



# RESOR - Renewable Energy Sources as a Chance for Development for the Rural Areas



(Odnawialne źródła energii szansą na rozwój obszarów wiejskich)



## **Moduł Nr: Energia geotermalna**

**przygotowane przez New Edu, n.o.**

# Energia geotermalna

- odnosi się do ciepła z wnętrza Ziemi
- może być używana do:
  - bezpośredniego ogrzewania lub wytwarzania energii elektrycznej
  - pośrednio wykorzystywana przez pompy ciepła
- w zastosowaniach energii geotermalnej wykorzystywane są naturalne temperatury gleby lub wody

# Energia geotermalna

- Bezpośrednie użycie do ogrzewania :
  - wykorzystywana jest podwyższona temperatura wód gruntowych
  - ta technologia jest ograniczona do obszarów, które posiadają naturalnie występujące gorące źródła lub łatwy dostęp do wód gruntowych o podwyższonej temperaturze w zakresie 38–120 ° C
  - uzdrowiska, szklarnie czy systemy grzewcze budynków wykorzystują tę wodę
- Bezpośrednie wykorzystanie do energii elektrycznej :
  - technologia ta od dawna stosowała temperatury wody powyżej 150 ° C
  - Nowoczesna technologia umożliwiła wytwarzanie energii elektrycznej przy temperaturze wody poniżej 150 ° C

# Energia geotermalna - definicja

- energia geotermalna nie jest jednoznaczna ze zużyciem energii odnawialnej pochodzącej z gorącej strefy jądrowej o temperaturze wyższej niż  $4\ 000\ ^\circ\text{C}$ 
  - **Jednak ze względu na niewyczerpane rezerwy jest klasyfikowany jako taki**
- dociera na powierzchnię przez wulkaniczne pęknięcia w skałach
- w wyniku powolnego wnikania w powierzchnię powstają strumienie ciepłe, które wynoszą średnio  $0,063\ \text{W} / \text{m}^2$
- w pobliżu powierzchni Ziemi gradient termiczny, który napędza strumień ciepła geotermalnego, jest w przybliżeniu równy  $30\ ^\circ\text{C} / \text{km}$

# Energia geotermalna - definicja

- wynikowa moc jest bardzo duża, ale jest ona rozłożona na tak dużym obszarze, że jej gęstość jest bardzo niska
  - jest znacznie niższa niż gęstość przepływu ciepła pochodzącego ze słońca przy dobrej pogodzie
- utrudnia to wykorzystanie tej energii, ale w regionach o niezwykle dużych źródłach geotermalnych gradient geotermalny jest powyżej średniej
  - w takich miejscach temperatury dochodzące do 200 °C występują na głębokości 1500 i 2500 m

# Energia geotermalna - źródła

- Miejsca o wysokim poziomie wód podpowierzchniowych, charakteryzujące się normalnym nachyleniem:
  - gorące źródła, temperatura wody sięga około 200 ° C, zanieczyszczenia to K, Ca, Au
  - fumarole to źródła gazowe, z których wydostaje się gorąca magma odgazowywana przez promieniowanie lub temperatury wody powierzchniowej przekraczające 1000 ° C
  - wulkany błotne, gorące źródła o dużej zawartości cząstek stałych
  - gejzery, regularnie zaopatrywane w gorące źródła o temperaturze do 140 ° C



<https://www.flickr.com/photos/rwhgould/5991413927>

# Energia geotermalna - źródła

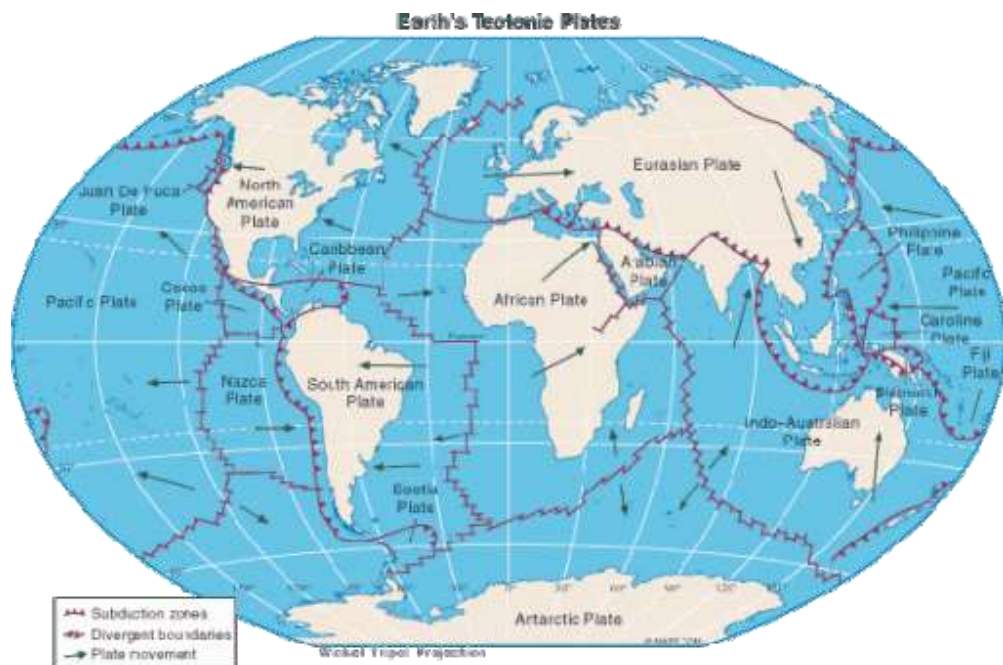
- Pola hipertermiczne, przestrzeń nasycona wodą lub parą:
  - suche - w postaci przegrzania pary wodnej w gorącej skale i doprowadzenia jej do zbiornika
  - mokre - woda wypływa na powierzchnię w postaci płynnej i po zmianie ciśnienia powoduje jej oddziaływanie.



<https://www.science.org.au/curious/technology-future/feeling-heat-geothermal-energy>

# Dostępność energii geotermalnej

- W litosferze Ziemi na głębokości od 30 do 60 km poniżej oceanu może znajdować się jezioro, które w przypadku napotkania stopionej obudowy tworzy łożyska suchej lub mokrej pary wodnej, która wypływa na powierzchnię

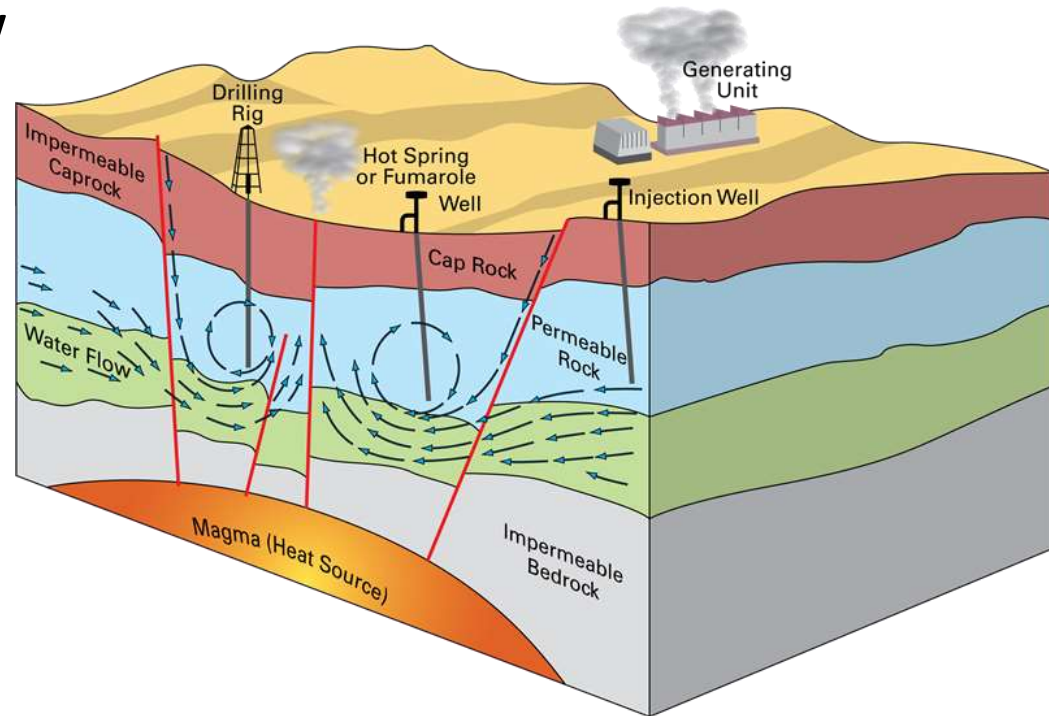


Earth's tectonic faults (The True Mount Sinai, 2019)



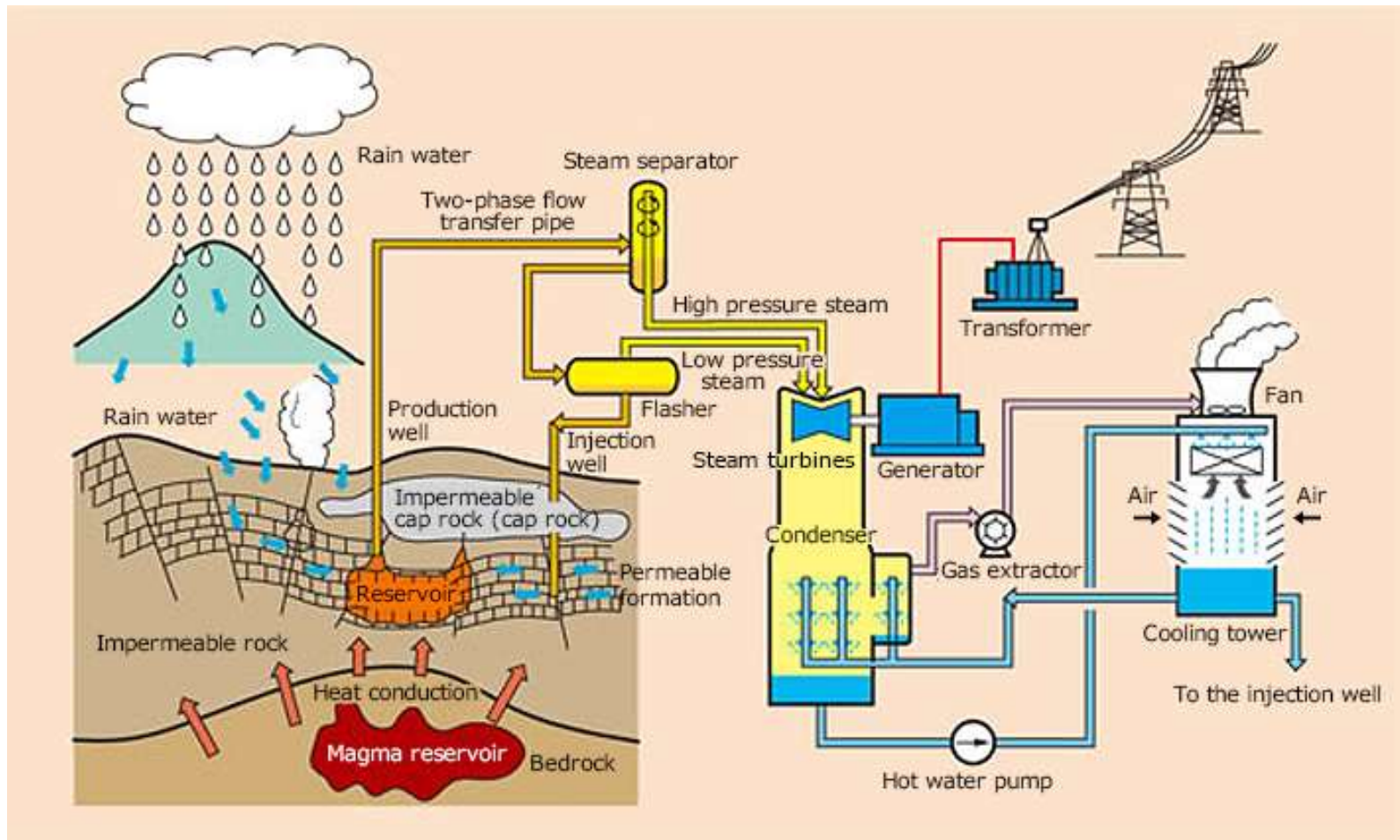
# Energia geotermalna - wytwarzanie

- technologie wytwarzania energii elektrycznej z zasobów geotermalnych:
  - elektrownie błyskowe,
  - instalacje pary suchej,
  - rośliny binarne
  - mieszane elektrownie błyskowe / binarne



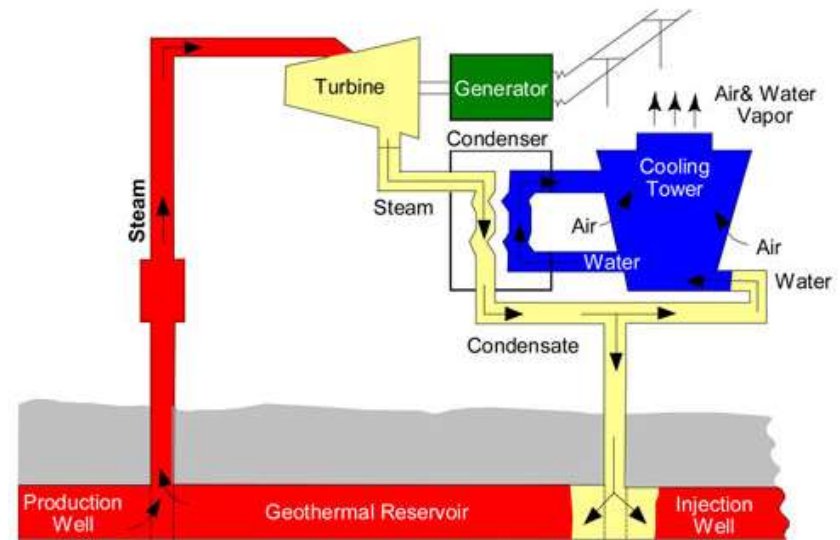
<https://busy.org/@techlife/renewable-energy-how-geothermal-energy-works>

# Elektrownie geotermalne



# Elektrownie na suchą parę

- Używany jako ciepła para, zwykle powyżej 235 ° C
- Ta para jest używana do turbin i generatorów z wirowaniem bezpośrednim
- Jest to jedna z najstarszych i najprostszych zasad i nadal jest stosowana, ponieważ jest to najtańszy sposób wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł geotermalnych



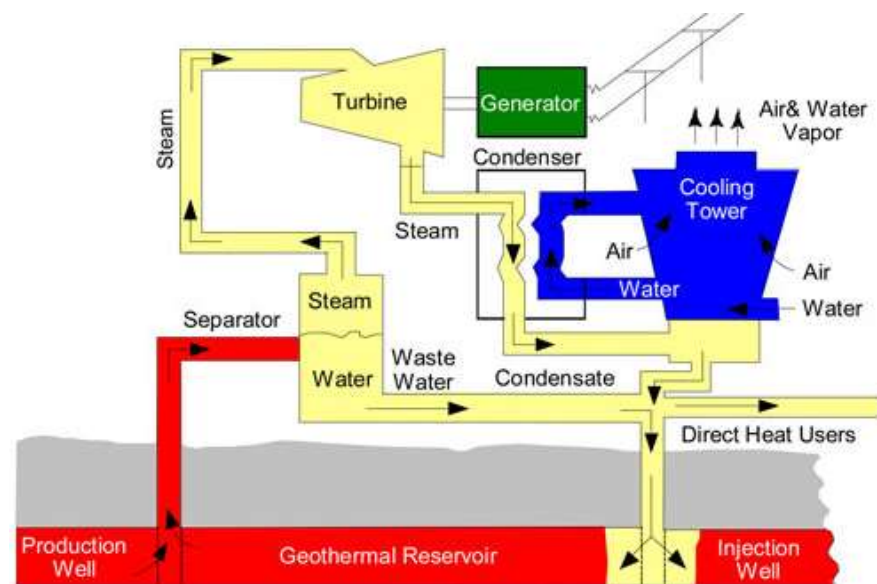
Colorado Geological Survey, 2020

# Pierwsza elektrownia geotermalna na świecie Larderello



# Elektrownie parowe błyskowe

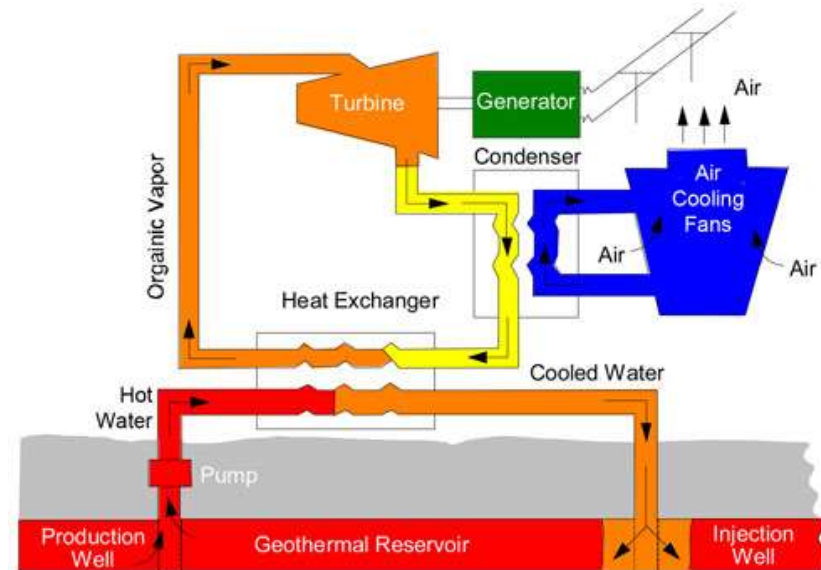
- wykorzystywana jest ciepła woda ze zbiornika geotermalnego pod dużym ciśnieniem i temperaturą powyżej 182 °C
- czerpanie wody ze zbiornika do elektrowni na powierzchni obniża ciśnienie
- ciepła woda staje się parą i przekracza prędkość obrotową turbiny
- woda zamieniona w parę wraca do zbiornika w celu ponownego wykorzystania
- Większość nowoczesnych elektrowni geotermalnych wykorzystuje tę zasadę pracy



Colorado Geological Survey, 2020

# Elektrownie o cyklu binarnym

- Woda używana na zasadzie binarnej jest chłodniejsza niż woda używana w innych metodach wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł geotermalnych
- płyn jest przekształcany w parę o temperaturze zbliżonej do temperatury wrzenia i powoduje wirowanie turbiny i generatora
- zalety:
  - większa skuteczność procedury
  - zużyta woda wraca do zbiornika, a tym samym utrata ciepła i wody jest ograniczona do minimum
- Większość planowanych nowych elektrowni geotermalnych będzie działać na tej zasadzie

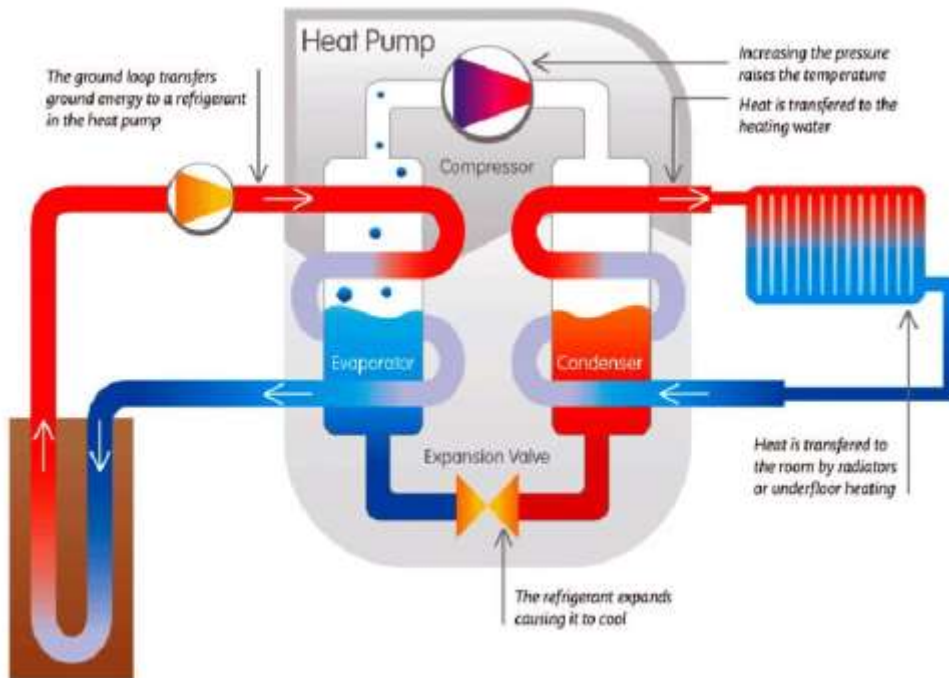


Colorado Geological Survey, 2020

# Geotermalne pompy ciepła

- Innym ciekawym sposobem wykorzystania energii geotermalnej jest ogrzewanie
- zasada opiera się na prostym zastosowaniu płynów geotermalnych, które przenoszą temperaturę wody w wymienniku i są one transportowane rurociągami do grzejników w domu lub w innym miejscu

# Pompa ciepła



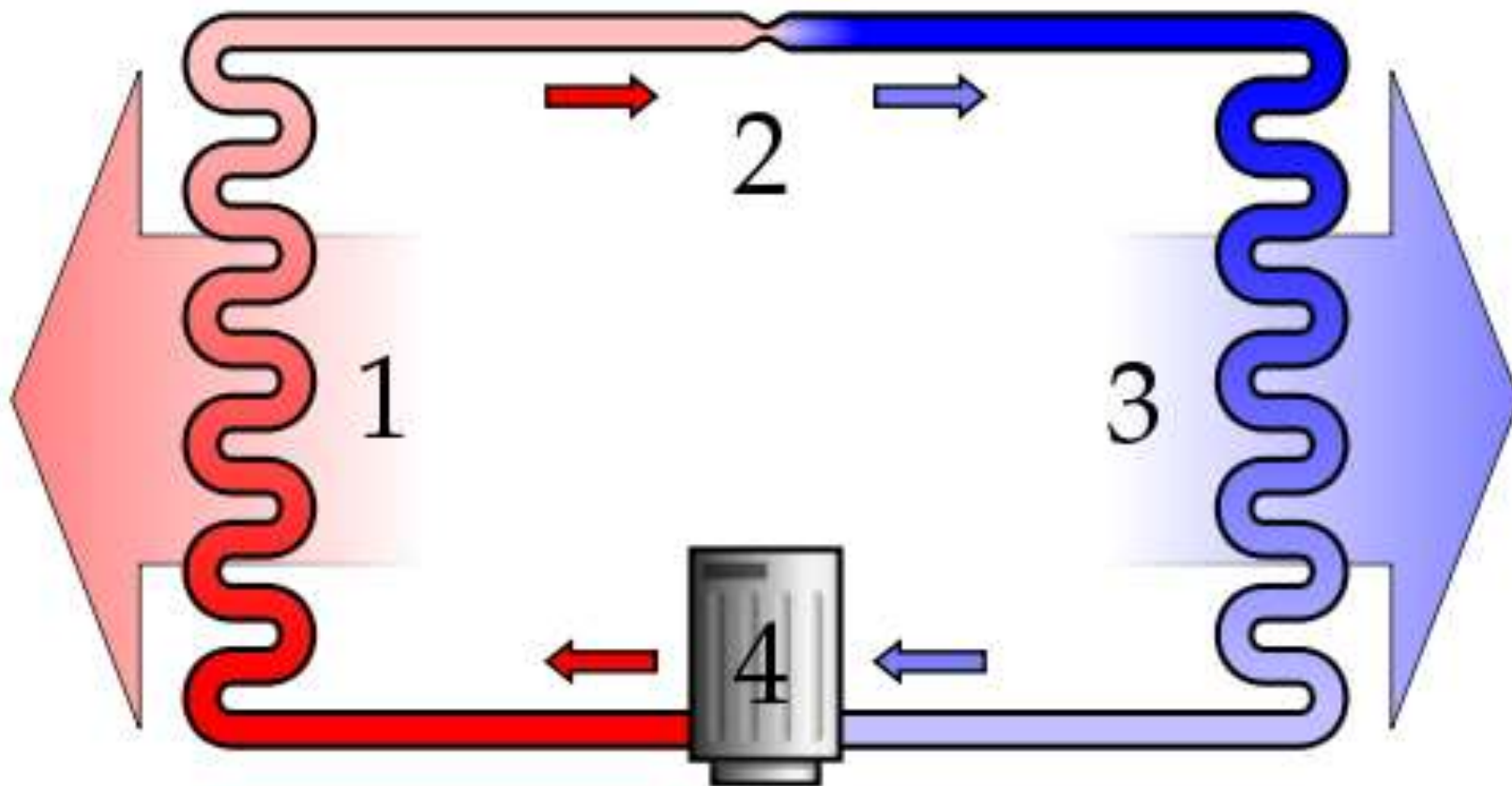
- pompa ciepła wykorzystuje energię cieplną zawartą w ziemi, wodzie lub powietrzu
- pompa ciepła może termicznie ulepszać wodę, która ma temperaturę kilka stopni powyżej zera i dlatego w żaden sposób nie może być używana bezpośrednio do ogrzewania domu do odpowiednio wyższej temperatury



# 4 fazy pompy ciepła

1. **Parowanie:** czynnik chłodniczy krążący w pompie ciepła odbiera ciepło z powietrza, wody lub ziemi, które zmienia stan z ciekłego na gazowy, a następnie wyparowuje.
2. **Sprężanie:** sprężarka pompy ciepła spręża gazowy czynnik chłodniczy, który jest szybko podgrzewany o kilka stopni, poprzez fizyczną zasadę sprężania (przy wyższym ciśnieniu zwiększa temperaturę), aby lekko podnieść temperaturę do wyższych poziomów temperatury, które oscylują wokół 80 ° C.
3. **Kondensacja:** Podgrzany czynnik chłodniczy jest przenoszony przez drugi wymiennik ciepła w grzejnikach wodnych, a następnie schładzany i skrapla się, uwalniając ciepło do wody. Grzejniki oddają ciepło do pomieszczenia, a schłodzona woda w obiegu grzewczym wraca do wymiennika wtórnego w celu ponownego ogrzania.
4. **Rozszerzanie:** czynnik chłodniczy przepływa przez kanał zaworu rozprężnego z powrotem do pierwszego wymiennika, gdzie jest ponownie podgrzewany.

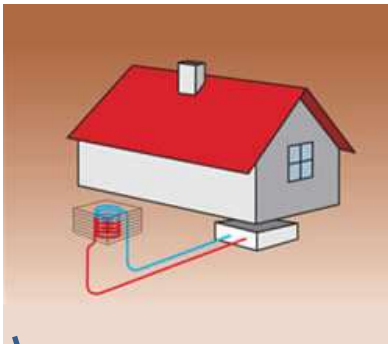
## 4 fazy pompy ciepła



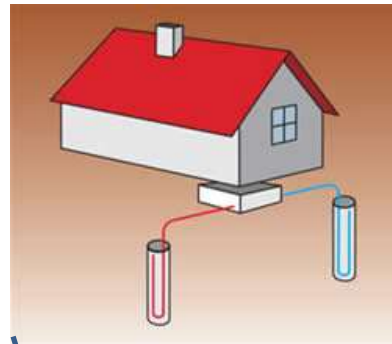
# Rodzaje pomp ciepła

- Ze względu na rodzaj chłodzonych i ogrzewanych mediów wyróżniono następujące rodzaje pomp ciepła:
  - powietrze / woda - typ uniwersalny, centralne ogrzewanie
  - powietrze / powietrze - dodatkowe źródło ciepła, ogrzewanie ciepłym powietrzem, klimatyzacja
  - woda / woda - wykorzystanie ciepła odpadowego, energii geotermalnej, centralnego ogrzewania
  - płyn niezamarzający / woda - uniwersalny rodzaj centralnego ogrzewania, ciepło to często odwiert lub kolektor gruntowy
  - woda / powietrze - systemy ogrzewania gorącym powietrzem

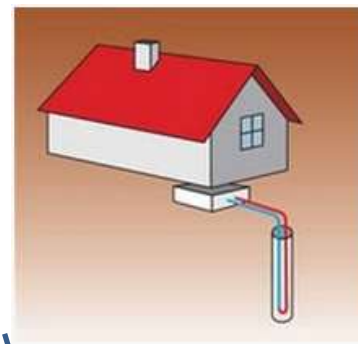
# Rodzaje pomp ciepła



Zasada działania pompy ciepła powietrze / woda(Ekowatt, 2008)



Zasada działania pompy ciepła woda/ woda(Ekowatt, 2008)



Powierzchnia terenu wykorzystywan a do pomp ciepła(Ekowatt, 2008)



Głębokie zastosowanie do pomp ciepła(Ekowatt, 2008)

# Zasoby naturalne dla pompy ciepła

Naturalne zasoby ciepła	Zakres temperatury [°C]
Powietrze na zewnątrz	-10 do -15
Ciepło odpadowe	15 do 25
Wody gruntowe	4 do 10
Wody powierzchniowe (jezioro, rzeka ...)	0 do 10
Wody geotermalne	15 do 90
Skąły	0 to 5
Ziemia, gleba	0 to 10
Ścieki	more than 10

# Cel zastosowania pompy ciepła

- **Ogrzewanie:**

- pompa ciepła nadaje się zasadniczo do energooszczędnych systemów grzewczych (np. ogrzewanie podłogowe / ścienne)
- najnowsze osiągnięcia oferują pompy ciepła o wyższej wydajności, które są odpowiednie dla wszystkich typów domów jednorodzinnych (nie tylko energooszczędnych) i dla wszystkich typów systemów grzewczych
- efektywność i oszczędność kosztów uzyskiwana dzięki pompie ciepła jest tym większa, im większa jest ilość energii, którą musimy dostarczyć do naszego domu

# Cel zastosowania pompy ciepła

- **Podgrzewanie wody:**
  - wiele pomp ciepła posiada wbudowany zbiornik na ciepłą wodę
  - Podgrzewanie ciepłej wody jest zwykle preferowane przed ogrzewaniem, tzn. najpierw pompa ciepła podgrzewa ciepłą wodę, a następnie oddaje ciepło do systemu grzewczego

# Cel zastosowania pompy ciepła

- **Schładzanie:**

- bardzo często funkcja chłodzenia jest zintegrowana z pompą ciepła
- w tym przypadku pompa ciepła może pracować „na lewą stronę” - pobiera ciepło z pomieszczenia i chłodzi poprzez substancję roboczą, aby oddać ciepło z powrotem do środowiska naturalnego



# Przed rozpoczęciem projektu pompy ciepła...

... należy wziąć pod uwagę kilka ważnych czynników:

- **Przeznaczenie:**

- typ pompy ciepła nastawiony na moc, funkcja, potrzeba dodatkowego źródła ciepła i tak dalej

- **System grzewczy:**

- dla pomp ciepła najlepsze są niskotemperaturowe systemy grzewcze - np. ogrzewanie podłogowe
- moc wyjściowa to zmniejszone zapotrzebowanie na energię cieplną użyteczną z pompy ciepła, dzięki czemu system działa wydajnie

# Przed rozpoczęciem projektu pompy ciepła...

... należy wziąć pod uwagę kilka ważnych czynników:

- **Niskie potencjalne źródło ciepła:**

- oprócz wydajności, czystości i temperatury źródła należy wziąć pod uwagę również jego odległość od punktu zapotrzebowania
- wiąże się z tym wymagana początkowa inwestycja - orurowanie, ilość trąbek, głębokość odwiertu, koszt filtra, uzdatnianie wody i tak dalej

- **Tryb pracy:**

- istnieją koszty eksploatacji sprężarki i pompy (zwykle energii elektrycznej), współczynnik wydajności identyfikacji
- im mniejsza różnica między temperaturą skraplania czynnika chłodniczego a parowaniem, tym większa sprawność pompy ciepła
- ukierunkowanie na miesiące zimowe, kiedy temperatura otoczenia jest najmniejsza i zapotrzebowanie na ciepło jest najwyższe

# Ryzyko związane z wykorzystaniem energii geotermalnej

- **aspekty ekologiczne:**
  - podczas eksploatacji energii geotermalnej uwalniane są emisje o zapachu chemicznym, zwłaszcza amoniak i siarka
  - podczas tej transformacji traci się dużą część energii
  - jest to oczywiste, biorąc pod uwagę zasadę produkcji



# Wady i zalety

- odnawialne źródło energii
- znana i dobrze rozwinięta technologia
- cena jest porównywalna z ceną energii elektrycznej wytwarzanej z innych źródeł energii



# Wady i zalety



- ograniczony potencjał
- zależy od geologii
- niska efektywność energetyczna, zależy od osiągalnej temperatury substancji roboczej
- wysokie koszty początkowe,
- wysokie zużycie wody