

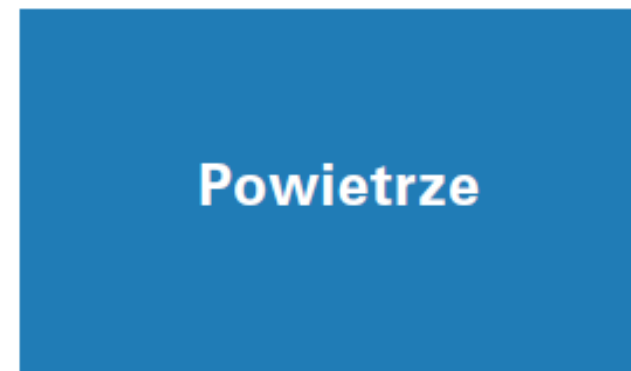
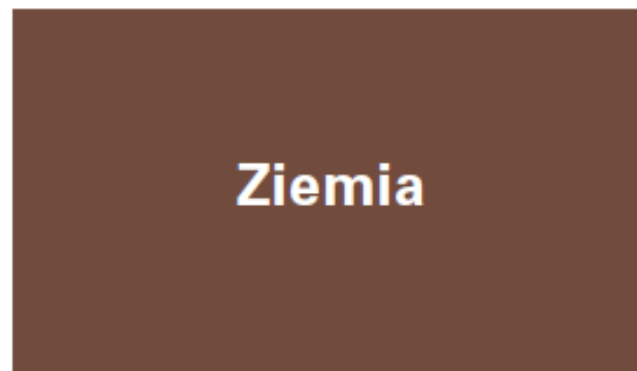
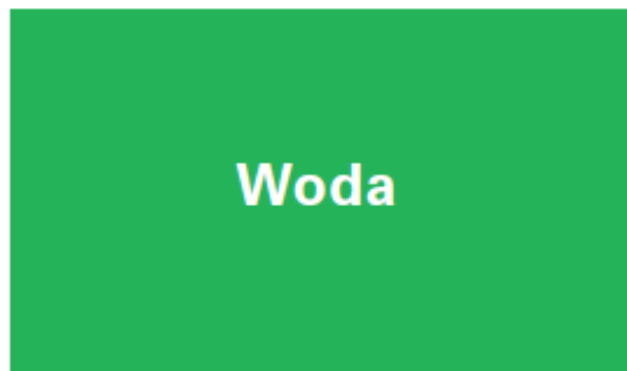
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła



Woda / Woda
10°C / 35°C

Solanka / woda
0°C / 35°C

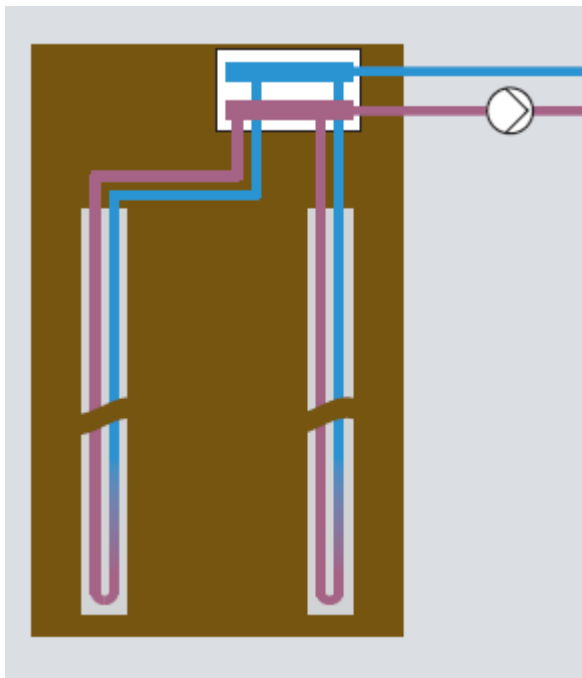
Powietrze / Woda
2°C / 35°C
7°C / 35°C
-7°C / 35°C
grzanie COP

35°C / 18°C
35°C / 7°C
chłodzenie EER

Parametry wg normy PN-EN 14 511

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła



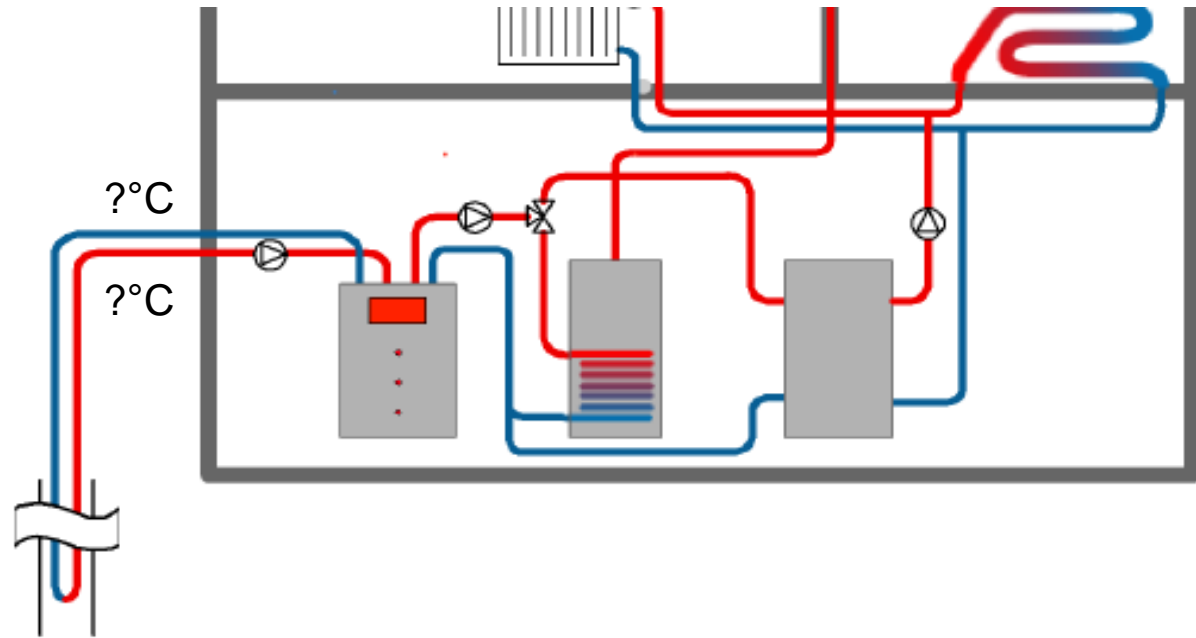
- Maksymalny czas pracy:
1800-2200 h/rok
- Długość pojedynczych sond pomiędzy:
minimum 40 m
- Minimalny odstęp pomiędzy sondami:
10% długości sondy

■ Żwir, suchy piasek:	< 20 W/mb	=>	40 kWh/mb rok
■ Żwir, piasek wodonośne:	55-65 W/mb	=>	110-130 kWh/mb rok
■ Gлина, іł - wilgotne:	30-40 W/mb	=>	60-80 kWh/mb rok
■ Wapień (masywny):	45-60 W/mb	=>	90-120 kWh/mb rok
■ Piaskowiec:	55-65 W/mb	=>	110-130 kWh/mb rok
■ Kwaśne skały magmowe (granit):	55-70 W/mb	=>	110-140 kWh/mb rok
■ Zasadowe skały magmowe (bazalt):	35-55 W/mb	=>	70-110 kWh/mb rok
■ Gnejs:	60-70 W/mb	=>	120-140 kWh/mb rok

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

- Zakres temperatur pracy:
od -10°C do $+25^{\circ}\text{C}$
zależnie od typu pompy

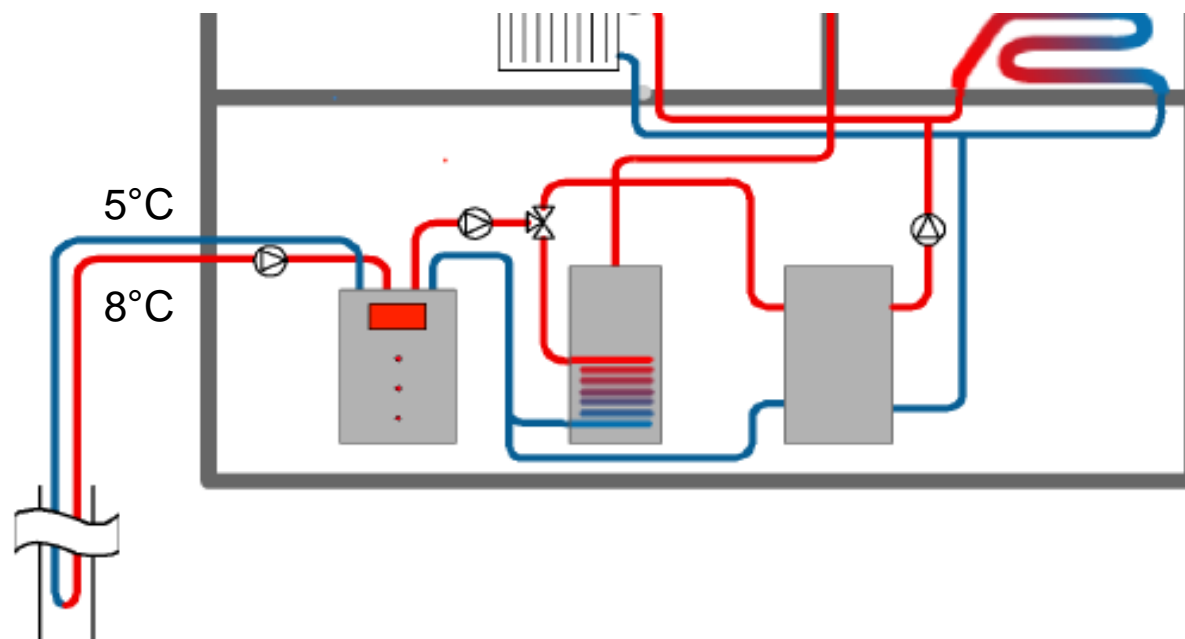


Czy można ocenić, czy dolne źródło w formie odwiertów jest wystarczająco duże ?

- Ocenić przepływ czynnika niezamarzającego
 - wg „Danych technicznych” → przepływ minimalny (np. Vitocal 300-G 10kW 1470l/h)
- Ocenić średnicę rurociągów → dla 1470 l/h rura miedziana 35x1,5
- Obliczyć/odczytać ΔT – dla $V=V_{\min}$ → $\Delta T=6\text{K}$ (zasilanie-powrót)

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

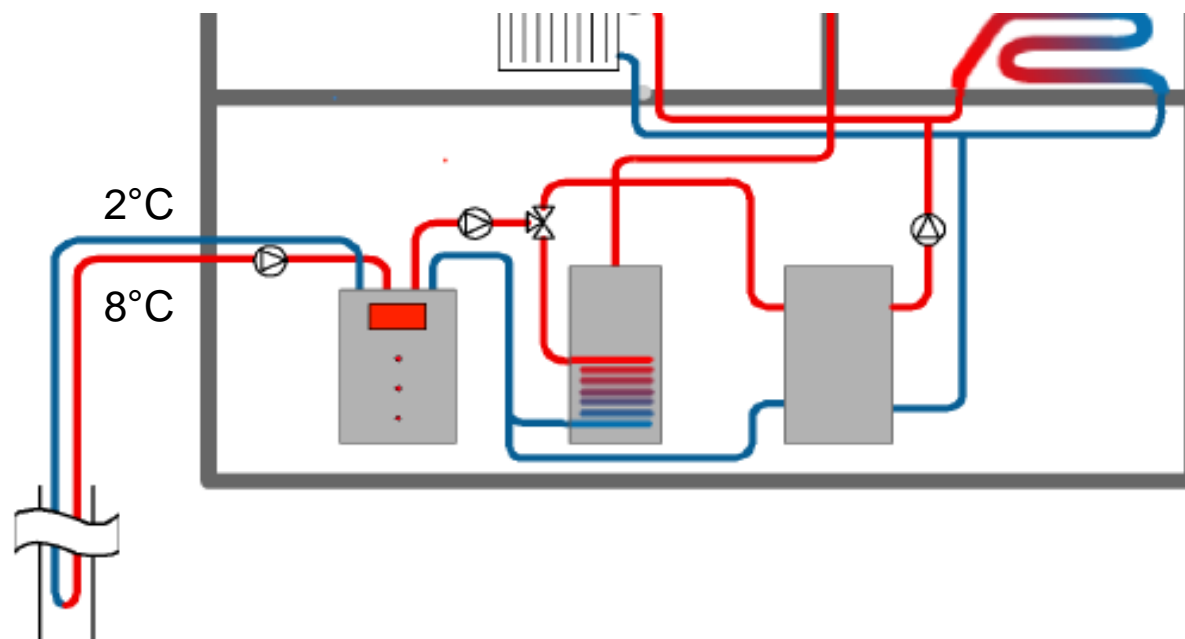


Czy można ocenić, czy dolne źródło w formie odwiertów jest wystarczająco duże ?

- Sugerowana obliczeniowa ΔT (zasilanie-powrót) $\rightarrow \Delta T=3K$
 - Obliczony przepływ np. dla Vitocal 300-G 10kW 2850 l/h
 - Średnice rur miedziana 42x1,5
- Takie zwymiarowanie powinno spowodować ΔT (zasilanie-powrót) $\rightarrow \Delta T=2-4K$

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła



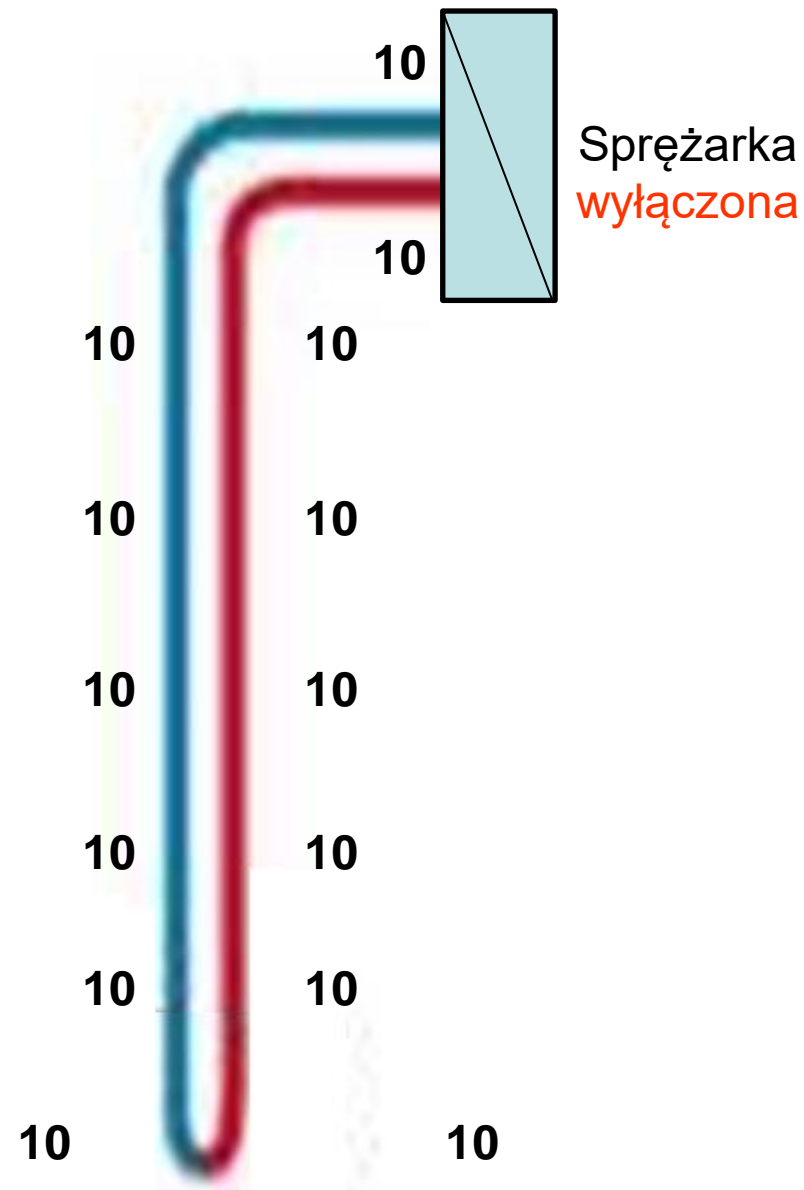
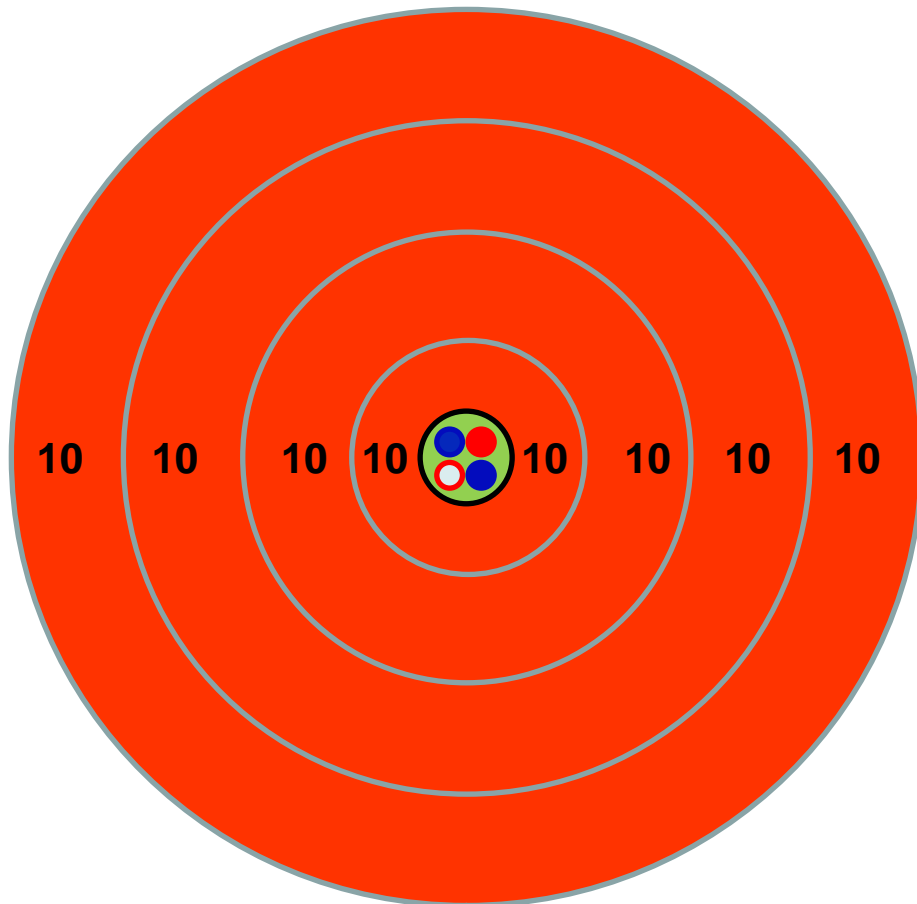
Czy można ocenić, czy dolne źródło w formie odwiertów jest wystarczająco duże ?

- Za mały przepływ spowodowany np. :
 - Brudami w instalacji (filtr), za długimi odcinkami rur dolnego źródła, itd
- Czy mniejszy przepływ jest to do zaakceptowania podczas pierwszego uruchomienia ?
 - NIE, w zimie i na wiosnę temperatura solanki z ziemi może spaść w okolice 0°C co może prowadzić do trwałego uszkodzeni sond

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

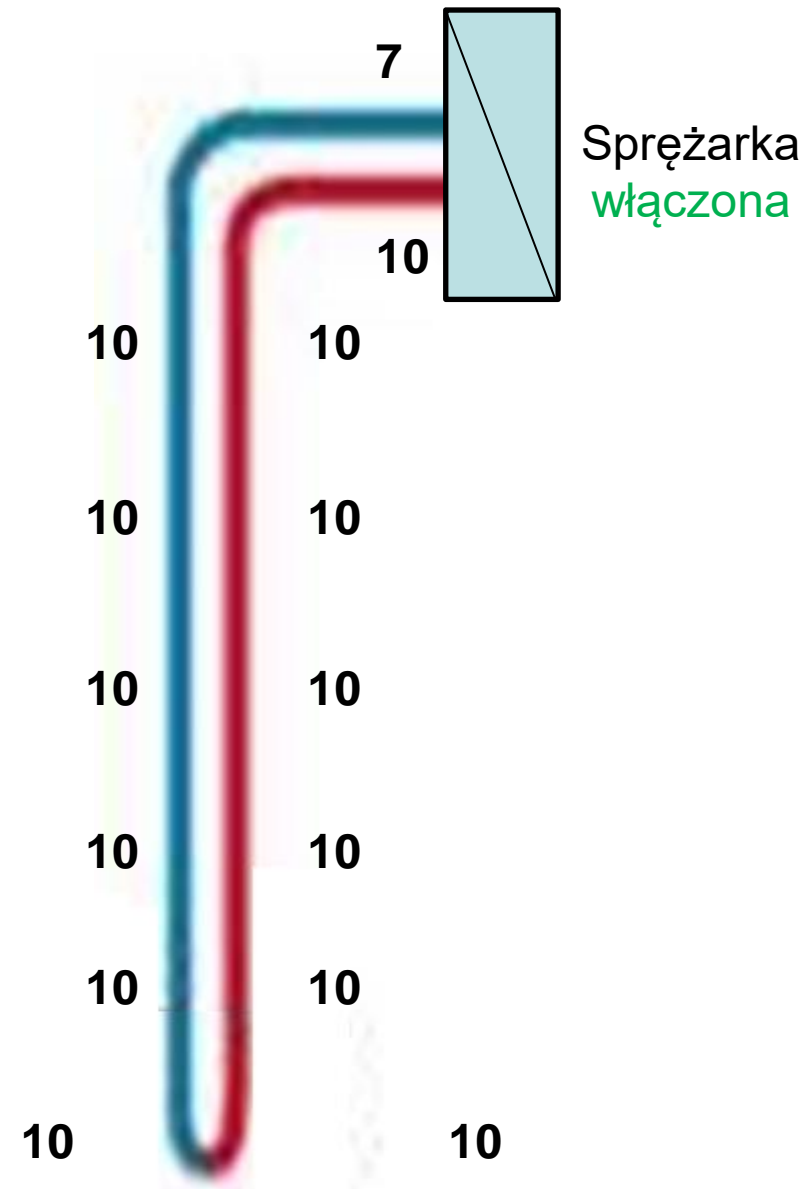
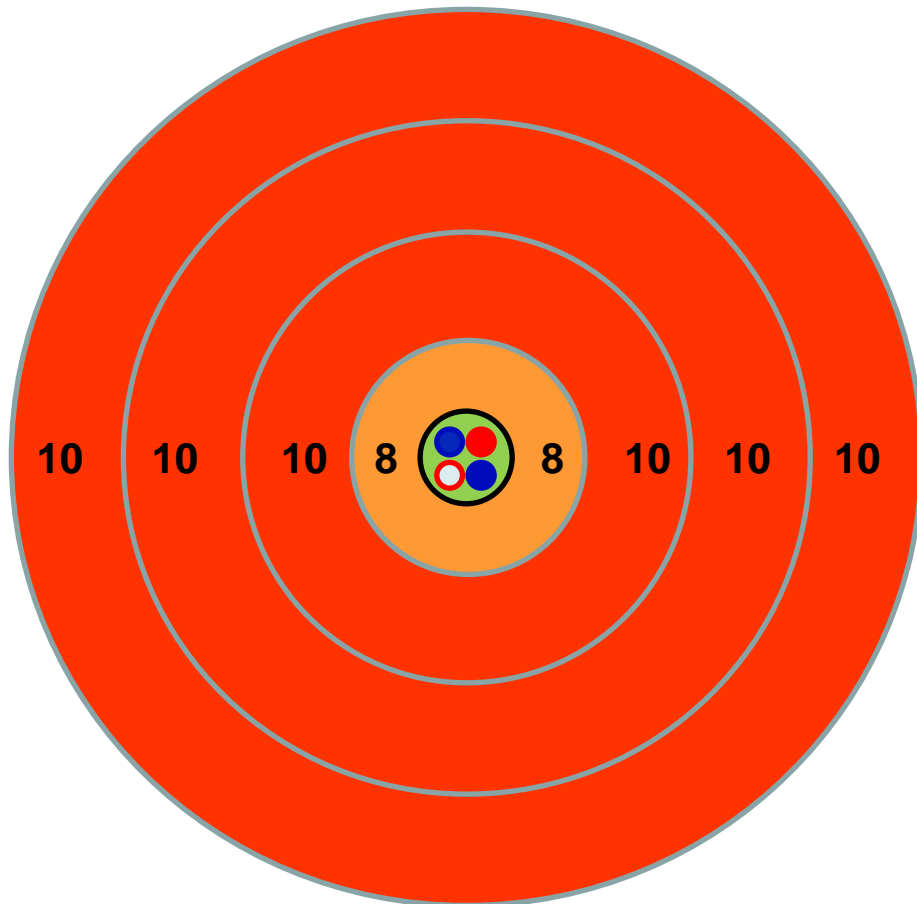
- Odwiert bez obciążenia



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

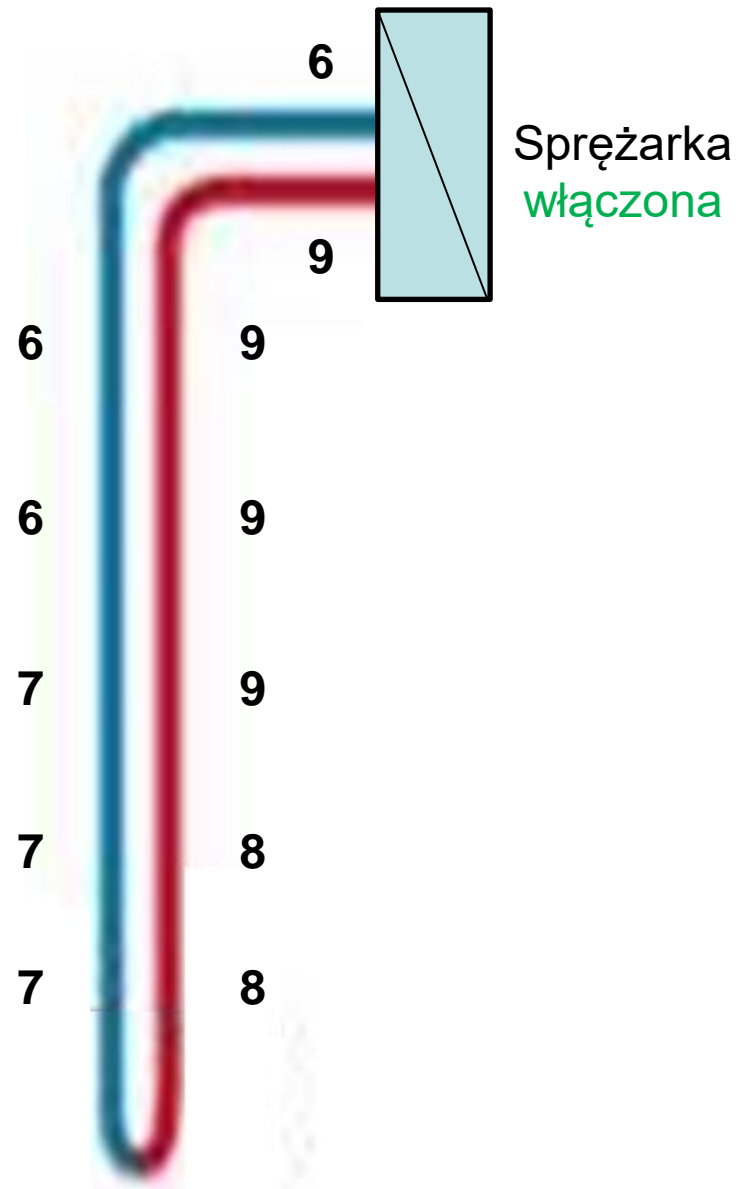
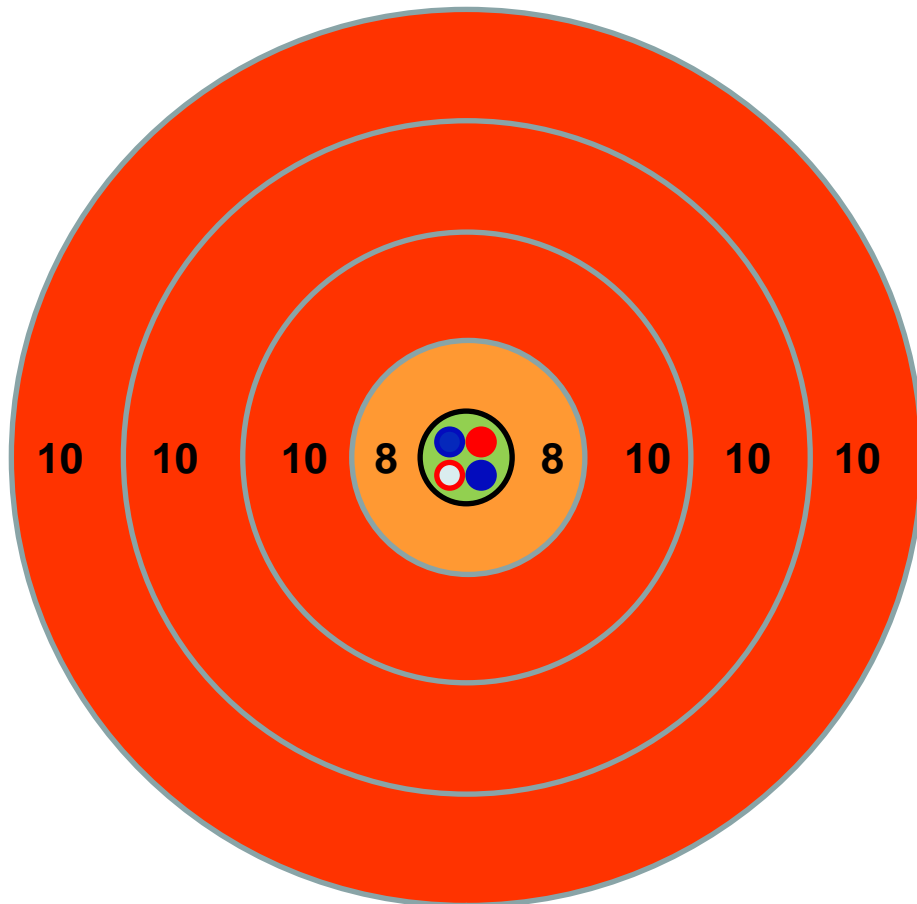
- Pompa ciepła pozyskuje ciepło z ziemi



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

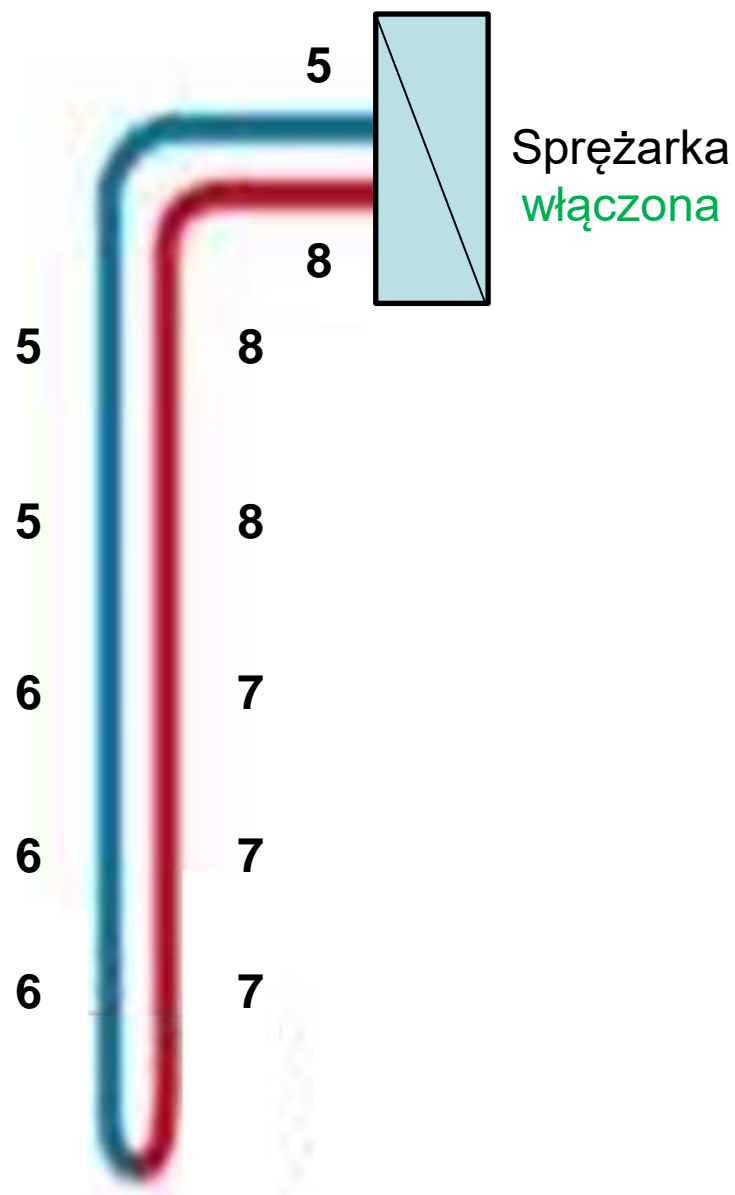
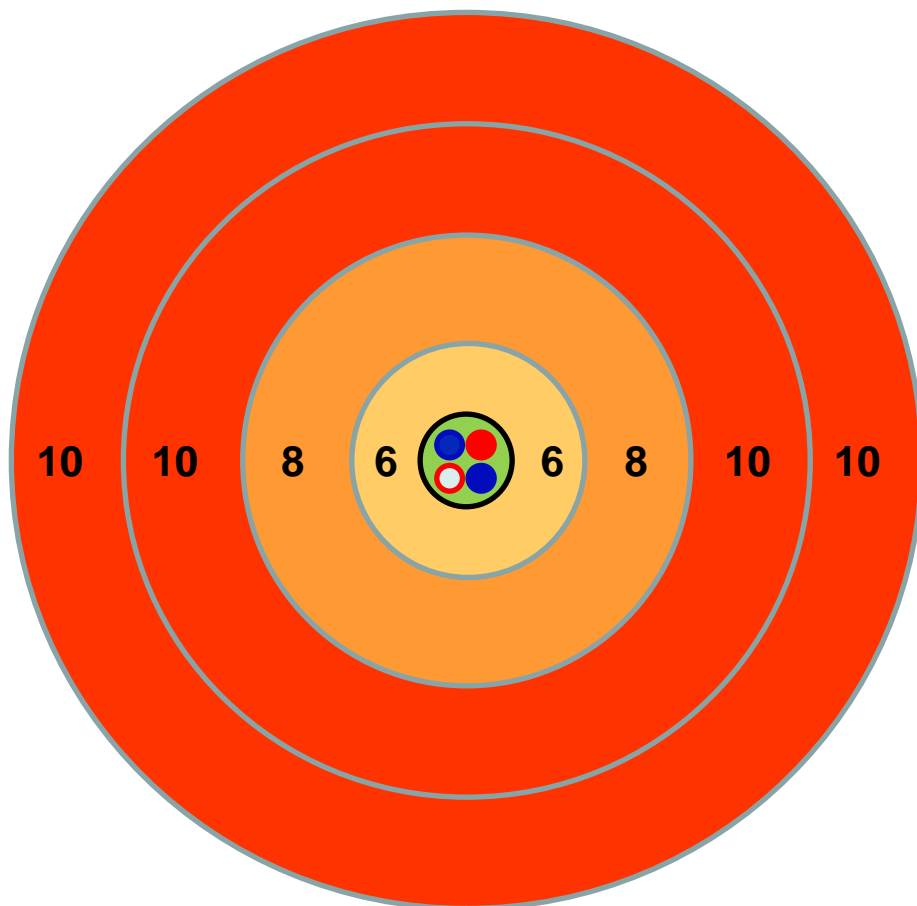
- Ziemia w okolicy sondy zaczyna się wychładzać



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

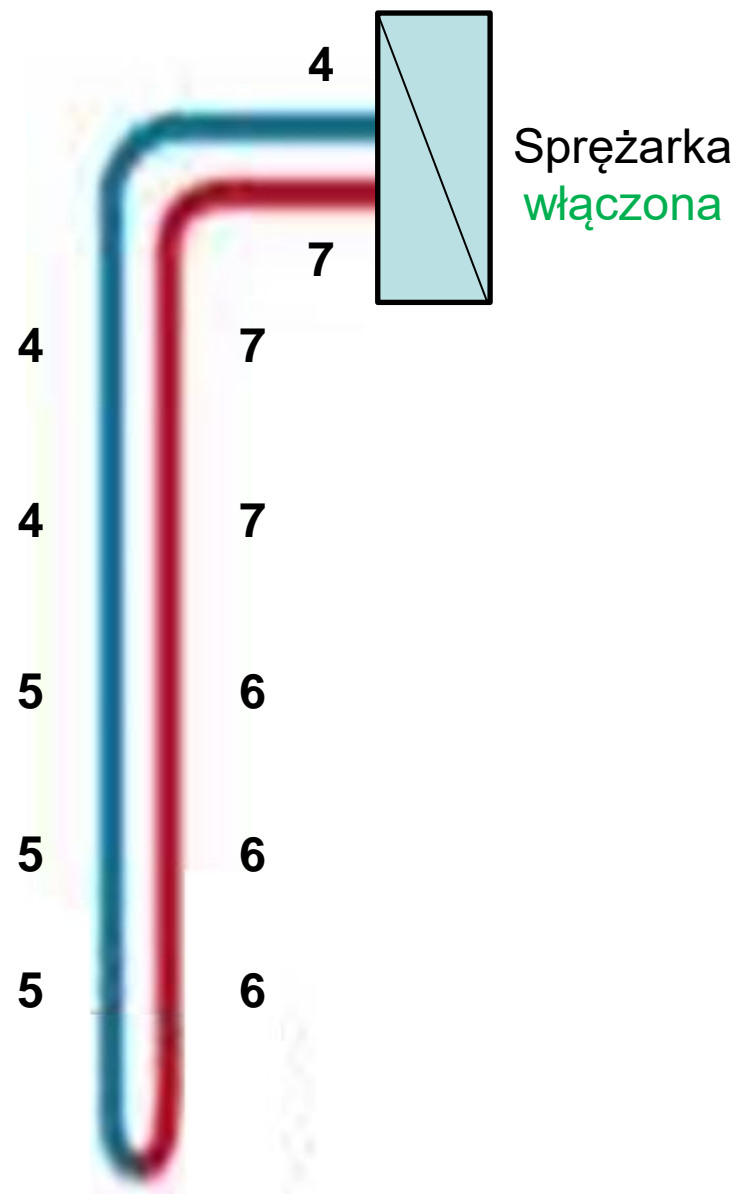
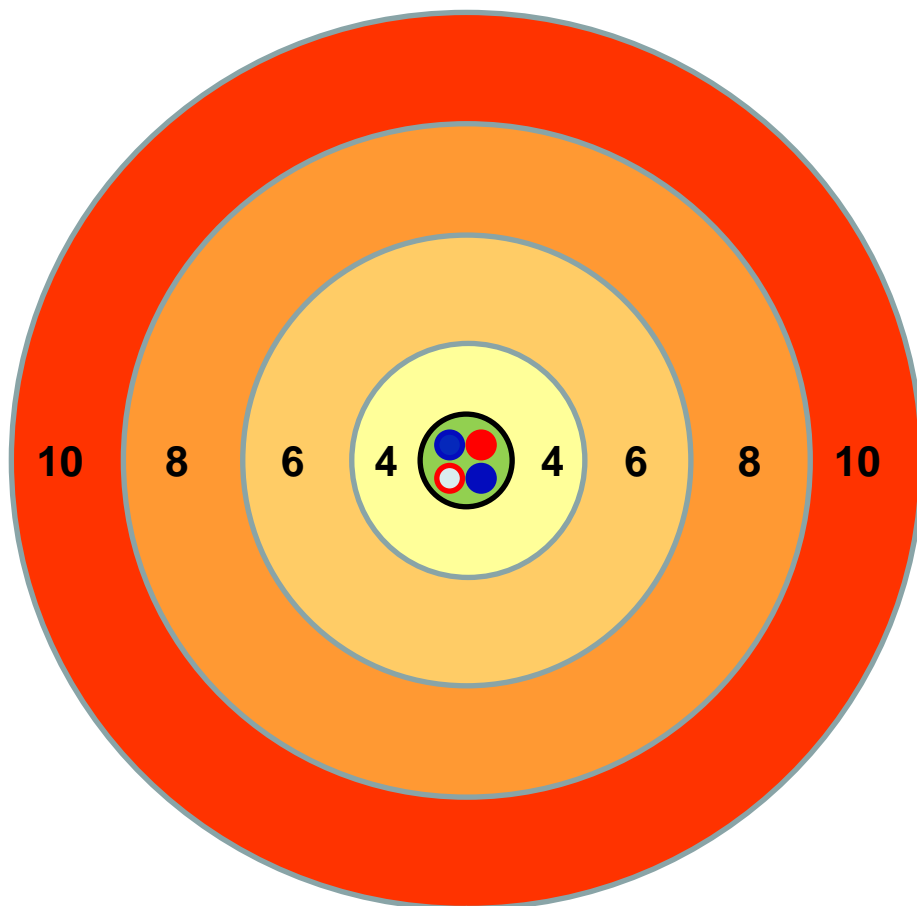
- Taki rozkład temperatur jest typowy
- Jak długo pracuje pompa ciepła ?



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

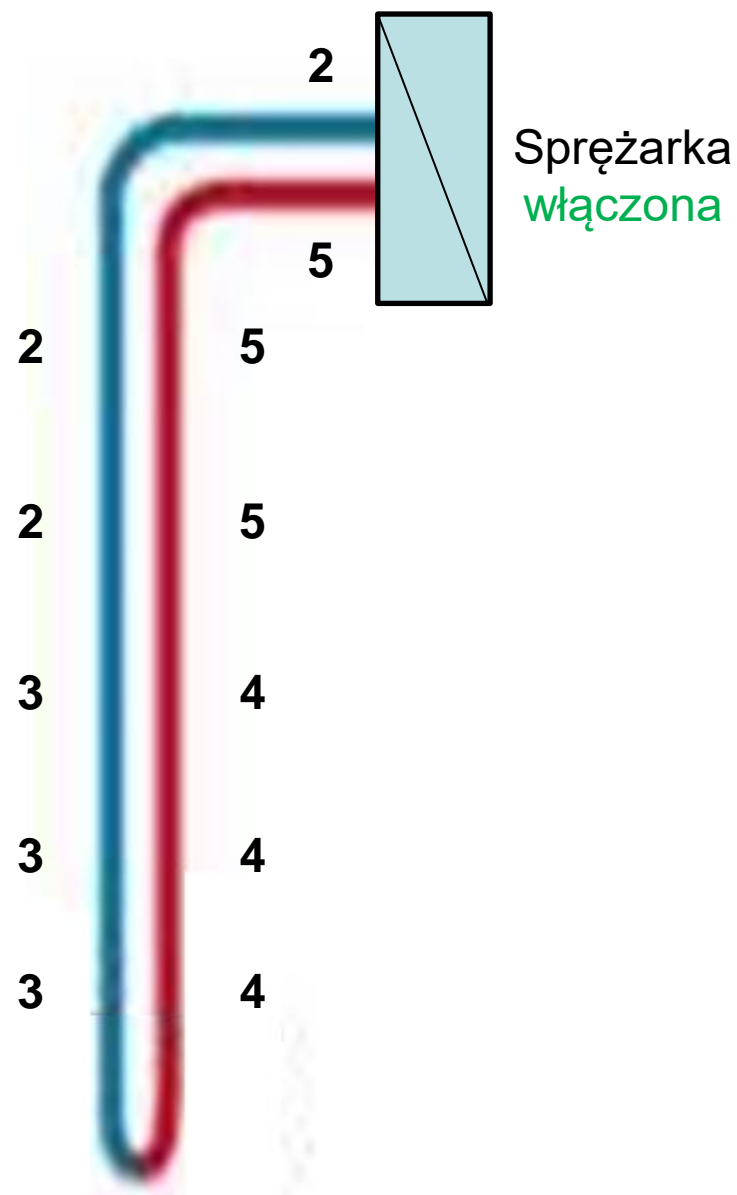
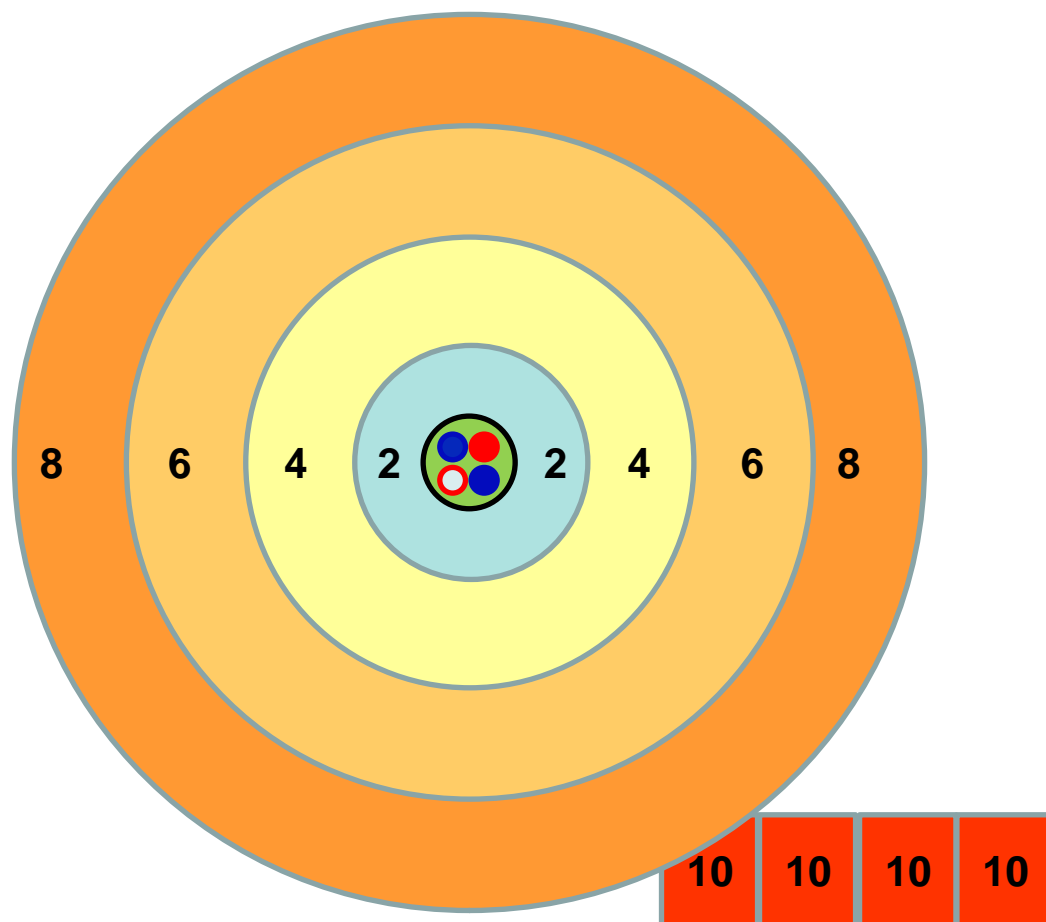
- Im dłużej pracuje pompa ciepła tym dalej odsuwa się granica temperatury ziemi 10°C



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

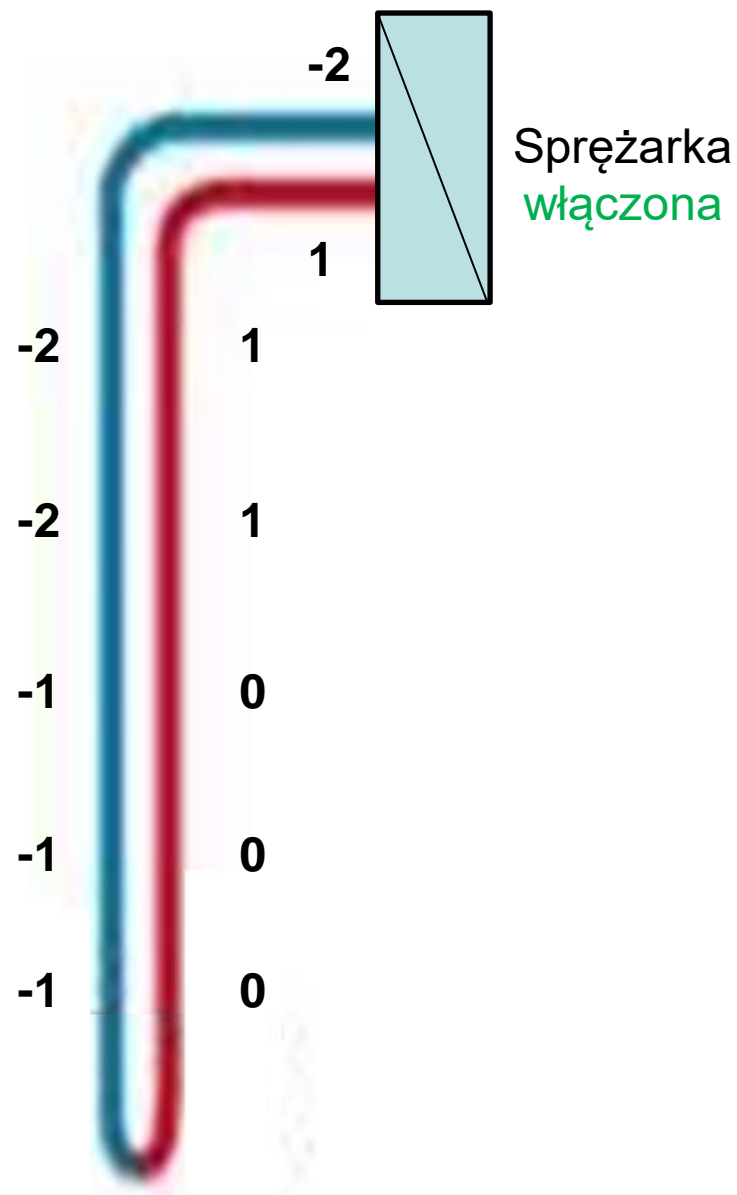
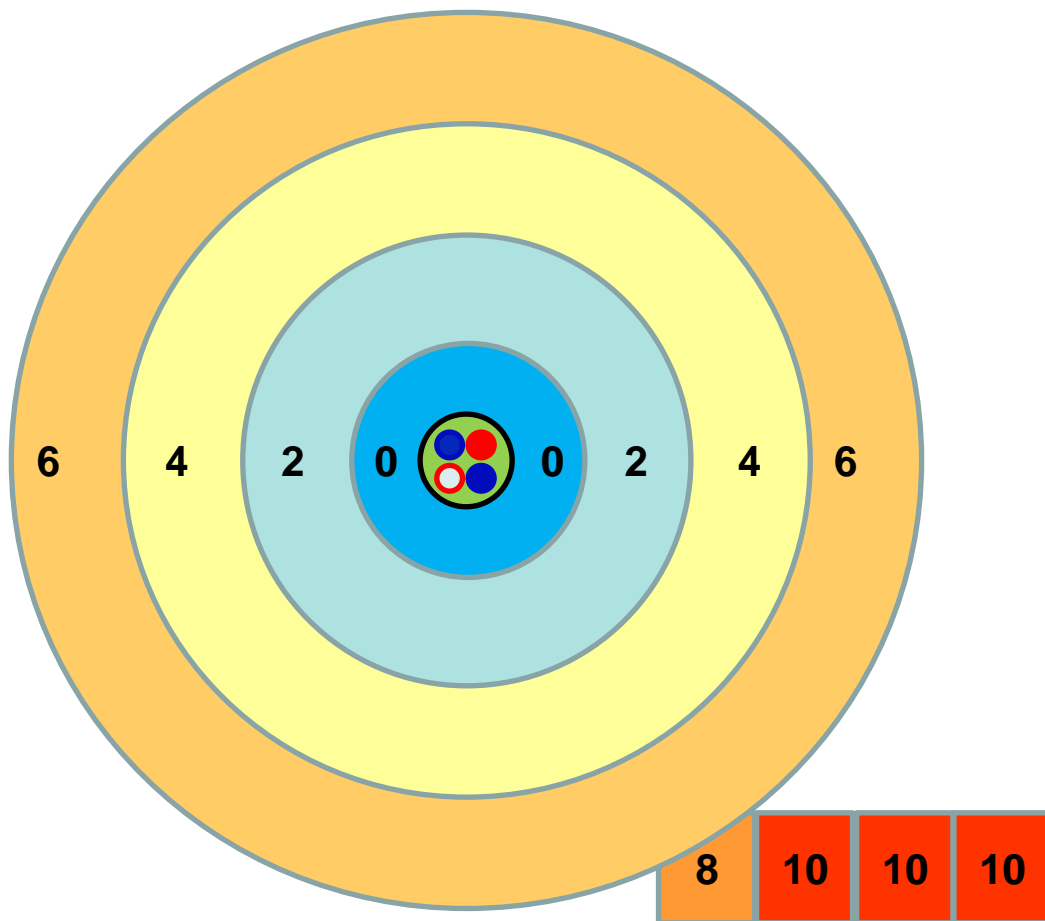
- Sprężarka pracuje w sposób ciągły 2h → po tym czasie sprężarka powinna zostać wyłączona w sposób regulacyjny (ogrzanie odbiornika ciepła)
 - Następuje regeneracja ciepła ziemi



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

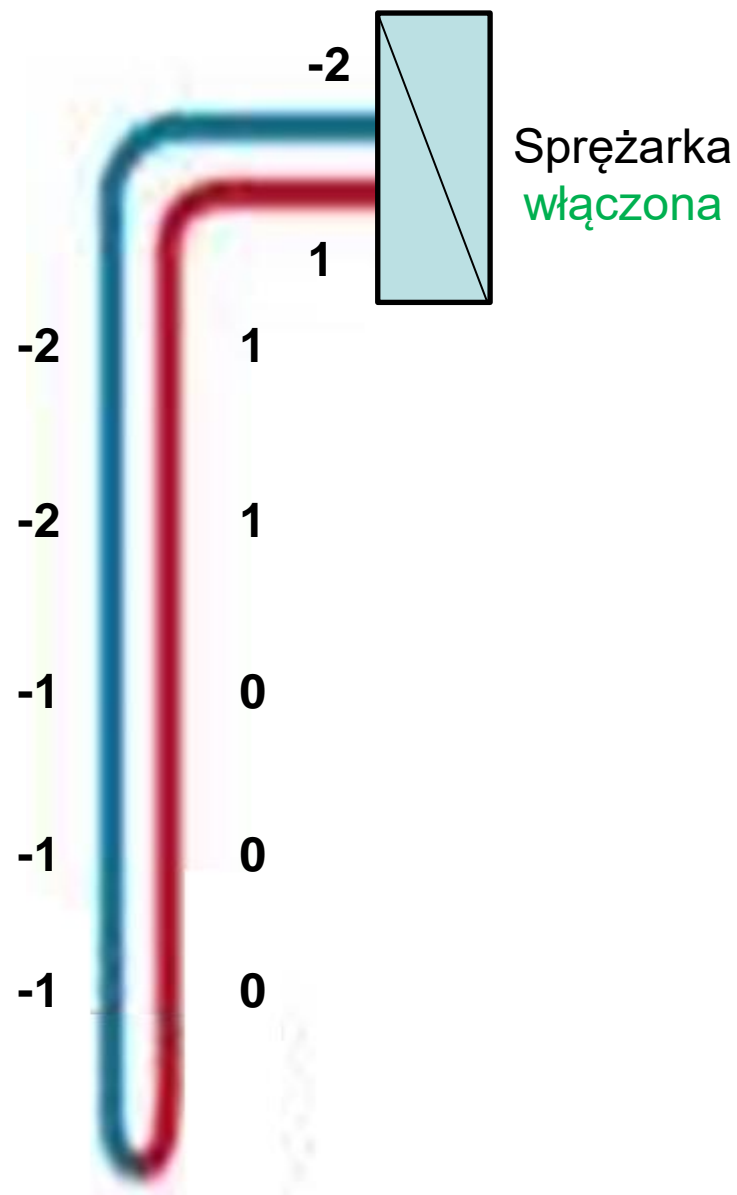
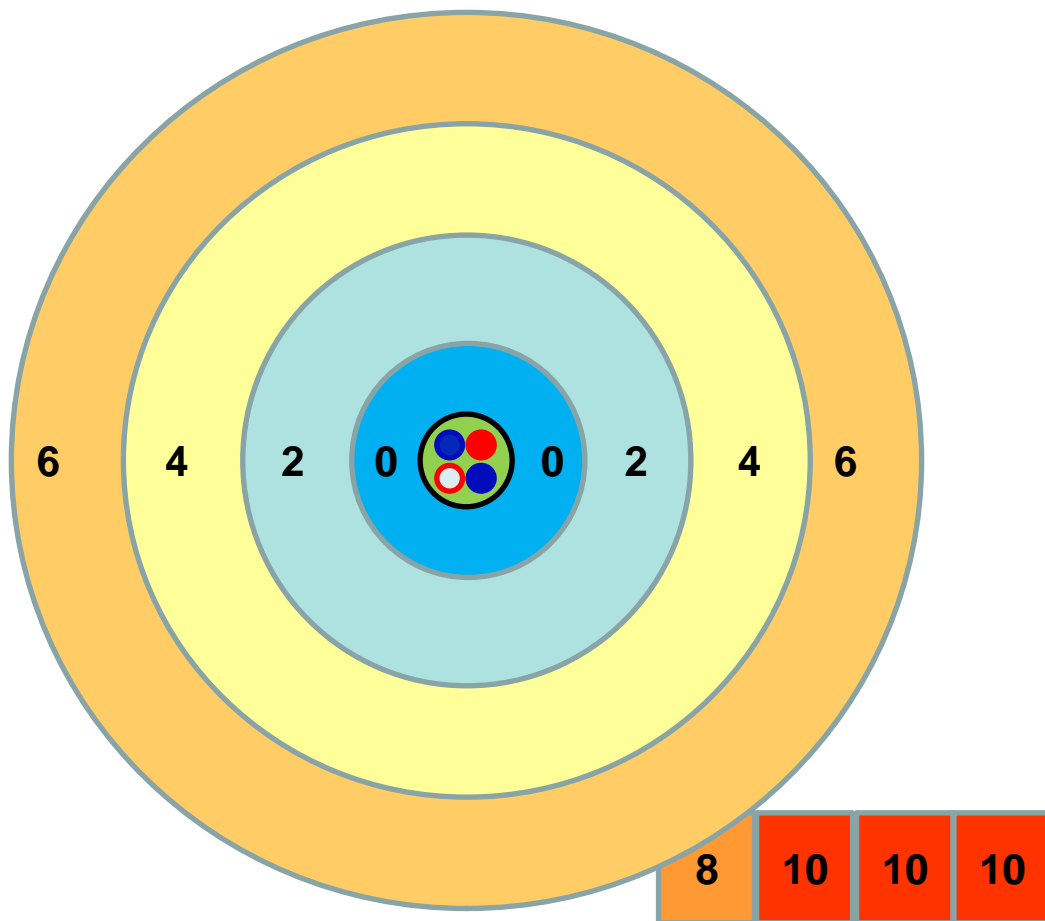
- Co się dzieje gdy urządzenie się nie wyłącza?



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

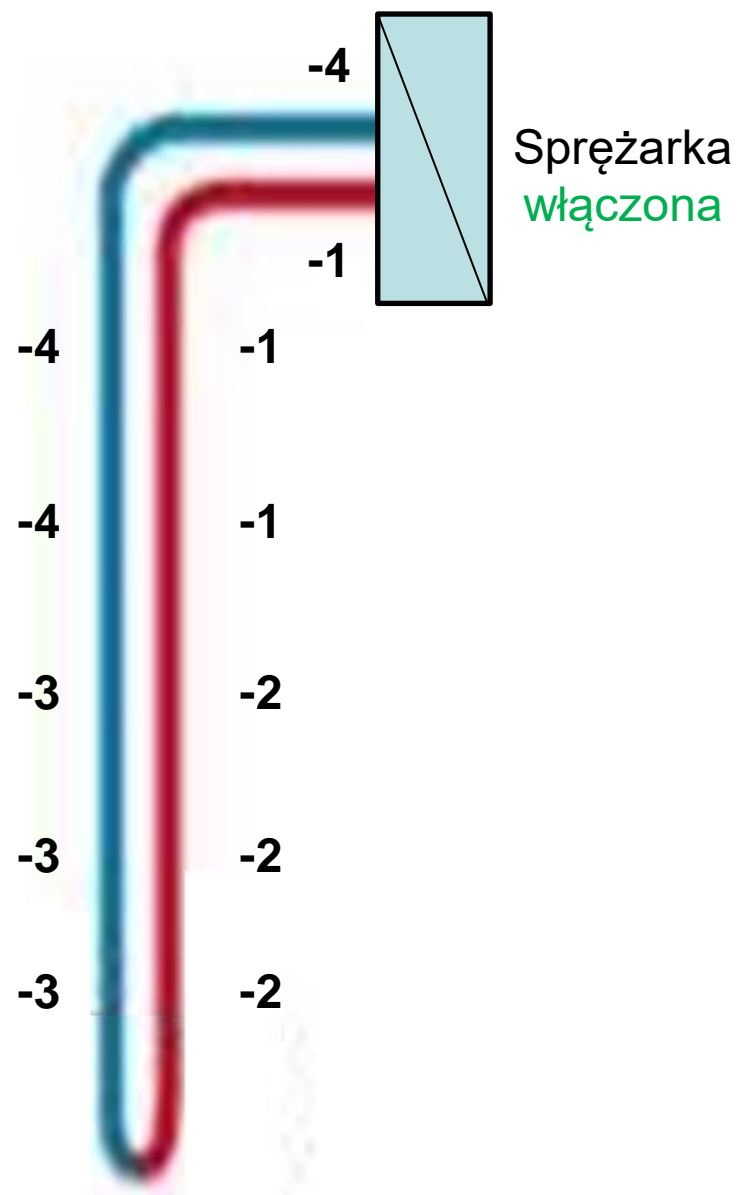
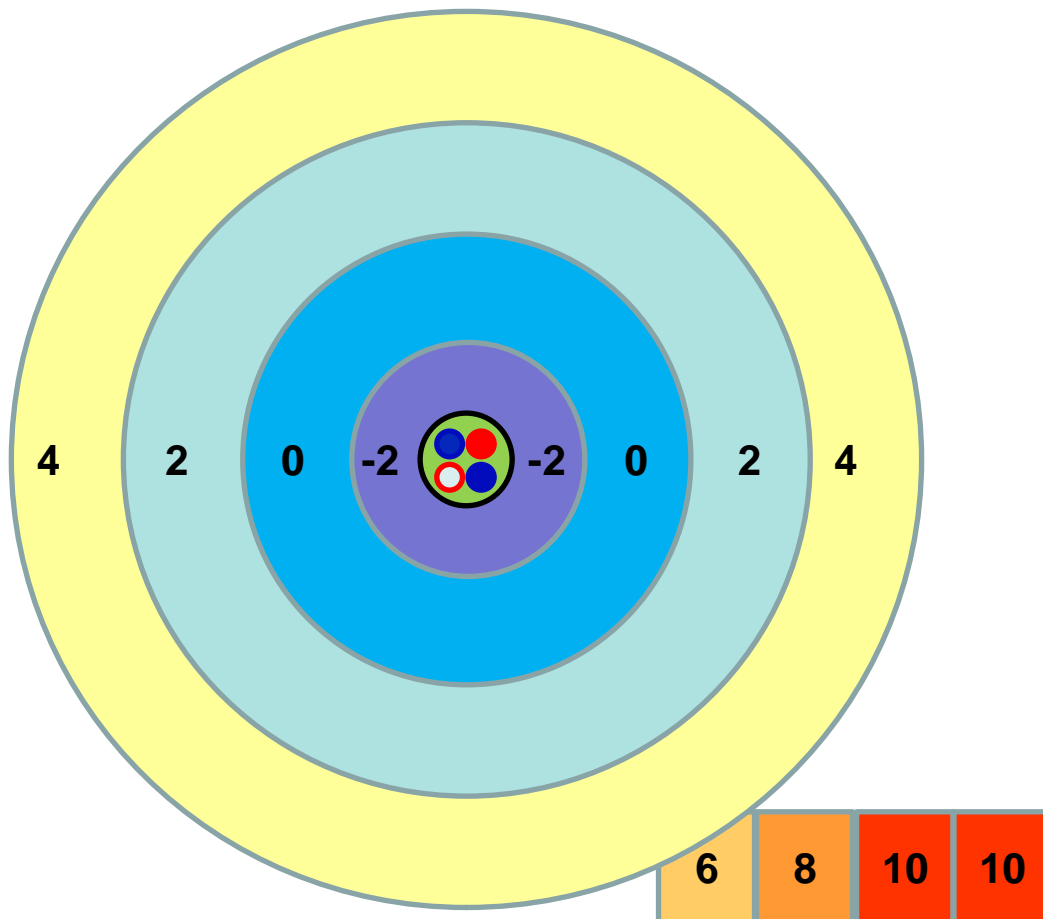
- Uwaga na temperatury sondy poniżej 0°C
- Pompa ciepła wyłącza się jeżeli temperatura solanki z ziemi osiąga wartość -4°C



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

- Od tego momentu istnieje ryzyko trwałego uszkodzenia sond pionowych
- Wilgoć w ziemi zamarza zwiększając swoją objętość. Po roztopieniu pozostają przestrzenie wypełnione powietrzem (izolatorem).



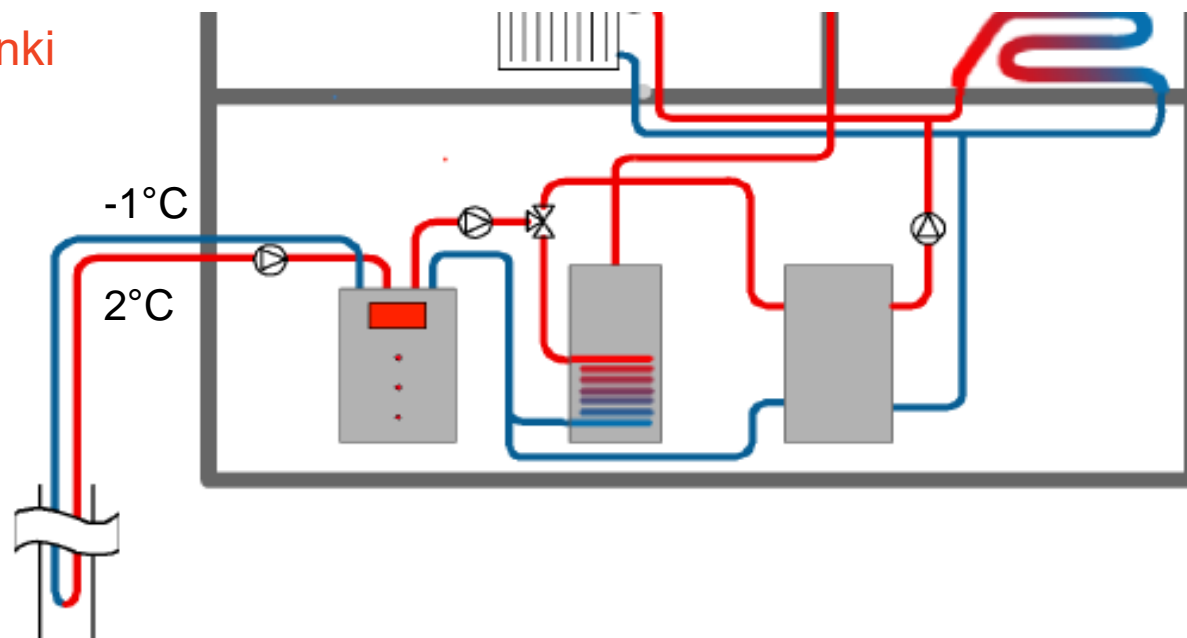
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

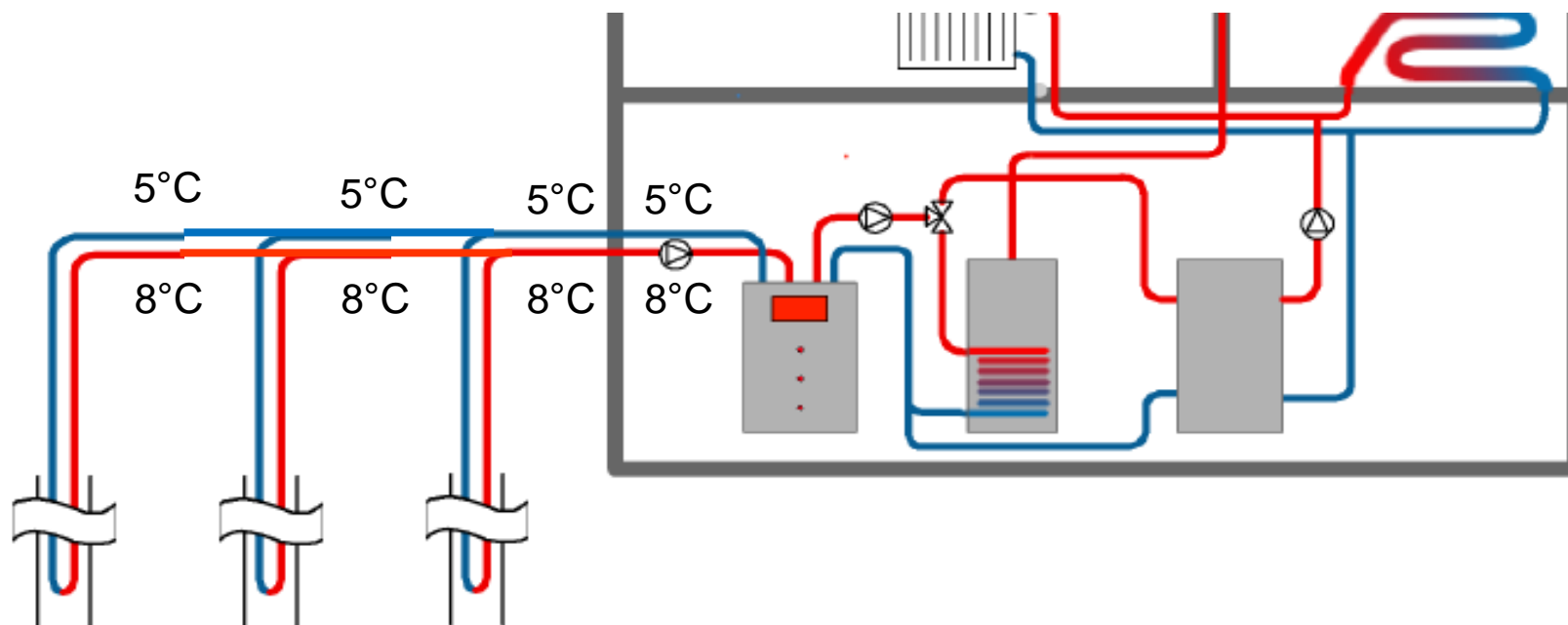
- Czy ΔT (zasilanie-powrót) solanki jest wystarczającym pomiarem dla oceny poprawności pracy dolnego źródła?

NIE → oznacza to jedynie zapewnienie wymaganego przepływu solanki.

- Należy sprawdzać szybkość zmian temperatury solanki



- Jeżeli po godzinie pracy temperatura zasilania z dolnego źródła spadła z 8°C do 2°C a pompa ciepła wciąż ma zapotrzebowanie pracy :
 - Należy sprawdzić długość sond (np. mocą chłodniczą)
 - Ocenić czy w sondzie nie zalega powietrze
 - Sprawdzić czy w przypadku kilku sonda każda z nich pracuje

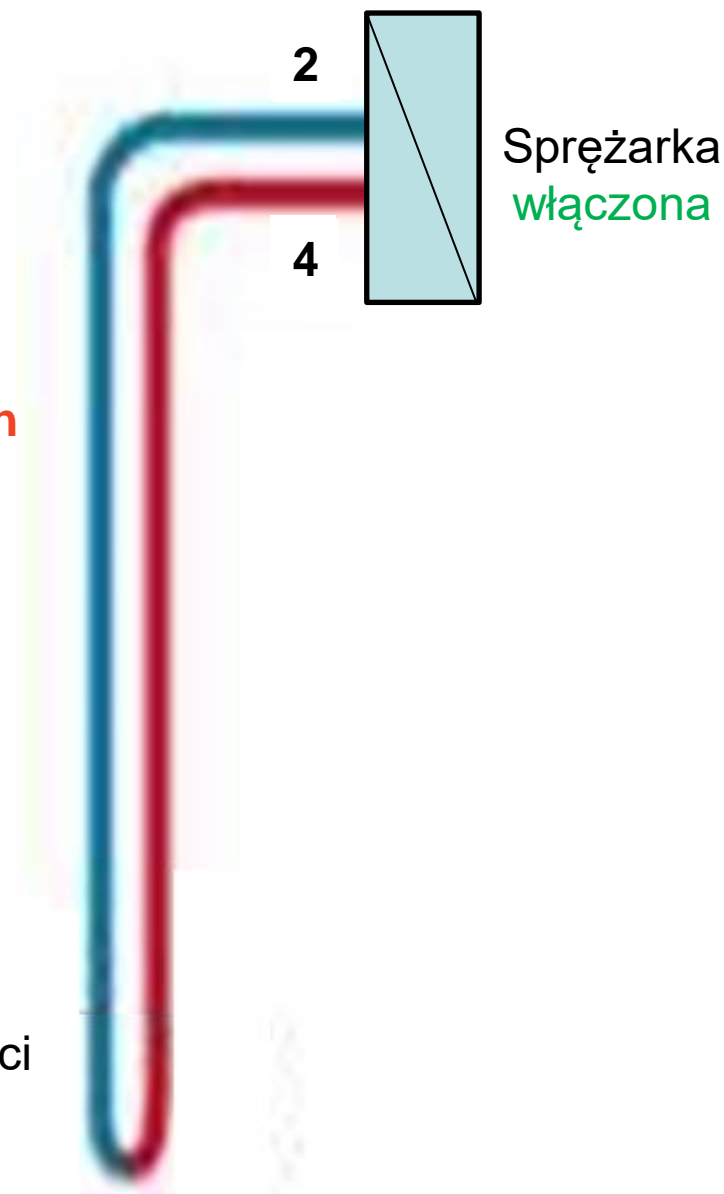


- W przypadku wielu sond należy dokonać równoważenia hydraulicznego, ...jak ?
 - Pomiar temperatury sond na zasilaniu i powrocie (w pobliżu rozdzielacza)
 - W tej sytuacji pierwszą sondę należy kryzować aż do uzyskania tych samych temperatur na zasilaniu i powrocie każdej sondy

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

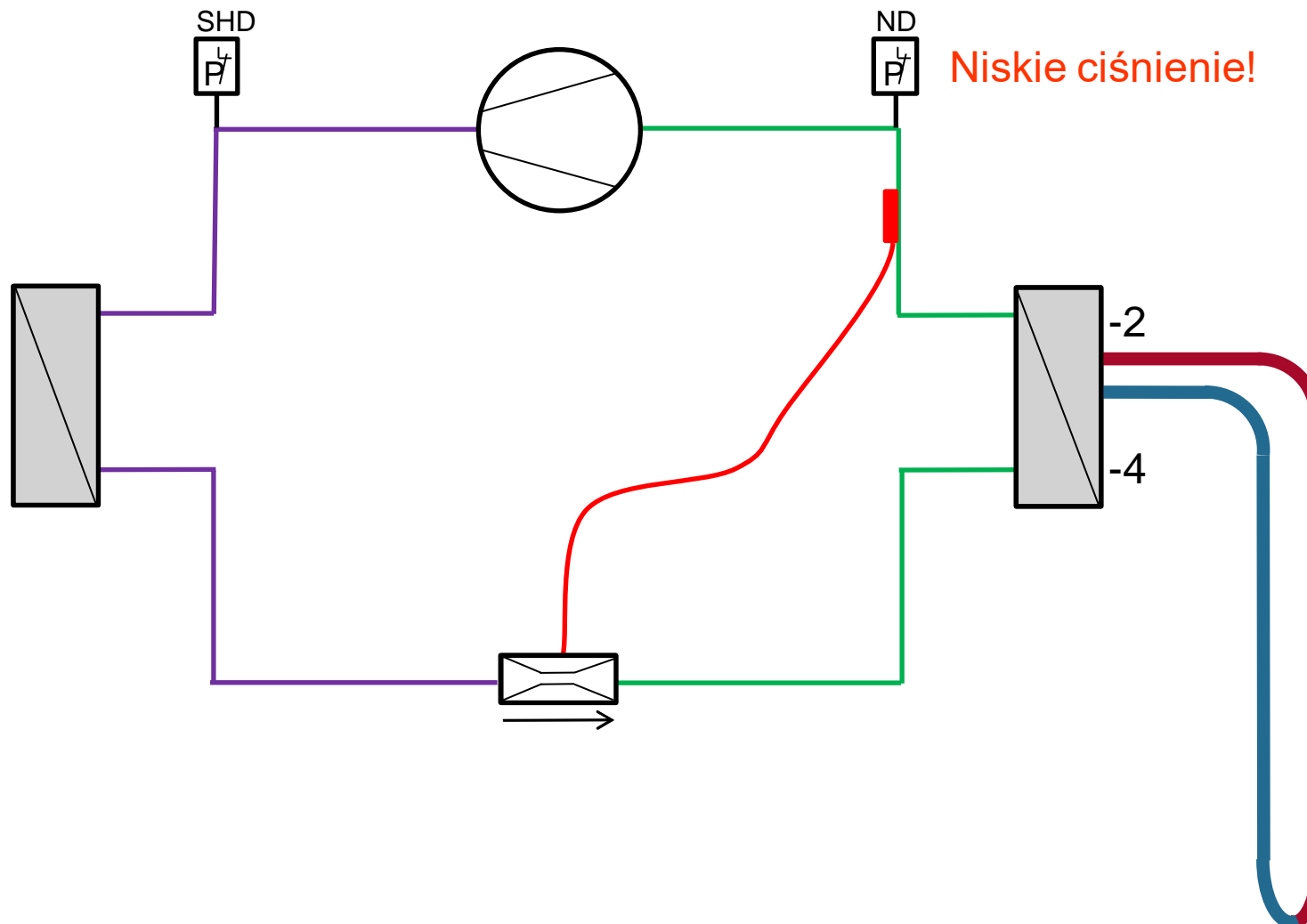
- Jak szybko powinna ochładzać się solanka w pompie ciepła ?
- Optymalny czas pracy pompy ciepła (bez przerwy) wynosi **2h**.
 - Dopuszczalny spadek temperatury w najgorszym wypadku powinien wynosić **3 K/h**
 - Dla zasilania 6°C i $\Delta T=3\text{K}$ po 2 godzinach pracy otrzymujemy 0°C z ziemi i -3°C na powrocie do ziemi
 - Korzystniej: spadek **1 K / 30 min**
 - Korzystniej: **$\Delta T=2\text{K}$**
 - Kontrola dolnego źródła odbywa się poprzez czujnik zasilania z ziemi
 - ΔT jest wynikiem oporów w instalacji i wysokości podnoszenia pompy obiegowej

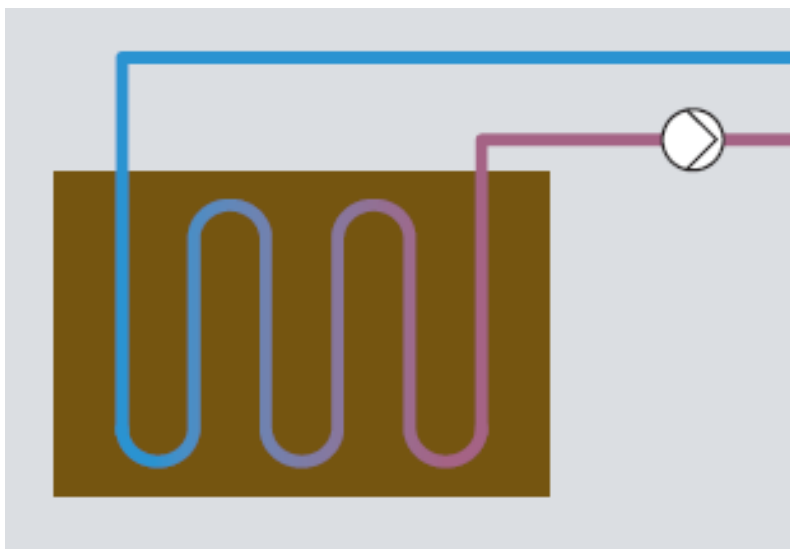


SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Jakie usterki mogą towarzyszyć gdy dolne źródło nie zostało poprawnie zmyciarowane?





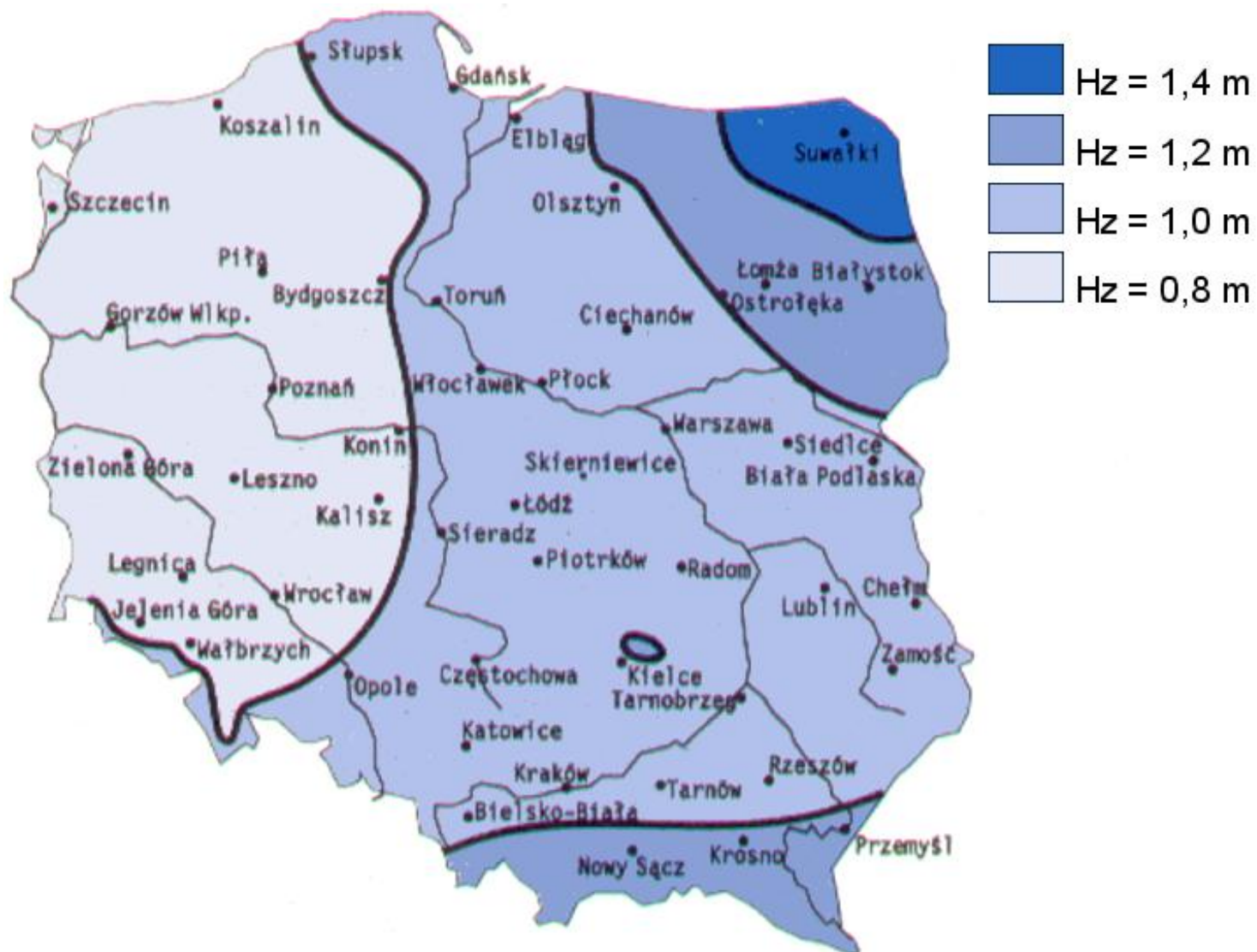
- Maksymalny czas pracy:
1800-2200 h/rok
- Długość pojedynczych pętli :
100 m
- Minimalny odstęp pomiędzy pętlami:
zależnie od zastosowanej grubości rury
- Kolektor poziomy rozkładać:
~20 cm poniżej głębokości przemarzania gruntu
- Przestrzeń nad kolektorem pozostawić:
bez przykrycia, bez cienia

▪ Suchy piaszczysty grunt :	10 W/m ²	→	20 kWh / m ² rok
▪ Mokry piaszczysty grunt :	15-20 W / m ²	→	30-40 kWh / m ² rok
▪ Suchy gliniasty grunt :	20-25 W / m ²	→	40-50 kWh / m ² rok
▪ Mokry gliniasty grunt :	25-30 W / m ²	→	50-60 kWh / m ² rok
▪ Podłoże z wodami gruntowymi :	30-35 W / m ²	→	60-70 kWh / m ² rok

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Głębokości przemarzania gruntu w Polsce



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

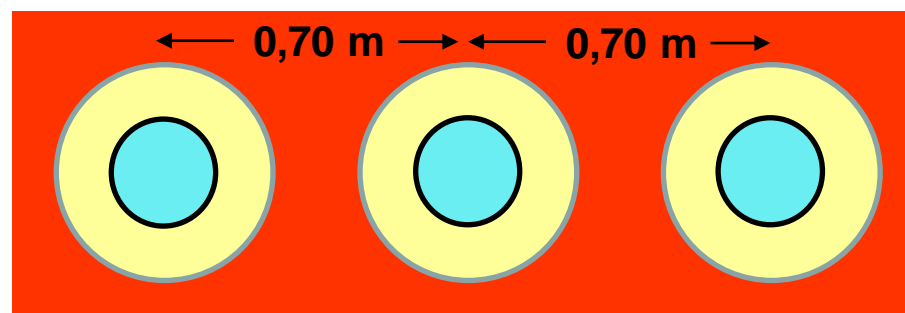
Ważne aby zachować odstępy pomiędzy poszczególnymi pętlami!

- PE 25 x 2,3 → 0,50 m
- PE 32 x 2,9 → 0,70 m



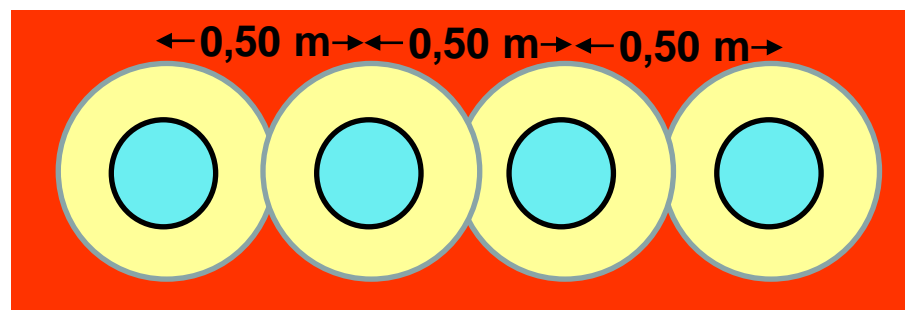
Odstęp poprawnie zachowany?

- Po zimie wokół rury powstają lodowe pierścienie
- **Pierścienie nie powinny się nachodzić!**
- Pozwoli to na równomierne rozmrażanie i regenerację



Odstęp nie zachowany!

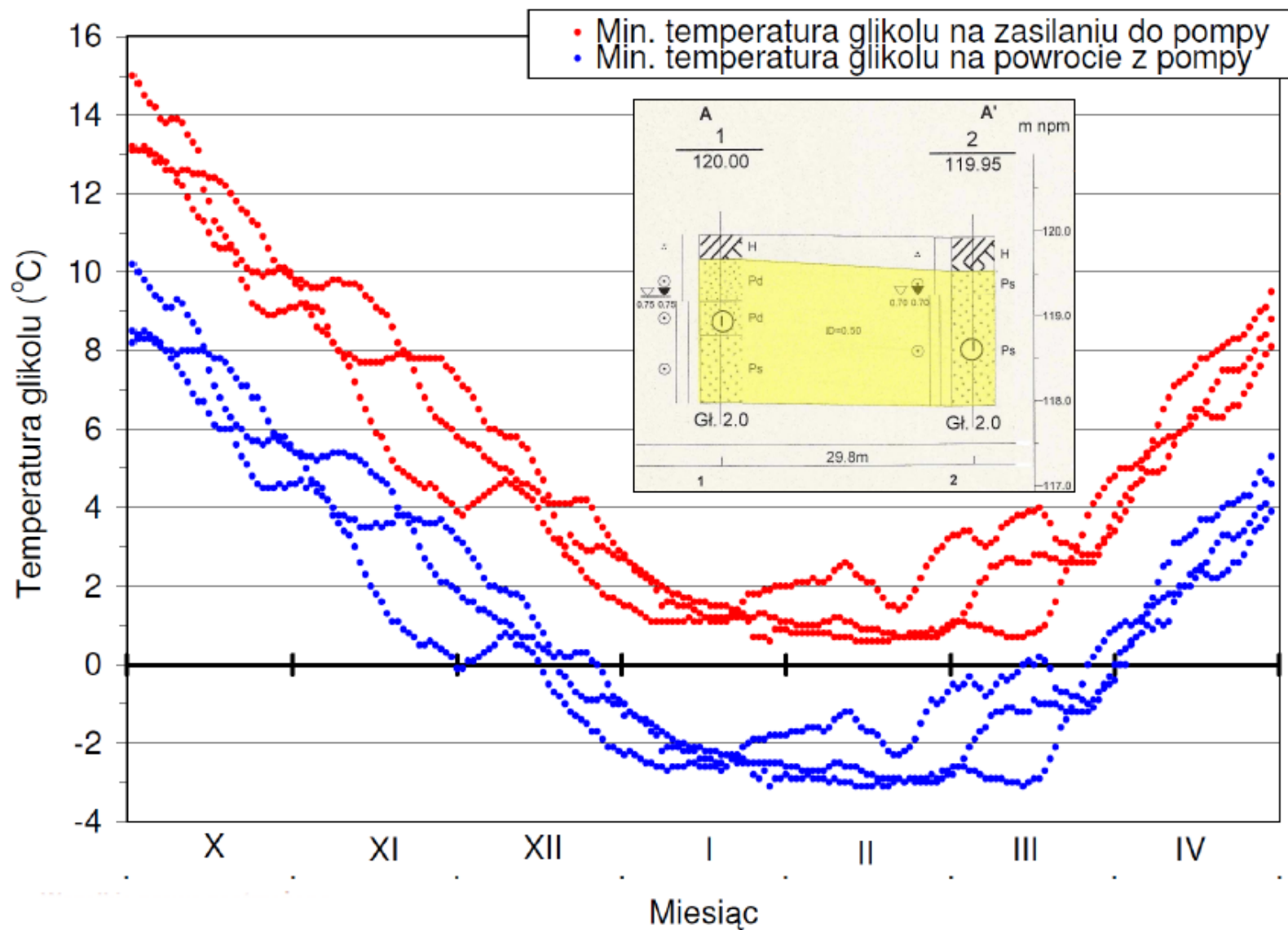
- Po zimie wzajemne nakładanie się pierścieni lodowych
- Rozmrażanie zachodzi jedynie na zewnętrznych warstwach
- Regeneracja trwa dłużej



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Temperatury dolnego źródła – kolektor gruntowy poziomy (1,1 m.p.p.g.)



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Zasady, które należy przestrzegać przy układaniu kolektorów płaskich

- Wszystkie pętle kolektora muszą być jednakowej długości
- Kolektory wypełniać roztworem nie zamarzającym co najmniej -19°C ,
- Każdą pętle wykonywać z jednego odcinka rury (bez połączeń)
- Kolektor zasypywać po dokonaniu próby szczelności i napełnieniu układu (próbę wykonać powietrzem lub wodą o ciśnieniu 2-3 bar)
- Na głębokości 50-80 cm układać wstęgę ostrzegawczą
- Przed zasypaniem wykonać dokumentację fotograficzną kolektora

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Wymiarowanie naczynia przeponowego w instalacji z pompą ciepła

V_Z – pojemność instalacja * β * Δt

β – współczynnik rozszerzalności = 0,0004 (dla Tyfocor 35%)

Δt – różnica temperatur obiegu pierwotnego (-5 do +20°C)



V_N – pojemność instalacji * 0,005 (min 3 litry)

$$V_N = \frac{V_Z + V_V}{p_e - p_{st}} \cdot (p_e + 1)$$

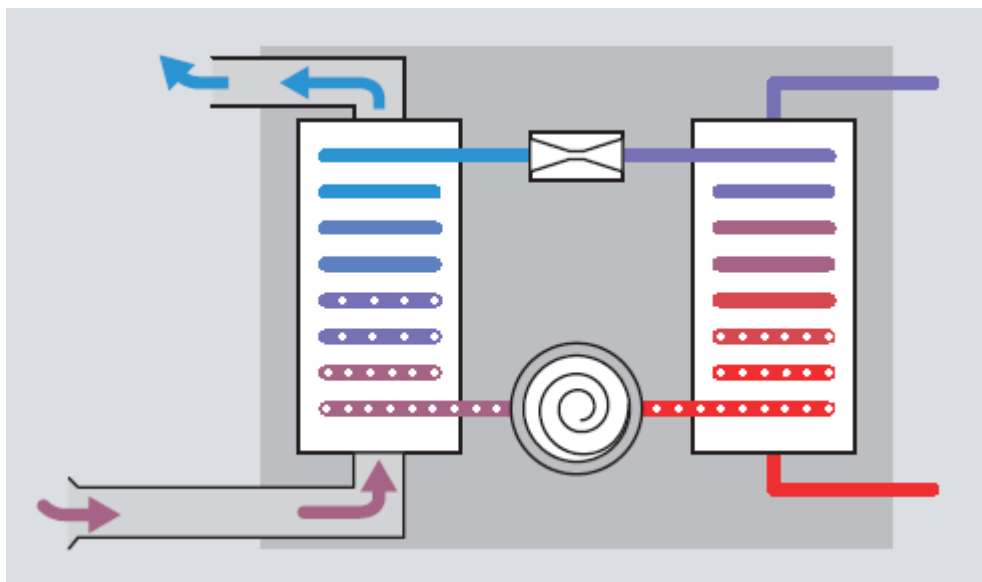
p_{st} – ciśnienie wstępne naczynia 1,5 bar

p_e – dopuszczalne ciśnienie końcowe = 0,9 * p_{si}

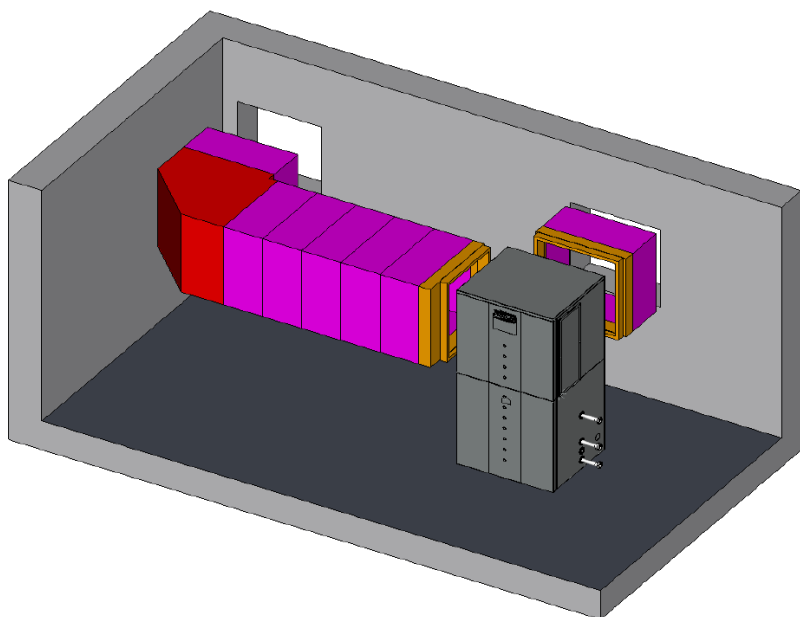
p_{si} – ciśnienie otwarcia zaworu bezpieczeństwa = 3 bar

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła



- Źródło ciepła: **powietrze zewnętrzne**
- Zwracać uwagę na generowany **hałas**
- Przy montażu pompy ciepła na zewnątrz **rurociągi zasilania i powrotu prowadzić w izolacji poniżej strefy przemarzania gruntu**



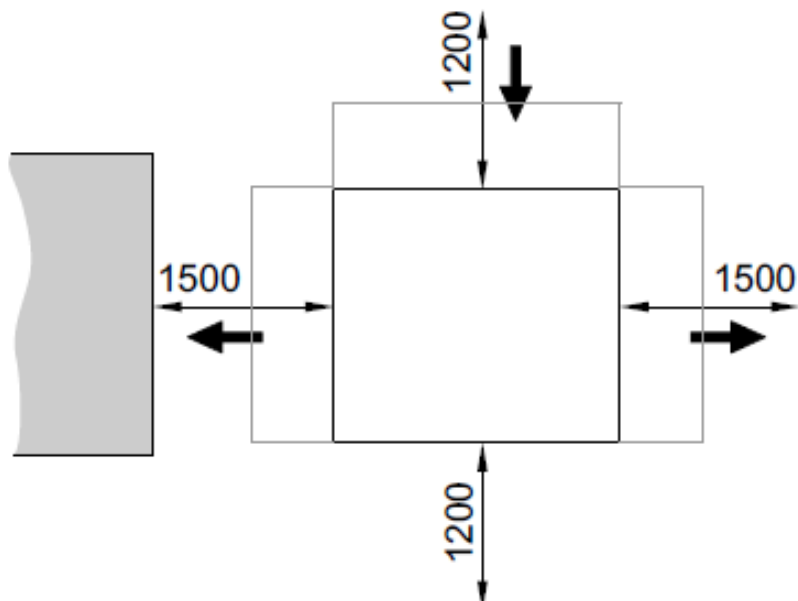
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

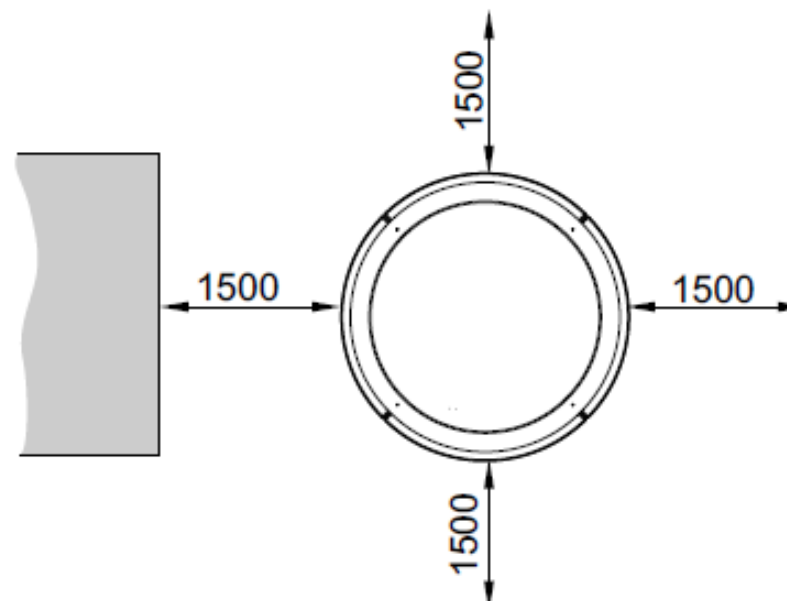
Otoczenie pompy ciepła

- Zachować minimalne odstępy serwisowe podane w wytycznych projektowych

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A, Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A



Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B



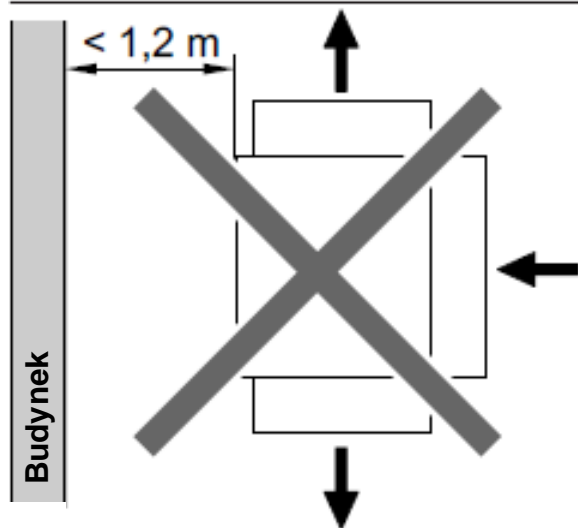
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

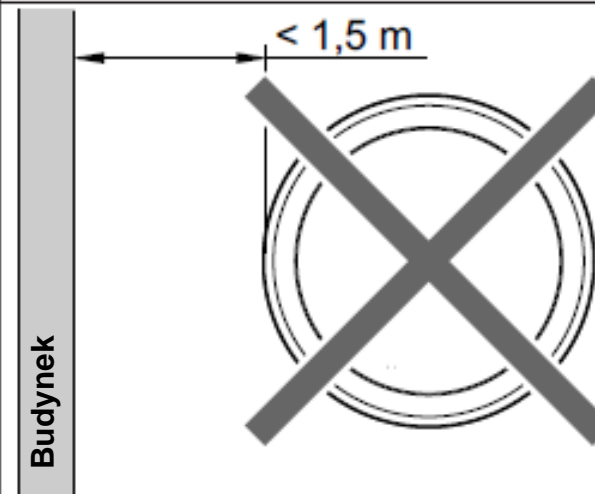
Zachować minimalne odstępę od budynku

- Może powodować gromadzenie wilgoci i zabrudzeń na ścianach
- Nakładanie hałasu i wnikanie do budynku

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A, Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A



Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B

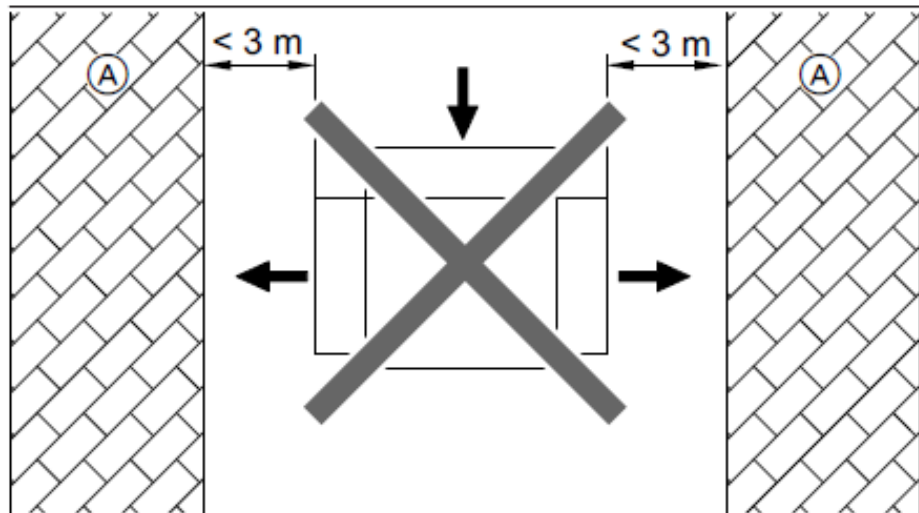


3. Dolne źródło ciepła

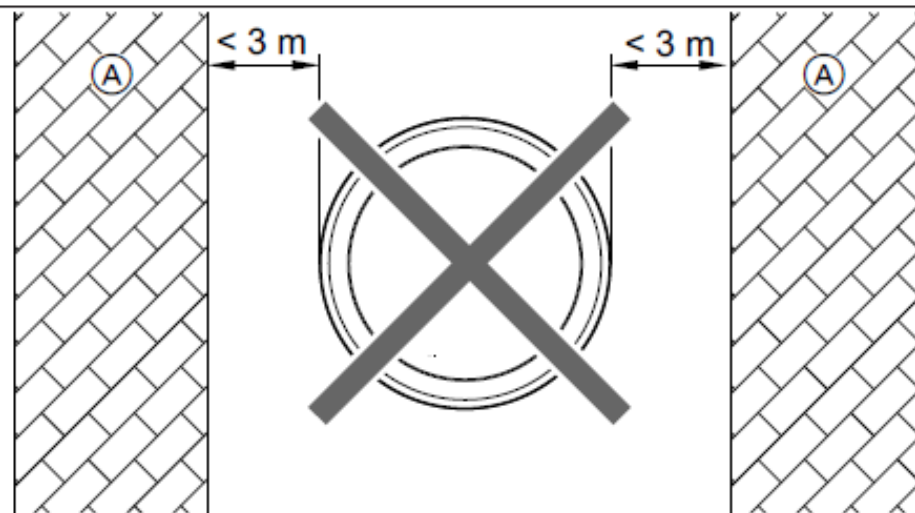
Odstępy od komunikacji i tarasów

- W strefie wyrzutu powietrza podczas pracy pompy ciepła może tworzyć się lód nawet przy temperaturach powietrza zasysanego 10 °C!
- Dlatego należy zachować minimum 3 m odległości od stref komunikacji i tarasów

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A, Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A



Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Odstępy od komunikacji i tarasów

- W strefie wyrzutu powietrza podczas pracy pompy ciepła może tworzyć się lód nawet przy temperaturach powietrza zasysanego 10 °C!
- Dlatego należy zachować minimum 3 m odległości od stref komunikacji i tarasów

Zachować minimalne odstępy od budynku

- Może powodować gromadzenie wilgoci i zabrudzeń na ścianach
- Nakładanie hałasu i wnikanie do budynku



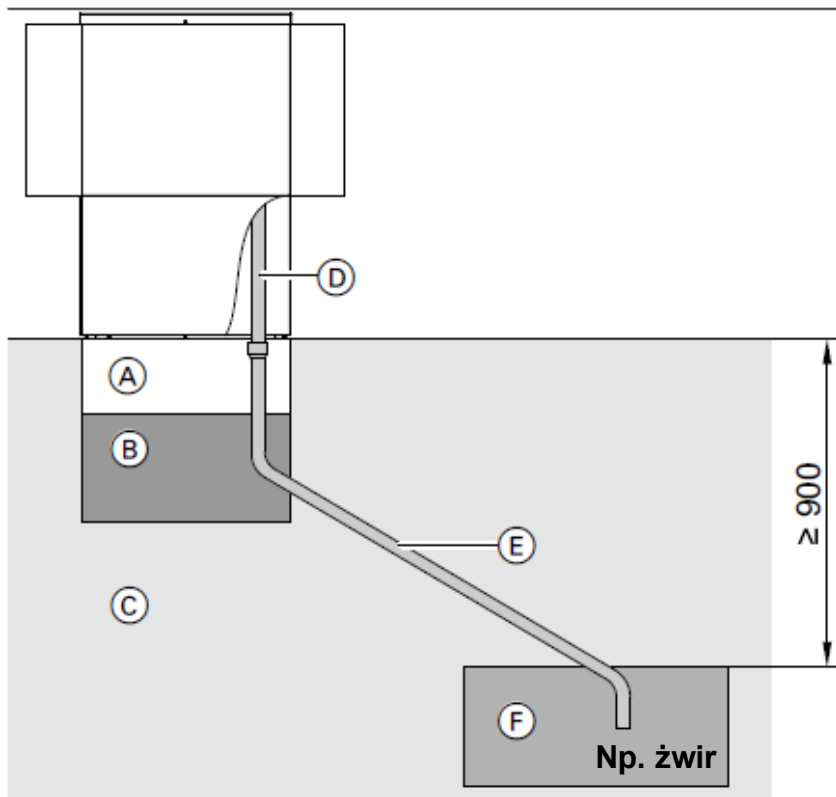
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

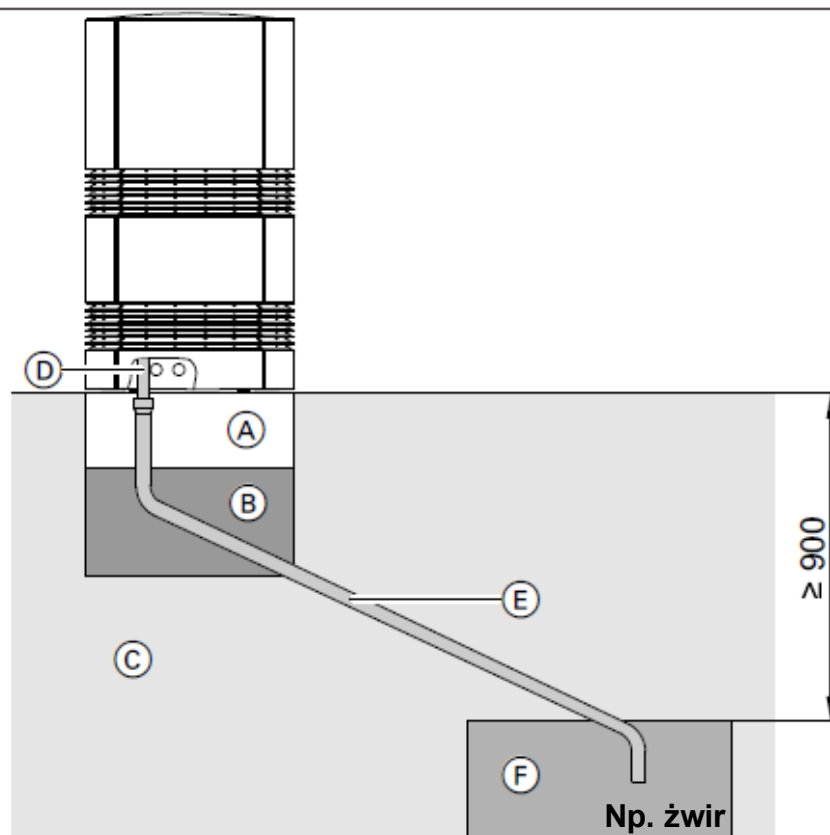
Zapewnić odpływ kondensatu

- Do odprowadzenia kondensatu stosować rurę DN40 prowadzoną poniżej strefy przemarzania gruntu (w przykładzie poniżej $\geq 900\text{mm}$)
- Ilość powstającego kondensatu może sięgać nawet 20 litrów / h

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A, Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A



Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Zapewnić odpływ kondensatu

- Do odprowadzenia kondensatu stosować rurę DN40 prowadzoną poniżej strefy przemarzania gruntu (w przykładzie poniżej $\geq 900\text{mm}$)
- Ilość powstającego kondensatu może sięgać nawet 20 litrów / h



Zdjęcie: INSIDE Poznań, FS Viessmann

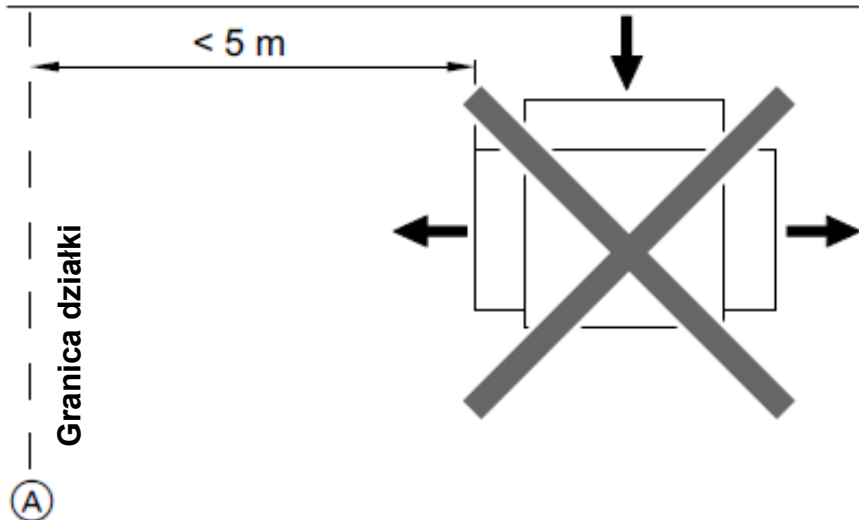
SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

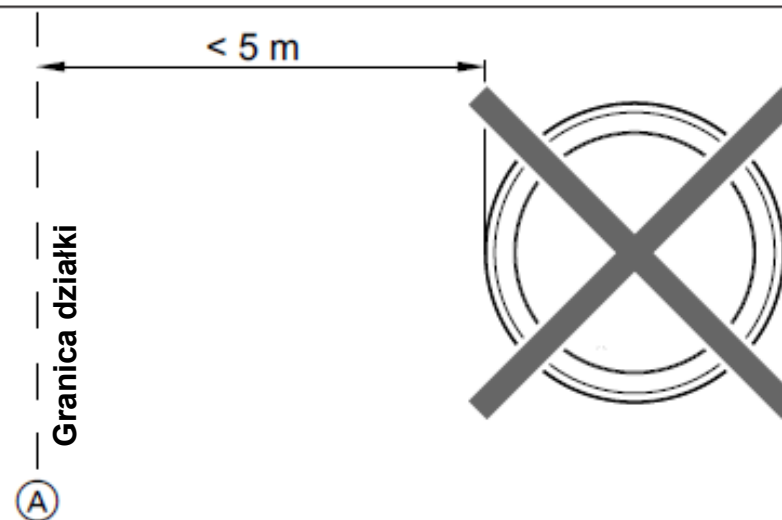
Ustawienie względem granicy działki

- Unikać hałasu na granicy działki z sąsiadami
 - Odległość nie mniejsza niż 5m od granicy działki
 - Stosować dodatkową ochronę przed hałasem

Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.A, Vitocal 350-A, Typ AWHO 351.A



Vitocal 300-A, Typ AWO-AC 301.B



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Ustawienie względem granicy działki

- Unikać hałasu na granicy działki z sąsiadami
 - Odległość nie mniejsza niż 5m od granicy działki
 - Stosować dodatkową ochronę przed hałasem



Zdjęcie: Zortea Warszawa, FP Viessmann

SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

W przypadku porównywania parametrów akustycznych różnych urządzeń, należy opierać się na wartościach poziomu **mocy akustycznej**.

Wartość poziomu ciśnienia akustycznego nie da wiarygodnego obrazu hałasu, gdyż parametr ten jest silnie uzależniony od odległości i tłumienia dźwięku przez otoczenie, w którym ten dźwięk się rozchodzi.

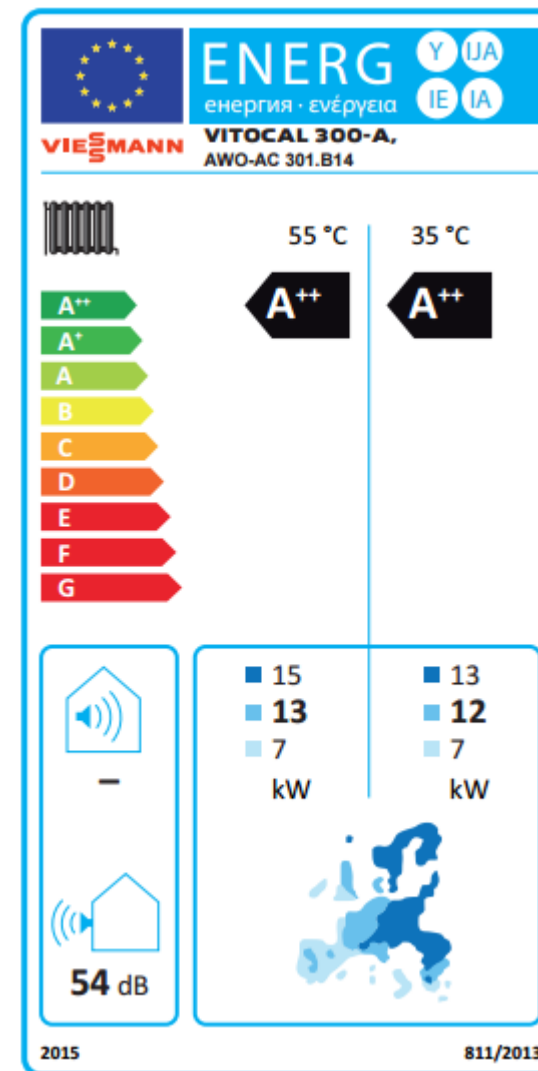
Do zgrubnego przeliczenia wartości mocy akustycznej na wartość ciśnienia akustycznego dla urządzeń swobodnie ustawionych można korzystać z prostych wzorów :

$$L_p[dB(A)] = L_w[dB(A)] - 10 \cdot \lg(4\pi R^2)$$

L_p – poziom ciśnienia akustycznego

L_w – poziom mocy akustycznej

R – dystans od źródła dźwięku [m]

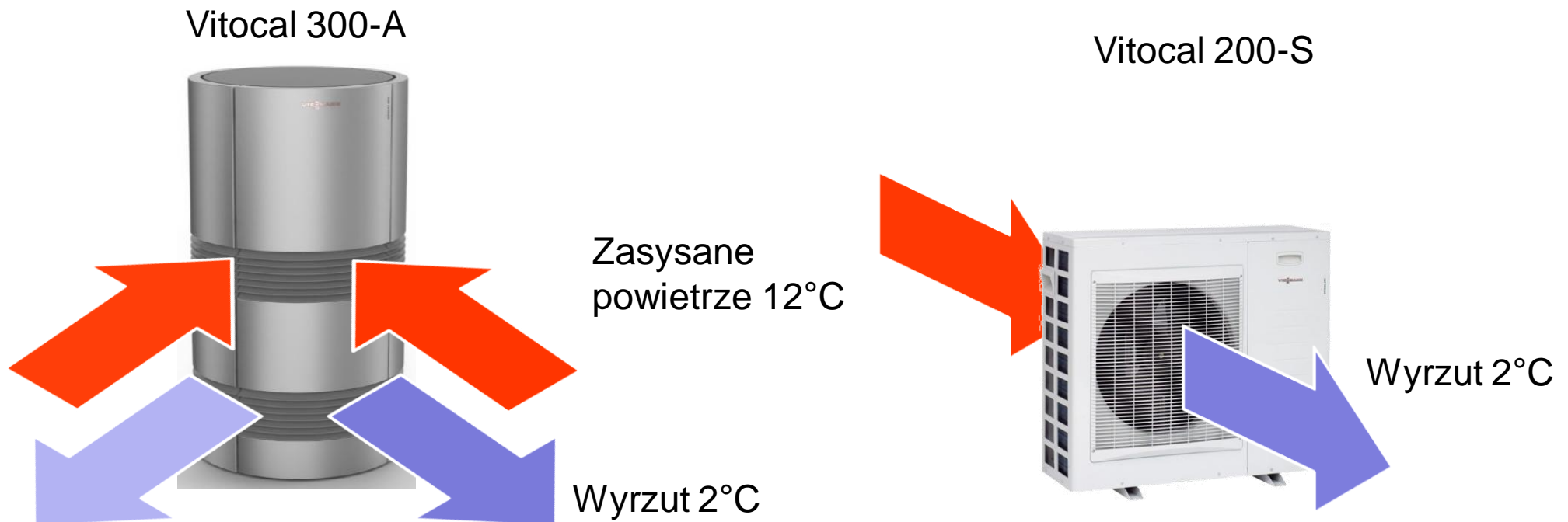


SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Różnica temperatur zasysanie / wyrzut

- Granice pracy dla różnych typów pompy ciepła wynoszą od -25°C do $+35^{\circ}\text{C}$
- Różnica temperatur ΔT wynosi od 6 do 12 K
 - Można dzięki temu potwierdzić, że pompa ciepła pracuje i odbiera ciepło
 - Nie można w ten sposób ocenić aktualnej mocy



SEO - Pompy ciepła

3. Dolne źródło ciepła

Jakie problemy można napotkać w dolnym źródle pompy powietrze/woda ?

- Zabrudzenie powierzchni parownika
 - Zatkany odpływ kondensatu
 - Zamarzanie kanały wyrzutowego – zwracać uwagę na miejsce ustawienie pompy!
- **Regularne wykonywanie przeglądów pomoże uniknąć tych przypadków!**

