,5	2,8	3,4	lat
	70%	1,5	1,7	2,0	lat



# Nowoczesne systemy grzewcze

**Dziękuję za uwagę**