



WIRTSCHAFTS  
AKADEMIE  
NORD

Hansestadt  Stralsund



KREATOR WIEDZY  
FUNDACJA



# ENERGIA GEOTERMALNA

Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach  
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości  
Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule  
für Fachkräfte der Zukunft

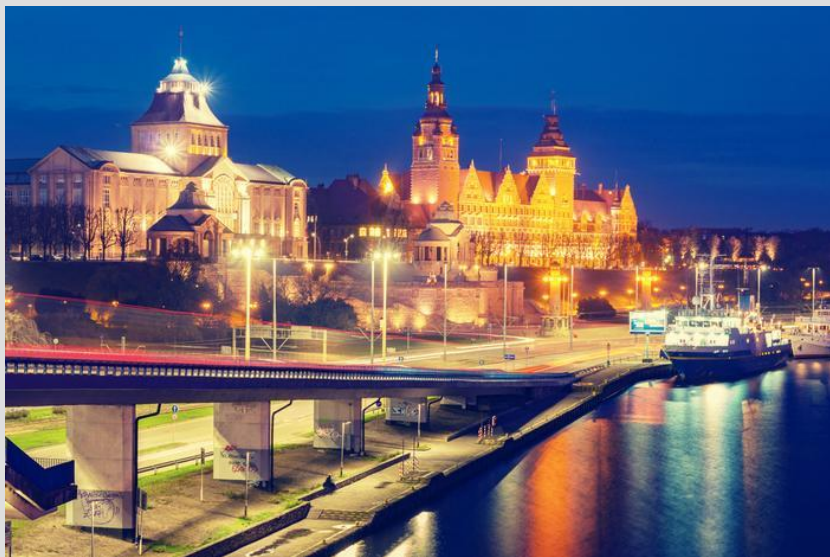
Partner projektu: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Al. Piastów 17, PL 70-310 Szczecin

Praca opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra  
Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2020-2022; umowa nr 5197/INTERREG V A MV/BB/PL/2021/2

# DLACZEGO ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII?



- Znacząco wzrasta zapotrzebowanie na energię
- Istniejące zasoby paliw kopalnych wyczerpują się



**Miasto Szczecin**  
www.shutterstock.com



**Kopalnia odkrywkowa węgla kamiennego Wyoming USA**  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coal\\_mine\\_Wyoming\\_\(cropped\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Coal_mine_Wyoming_(cropped).jpg) (CC-Licence)

# DLACZEGO ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII?



- Środowisko jest zanieczyszczane produktami spalania paliw kopalnych



**Fabryka zanieczyszczająca powietrze**

[https://pl.wikipedia.org/wiki/Zanieczyszczenie\\_%C5%9Brodowiska#/media/Plik:AirPollutionSource.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Zanieczyszczenie_%C5%9Brodowiska#/media/Plik:AirPollutionSource.jpg) (CC-License)



**Smog w Nowym Jorku**

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SmogNY.jpg#/media/Plik:SmogNY.jpg> (CC-License)

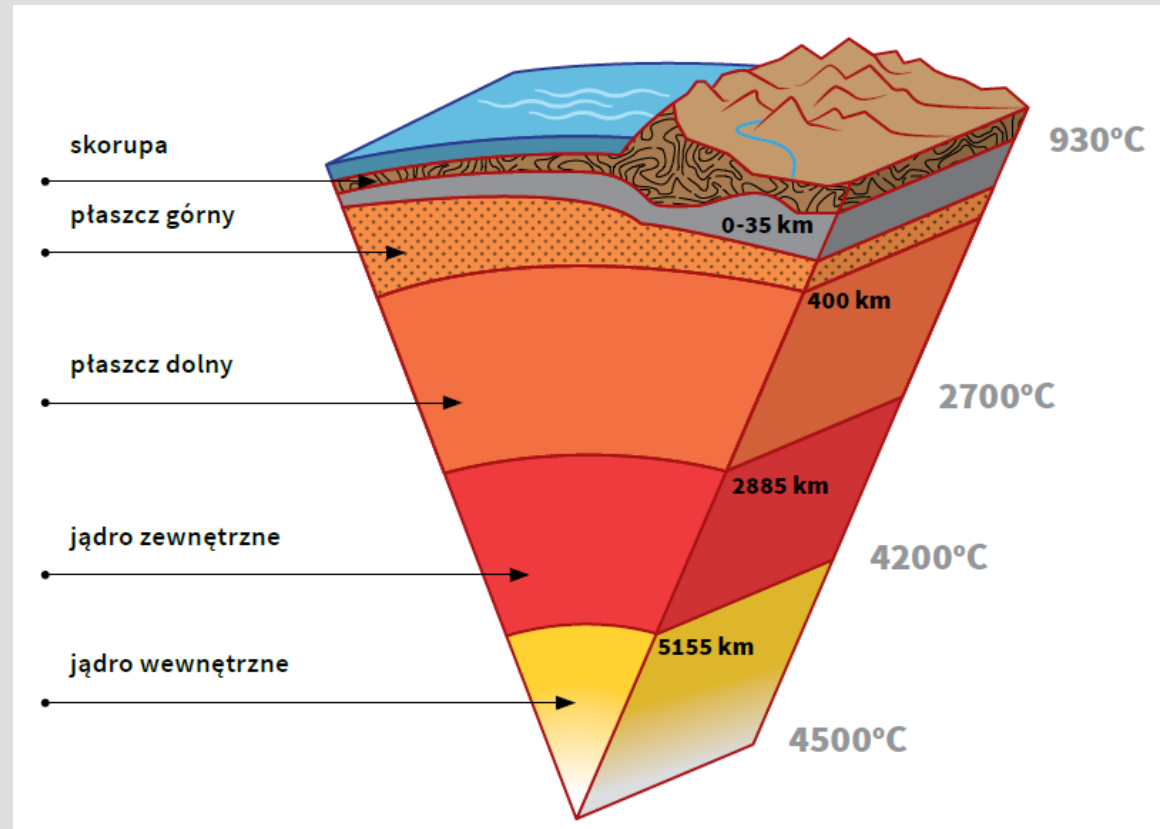
# CO TO JEST ENERGIA GEOTERMICZNA?



- ✓ To zasoby ciepła zakumulowanego we wnętrzu Ziemi
- ✓ To naturalna energia zawarta w skałach i wodach, wypełniających przestrzenie w formie porów i szczelin znajdujących się w skorupie ziemskiej

# ENERGIA GEOTERMICZNA

- ✓ Temperatura Ziemi wzrasta w kierunku przesuwania się w głąb skorupy ziemskiej



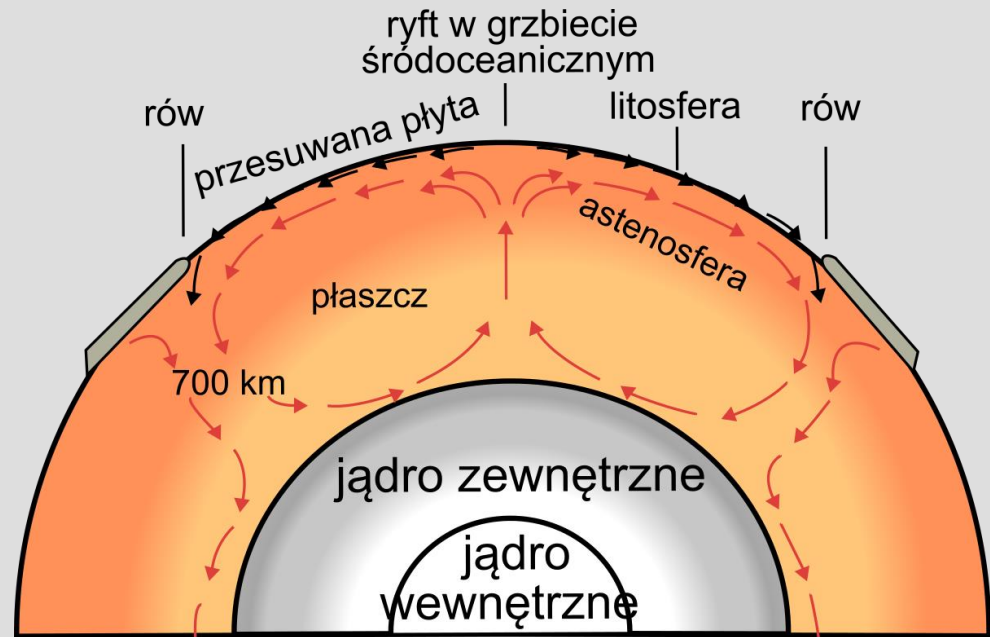
**Budowa wnętrza Ziemi i temperatury**

<http://naszaenergia.kujawsko-pomorskie.pl/>

# ENERGIA GEOTERMICZNA



- ✓ Ciepło z wnętrza Ziemi pochodzi z dwóch źródeł:
- 1) Około 45-90% ciepła pochodzi z rozpadu pierwiastków promieniotwórczych Uranu ( $^{238}\text{U}$ ) i Toru ( $^{232}\text{Th}$ ) w ziemskim płaszczu
- 2) Pozostałe ciepło pochodzi z ochładzania się płaszczu Ziemi, z tarcia wewnętrznego wywołanego siłami pływowymi i zmianami prędkości obrotu Ziemi



**Budowa Ziemi i przemieszczanie się płyt**

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oceanic\\_spreading\\_pl.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oceanic_spreading_pl.svg)  
(CC-License)

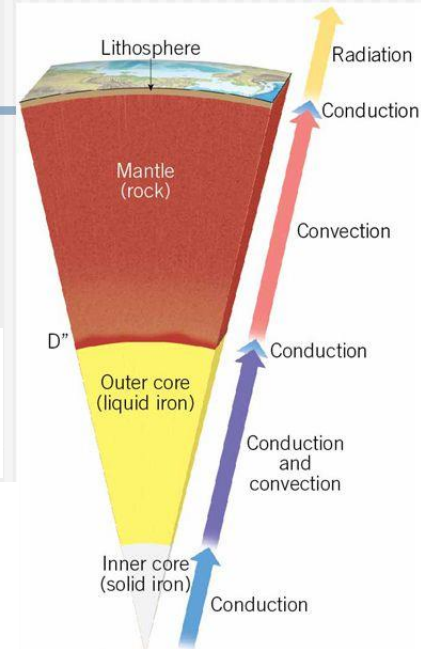
# ENERGIA GEOTERMICZNA



✓ Ciepło jądra Ziemi jest transportowane do skorupy ziemskiej przez płaszcz Ziemi

## **SPOSOBY WYMIANY CIEPŁA**

- **PRZEWODZENIE**  
atomy substancji
- **KONWEKCYJA**  
ruch, cyrkulacja
- **PROMIENIOWANIE**  
emisja energii cząstek lub fal



Wycinek Ziemi – sposoby transportu ciepła we wnętrzu Ziemi

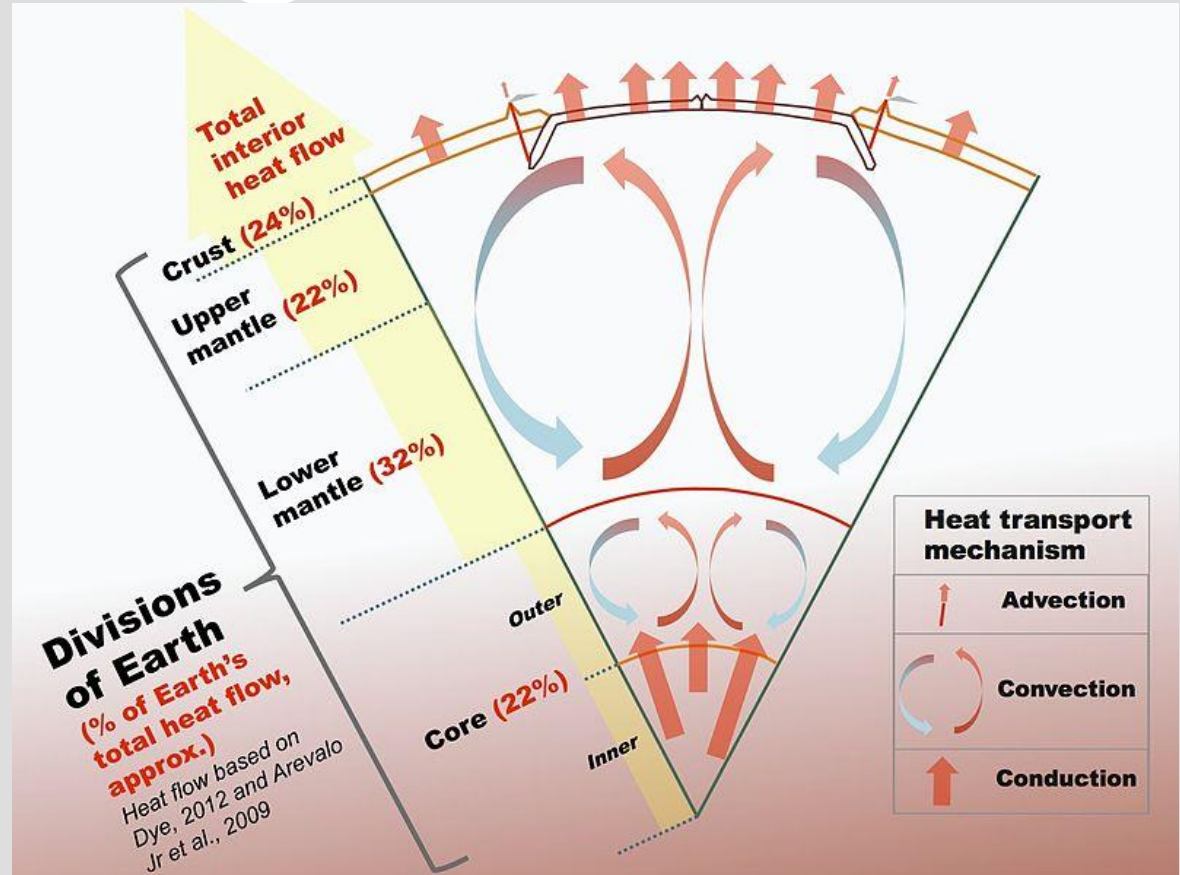
<https://slideplayer.com/slide/9377995/>

(CC-License)

# ENERGIA GEOTERMICZNA



- ✓ Transport ciepła od jądra przez warstwy Ziemi na powierzchnię zachodzi przez:
  - przewodzenie,
  - konwekcję
  - promieniowanie



Wycinek Ziemi – sposoby transportu ciepła we wnętrzu Ziemi

[https://en.wikipedia.org/wiki/File:Heat\\_flow\\_of\\_the\\_inner\\_earth.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Heat_flow_of_the_inner_earth.jpg)  
(CC-License)



# ENERGIA GEOTERMICZNA

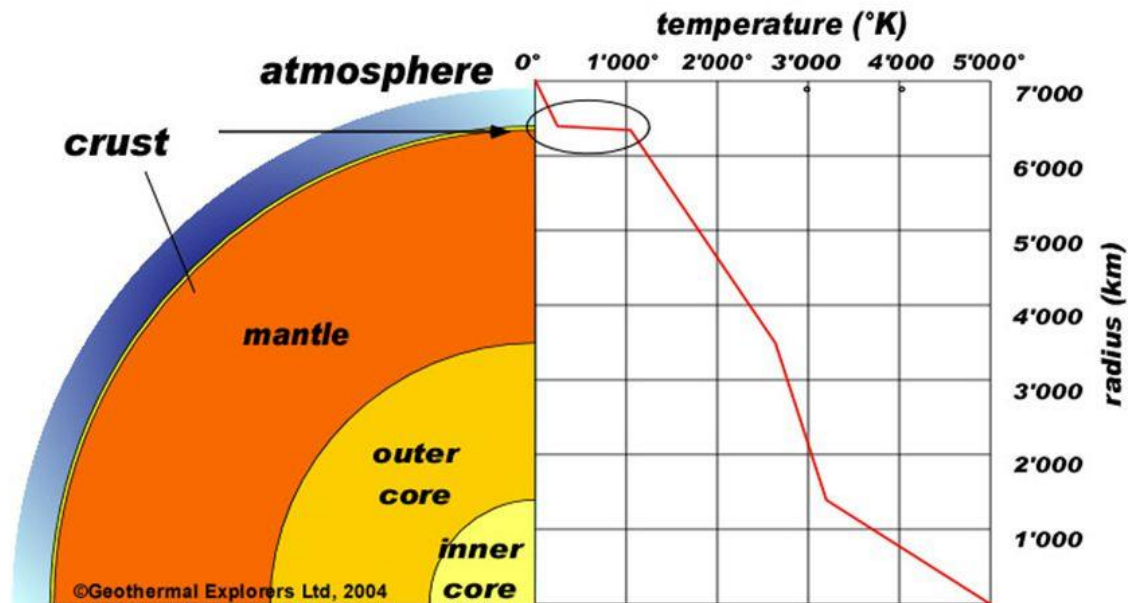


- W jądrze Ziemi zachodzi rozpad pierwiastków promieniotwórczych, którego efektem jest wysoka temperatura dochodząca do ok. 4500 °C
- **Temperatura ta maleje w miarę zbliżania się do powierzchni Ziemi o 15-80 °C na jeden kilometr, w zależności od rodzaju skał i warunków geologicznych**
- Poza obszarami aktywnymi tektonicznie przyjmuje się, że średni **gradient temperatury** (zmiana temperatury) skorupy ziemskiej **wynosi 25-30 °C/km**

# ENERGIA GEOTERMICZNA



## Earth Temperature Gradient



5

Profil temperatury (gradient temperatury) wzdłuż promienia Ziemi

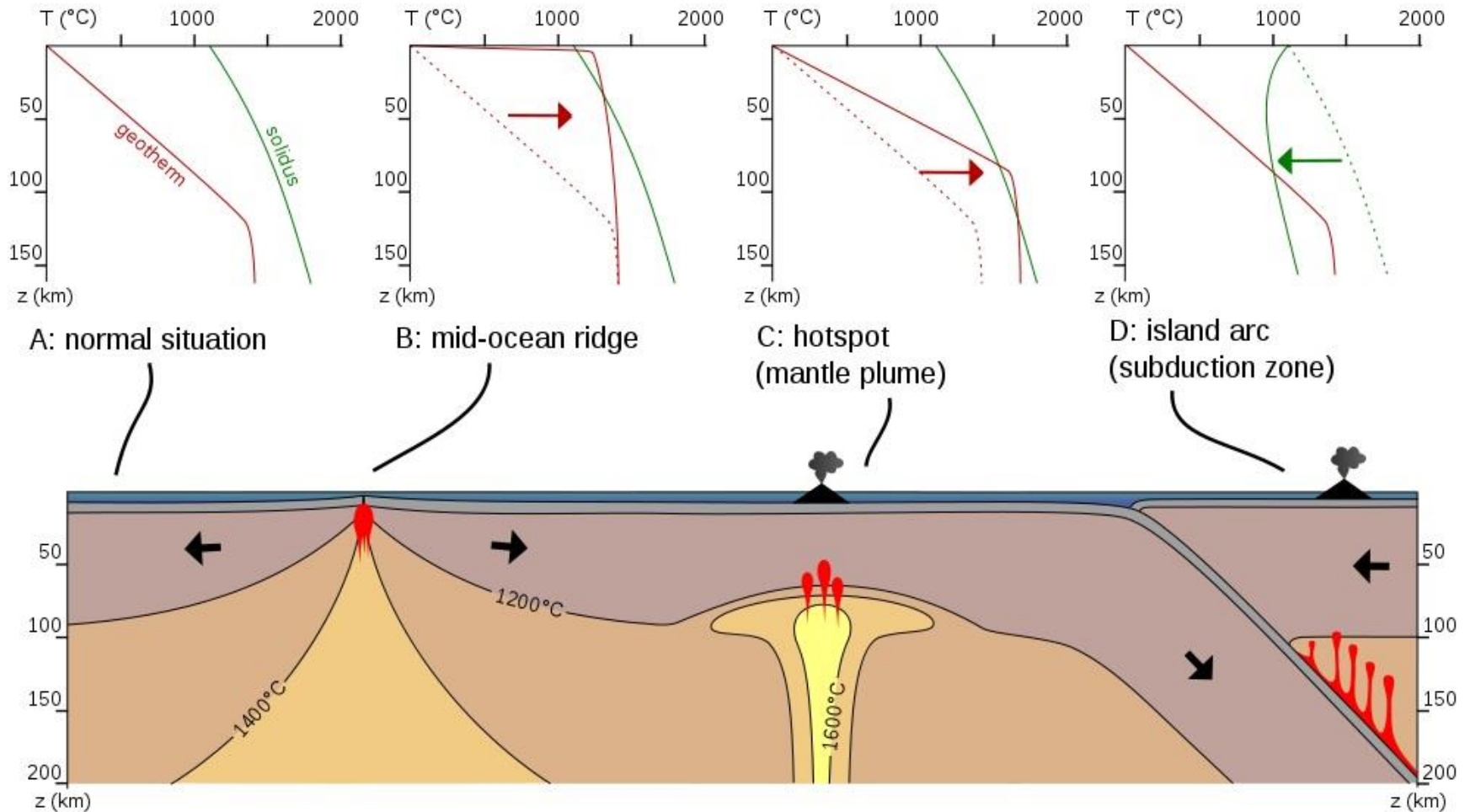
<https://www.slideshare.net/MakmurSaini1/geothermal-energy-54630023>

# ENERGIA GEOTERMICZNA



- Z punktu widzenia możliwości praktycznego wykorzystania tego gradientu rozróżnia się następujące rejony geotermiczne:
  - hipertermiczny z gradientem temperatury większym niż  $80\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$
  - semitermiczny od  $40$  do  $80\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$
  - normalny z gradientem do  $40\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{km}$

# PRZYKŁADY GEOTERMICZNYCH GRADIENTÓW TEMPERATURY



Przykłady geotermicznych gradientów temperatury

<http://www.geologyin.com/2014/12/geothermal-gradient.html>

# ENERGIA GEOTERMICZNA



- ✓ Część ciepła jądra Ziemi jest transportowana do skorupy ziemskiej przez płaszcz
- ✓ Szacuje się, że strumień ciepła wypływającego na powierzchnię Ziemi to ponad 45-60 TW (1 terawat =  $10^{12}$  wat)
- ✓ Strumień ciepła geotermalnego wynoszący około  $0,063 \text{ W/m}^2$  daje w efekcie wzrost temperatury w kierunku środka Ziemi o około  $25\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C/km}$ , co przy uwzględnieniu objętości kuli ziemskiej stanowi praktycznie niewyczerpane źródło energii

# ENERGIA GEOTERMICZNA A ENERGIA GEOTERMALNA



- ✓ Energia geotermiczna to energia strumienia ciepła wynikającego z gradientu temperatury skorupy ziemskiej
- ✓ Energia geotermalna przejawia się w postaci gorących wód występujących naturalnie w Ziemi lub wód wprowadzanych do gorących skał podziemnych

# ENERGIA GEOTERMALNA



## ZASOBY ENERGII GEOTERMALNEJ

### hydrotermiczne



- Zasoby hydrotermiczne odnoszą się do wody, pary lub mieszaniny parowo-wodnej, które to czynniki występują w szczelinach skalnych, żyłach wodnych lub w warstwach wodonośnych i są wykorzystywane obecnie

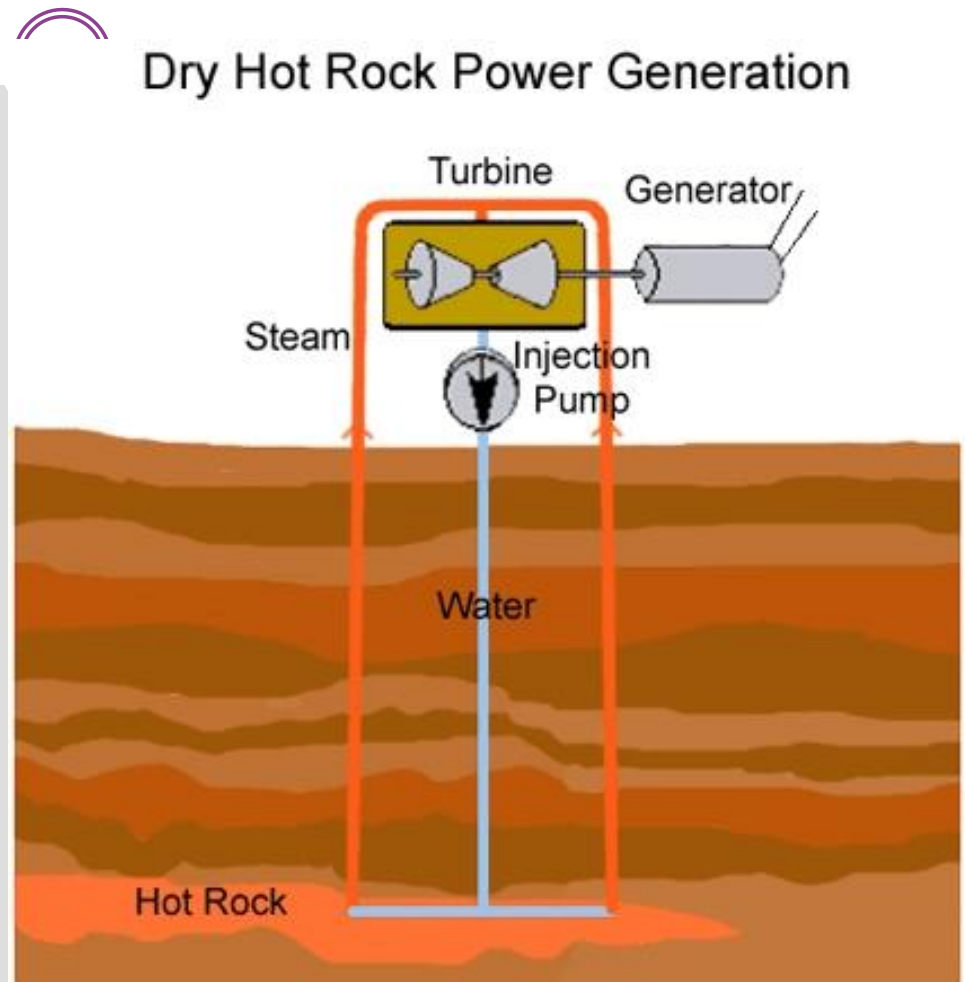
### petrotermiczne



- Zasoby petrotermiczne to energia cieplna zgromadzona w suchych, ogrzanych i porowatych skałach, ma ona znaczenie perspektywiczne (przewiduje się wykorzystywanie w przyszłości np. techniką ang. Hot Dry Rocks – HDR)

# ZASOBY PETROTERMICZNE ENERGII GEOTERMANEJ

- ✓ Energię tę można pozyskiwać przez wtłaczanie w naturalne lub sztucznie utworzone szczeliny skalne pod dużym ciśnieniem wody, która przejmuje ciepło gorących skał, po czym jest wypompowywana na powierzchnię Ziemi i wykorzystywana.
- ✓ Istnieje możliwość wykonania odwiertów i wykorzystania energii petrotermicznej zgromadzonej na głębokości 5000 m, jednak praktycznie opłacalne jest dokonywanie odwiertów jedynie do głębokości 2000 metrów (2 km)



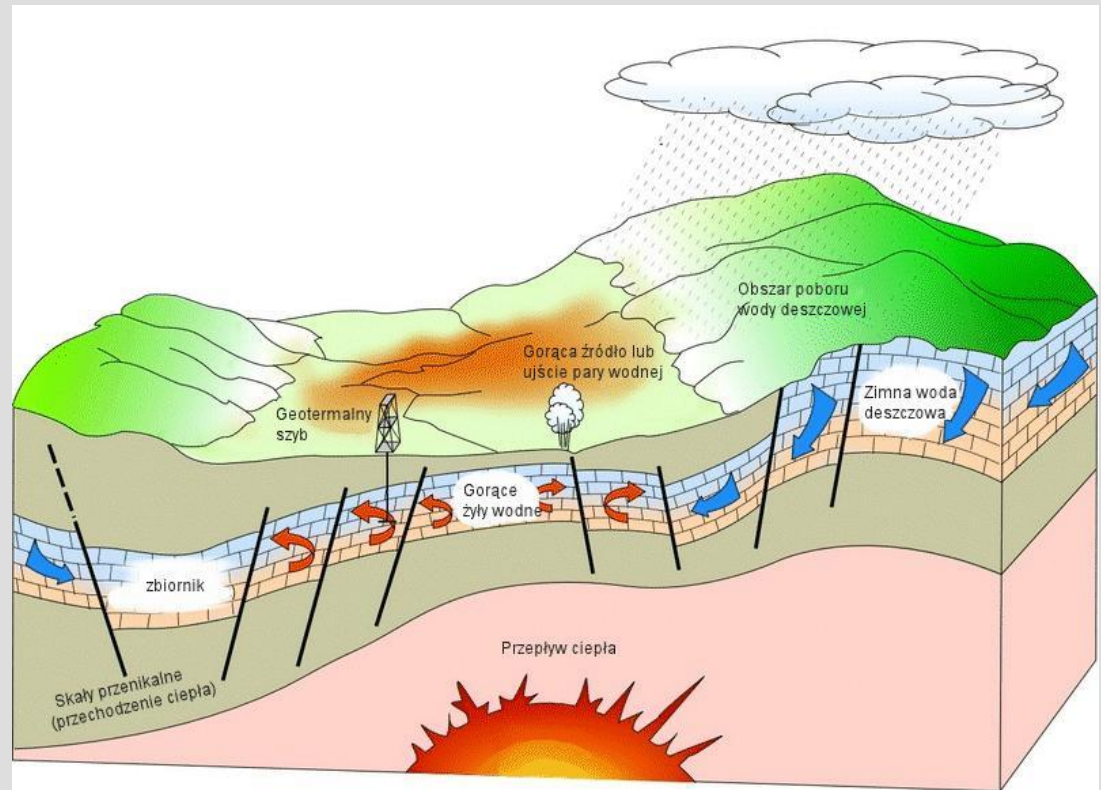
**Schemat wykorzystania energii suchych gorących skał (HDR)**

<https://www.greenbizcafe.com/hot-dry-rock-geothermal-energy/>



# ZASOBY HYDROTHERMICZNE ENERGII GEOTERMALNEJ

- ✓ Pokłady wód geotermalnych powstają w wyniku wnikania wód opadowych w głąb Ziemi, gdzie w kontakcie z aktywnymi ogniskami magmy lub ciepłymi skałami wody podgrzewają się a następnie przepływają w kierunku powierzchni jako gorąca woda lub para wodna



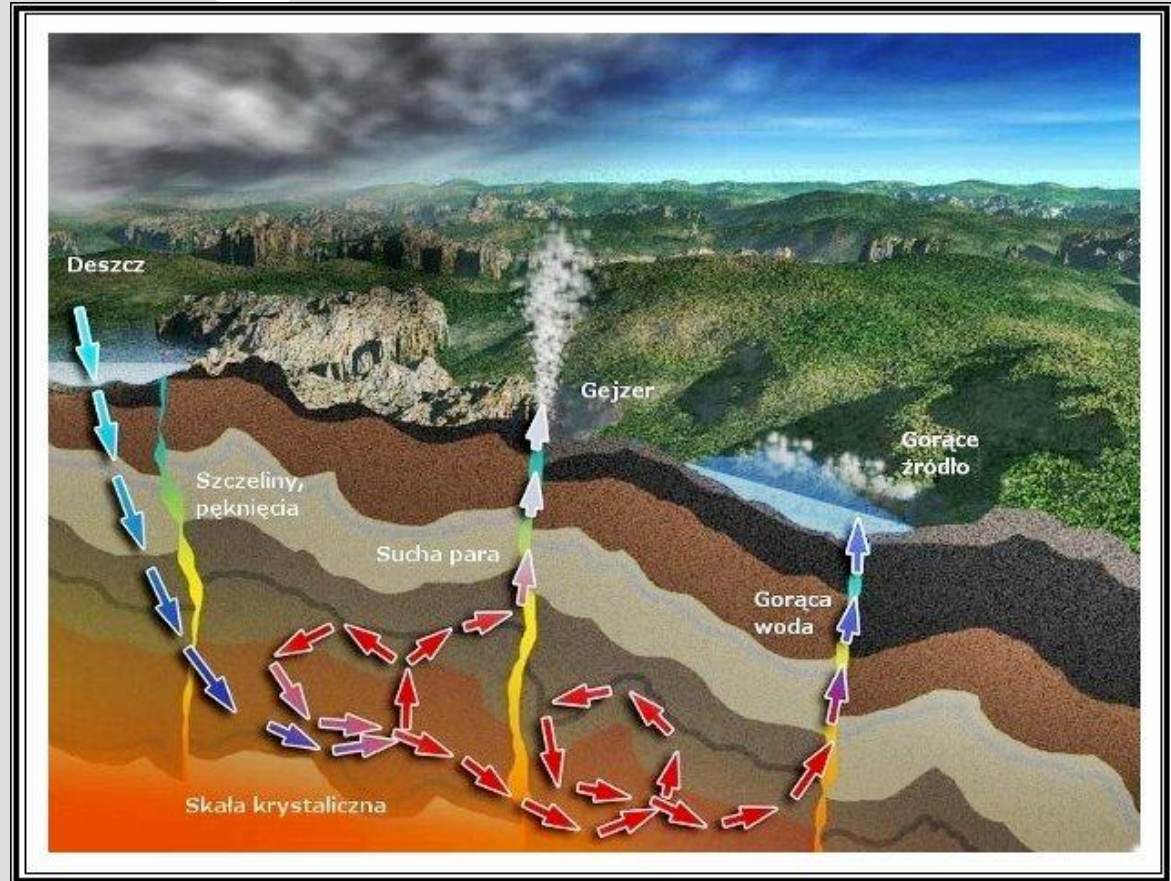
## Pokłady wód geotermalnych

<https://frakdawid.wordpress.com/2012/02/22/energia-wnetrza-ziemi/>

# ZASOBY HYDROTHERMICZNE ENERGII GEOTERMALNEJ



- ✓ Głębokość zalegania złóż wody geotermalnej jest mocno zróżnicowana w poszczególnych miejscach globu, ale najczęściej zawiera się w granicach 1000-4500 metrów, i więcej
- ✓ Wody geotermalne najszersze zastosowanie znajdują w energetyce cieplnej, ale duże możliwości jej wykorzystania istnieją również w innych gałęziach przemysłu



## Pokłady wód geotermalnych

<https://milenarogozinska.wordpress.com/2012/02/13/podroz-do-wnetrza-ziemi-czyli-energia-geotermalna/>

# GEJZERY – NATURALNE ZASOBY ENERGII GEOTERMALNEJ



- ✓ Gejzer – wybuchająca głęboko z Ziemi para wodna o wysokiej temperaturze
- ✓ Spektakularne zjawisko występujące w Islandii (nazwa pochodzi z islandzkiego „geysa” – „wylewać się”) a także w Nowej Zelandii (Rotorua), USA (park Yellowstone), Kamczatce, Japonii
- ✓ Wybuchom gejzerów mogą towarzyszyć wyziewy trujących gazów

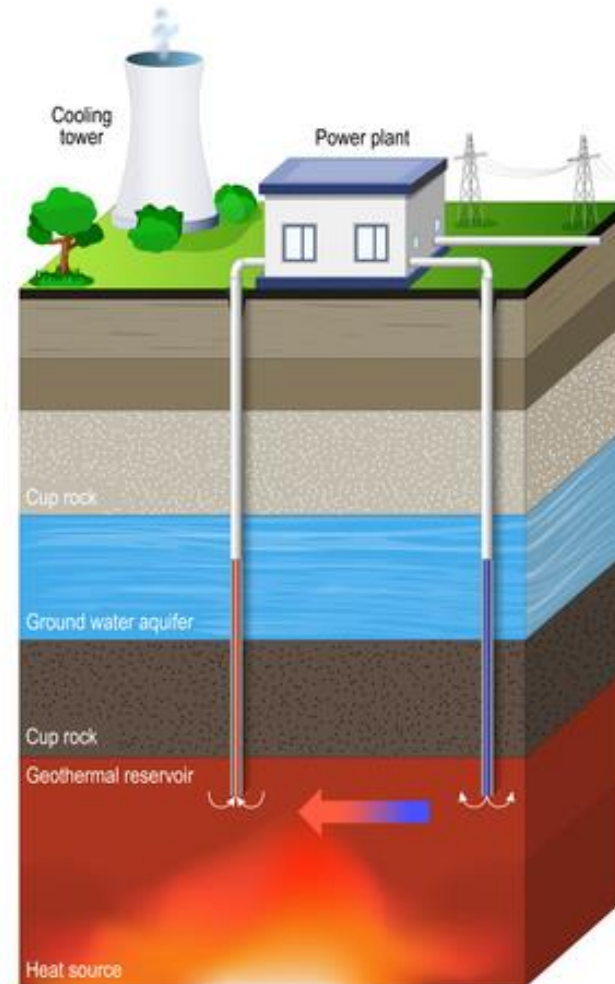


**Geysir (Islandia), wysokość 70-80 m**

źródło własne

# WYDOBYCIE ENERGII GEOTERMALNEJ

- ✓ Wody geotermalne wydobywa się na powierzchnię ziemi przy pomocy odwiertów wydobywczych
- ✓ Po odebraniu ciepła woda zatłaczana jest odwiertem chłonnym z powrotem do złoża
- ✓ Najgłębsze otwory geotermalne sięgają około 5000 m



Otwory eksploatacyjne do pozyskania energii geotermalnej

<https://fysik.ugglansno.se/geotermisk-varme/>

# ZASTOSOWANIE ENERGII GEOTERMALNEJ



- ✓ W przeciwieństwie do paliw kopalnych energia geotermalna jest relatywnie czysta i przydatna do zaspokojenia wielu potrzeb człowieka
- ✓ Może być wykorzystana do celów grzejnych, przemysłowych i do wytwarzania energii elektrycznej

# ZASTOSOWANIE ENERGII GEOTERMALNEJ



## GŁĘBOKOŚĆ WYSTĘPOWANIA ZŁOŻA

### Geotermia płytka



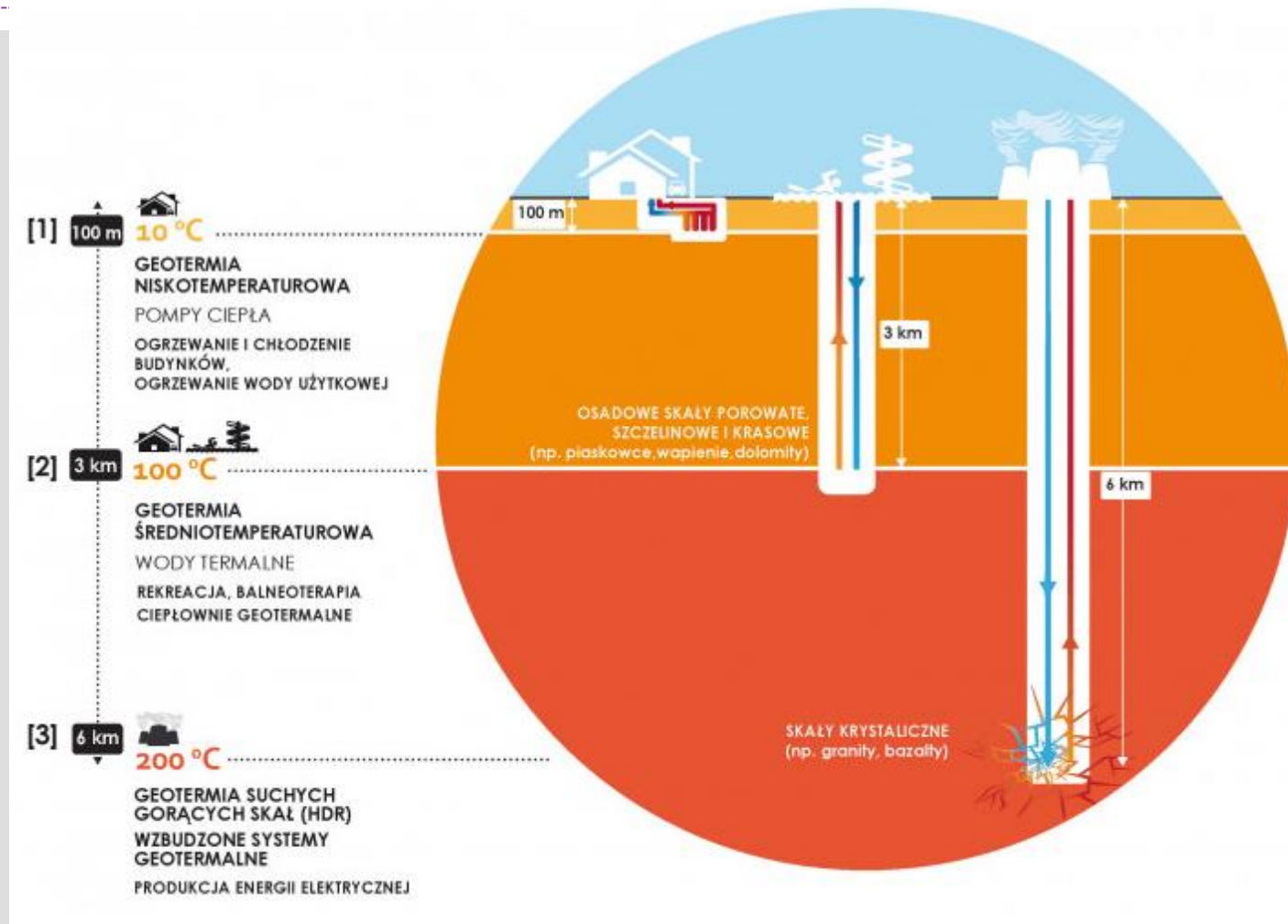
- Zasoby energii pochodzenia geotermicznego, skumulowane w wodach i gruntach znajdujących się na stosunkowo niewielkich głębokościach i o temperaturach na tyle niskich (nieprzekraczających 20°C), że ich bezpośrednie wykorzystanie do celów energetycznych jest nieopłacalne
- Można je efektywnie eksploatować w sposób pośredni przy użyciu **pomp ciepła**

### Geotermia głęboka



- Energia wydobywana za pomocą otworów wiertniczych, do około 3-4 km (opłacalność ekonomiczna do około 2 km)

# ZASTOSOWANIE ENERGII GEOTERMALNEJ



<https://www.pgi.gov.pl/wody-mineralne/przydatne/geotermia.html>

# ZASTOSOWANIE ENERGII GEOTERMALNEJ



## Przykłady wykorzystania ciepła geotermalnego

Temperatura, °C	ZASTOSOWANIE
20/30	Hodowla ryb / odladzanie, ogrzewanie gleby
40/50	Baseny kąpielowe, ogrzewanie podłogowe, suszenie gleby/uprawa grzybów, rozkład biomasy, balneologia, hydroterapia
60/70	Ogrzewanie szklarni, hodowla zwierząt/przemysł mięsny i spożywczy, przygotowanie wody użytkowej
80/90	Ogrzewanie szklarni/ogrzewanie mieszkań, suszenie ryb
100/110	Dehydratacja materiałów ogrodniczych, suszenie jarzyn/suszenie lekkich struktur betonowych
120/140	Produkcja wody pitnej przez destylację/konserwacja żywności, rafinacja cukru/produkcja rolna i przemysłowa, suszenie produktów rolnych
150/160	Produkcja aluminium/suszenie mączki rybnej, drewna budowlanego
180/200	Odparowanie roztworów o wysokiej koncentracji składników/produkcja papieru/produkcja energii elektrycznej



# BEZPOŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



## BASENY TERMALNE w Polsce:

- termy Maltańskie (Poznań),
- Chochołowskie termy (Zakopane),
- Termy Uniejów,
- Termy Cieplickie,
- Termy Mszczonów ,
- łaźnia turecka (Łądek Zdrój)
- Przedsiębiorstwo uzdrowiskowe Ustroń
- i inne



**Termy Chochołowskie (Polska)**

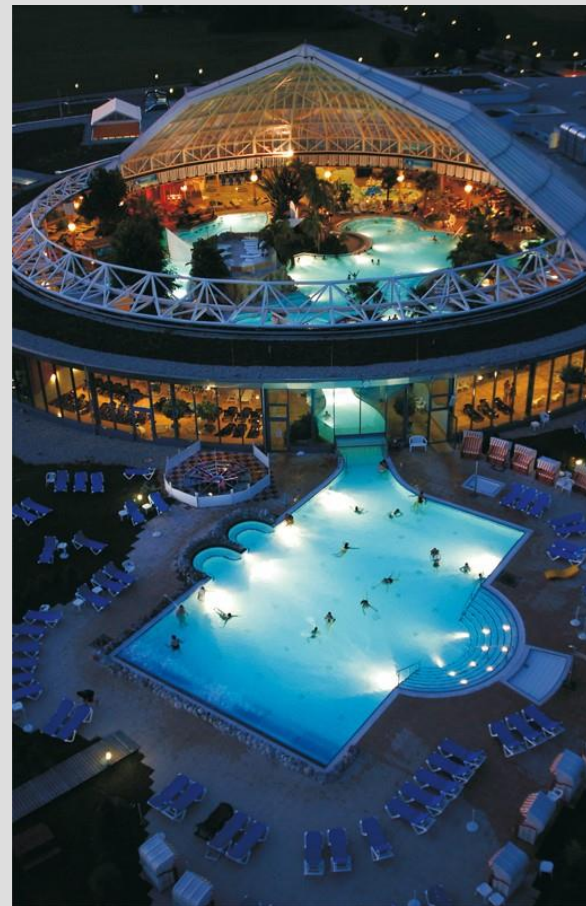
[https://infobasen.pl/basen/zakopane\\_chocholowskie\\_termy.html](https://infobasen.pl/basen/zakopane_chocholowskie_termy.html)

# BEZPOŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



## BASENY TERMALNE w Niemczech:

- Terme Erding
- Spreewald Terme in Burg
- Salztherme Lüneburg
- Badewelt Waikiki
- Königstherme Königsbrunn
- Fürthermare Water Park
- Terme Obernsees
- Fackelmann Terme Hersbruck
- i inne



**Terme Erding (Niemcy)**

[https://infobasen.pl/basen/erding\\_therme\\_erding.html](https://infobasen.pl/basen/erding_therme_erding.html)

# BEZPOŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



**HODOWLA RYB - Atlantic salmon farm using  
thermal water**

<http://www.lososjurajski.pl/>



**UPRAWA ROŚLIN W SZKLARNIACH**

<https://nea.is/media/jardhiti/popup/grodurhus.jpg>

# BEZPOŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



## INSTALACJE TOPNIENIA ŚNIEGU (podjazdy, mosty, drogi, chodniki)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Holland\\_-\\_Home\\_of\\_the\\_heated\\_sidewalks.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Holland_-_Home_of_the_heated_sidewalks.jpg)



## SUSZENIE PRODUKTÓW SPOŻYWCZYCH (ryby Islandia, kawa El Salvador)

<https://nea.is/geothermal/direct-utilization/industrial-uses/>  
<https://www.thinkgeoenergy.com/big-opportunities-for-geothermal-direct-use-of-geothermal-in-el-salvador/>

# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



- ✓ Ciepłownie geotermalne, budowane w celach grzewczych zamiast tradycyjnych kotłowni węglowych
- ✓ Elektrownie geotermalne, w których ciepło wnętrza Ziemi przetwarzane jest na energię elektryczną
- ✓ Pompy ciepła wykorzystujące lokalne źródła geotermalne do ogrzewania pojedynczych budynków

# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ

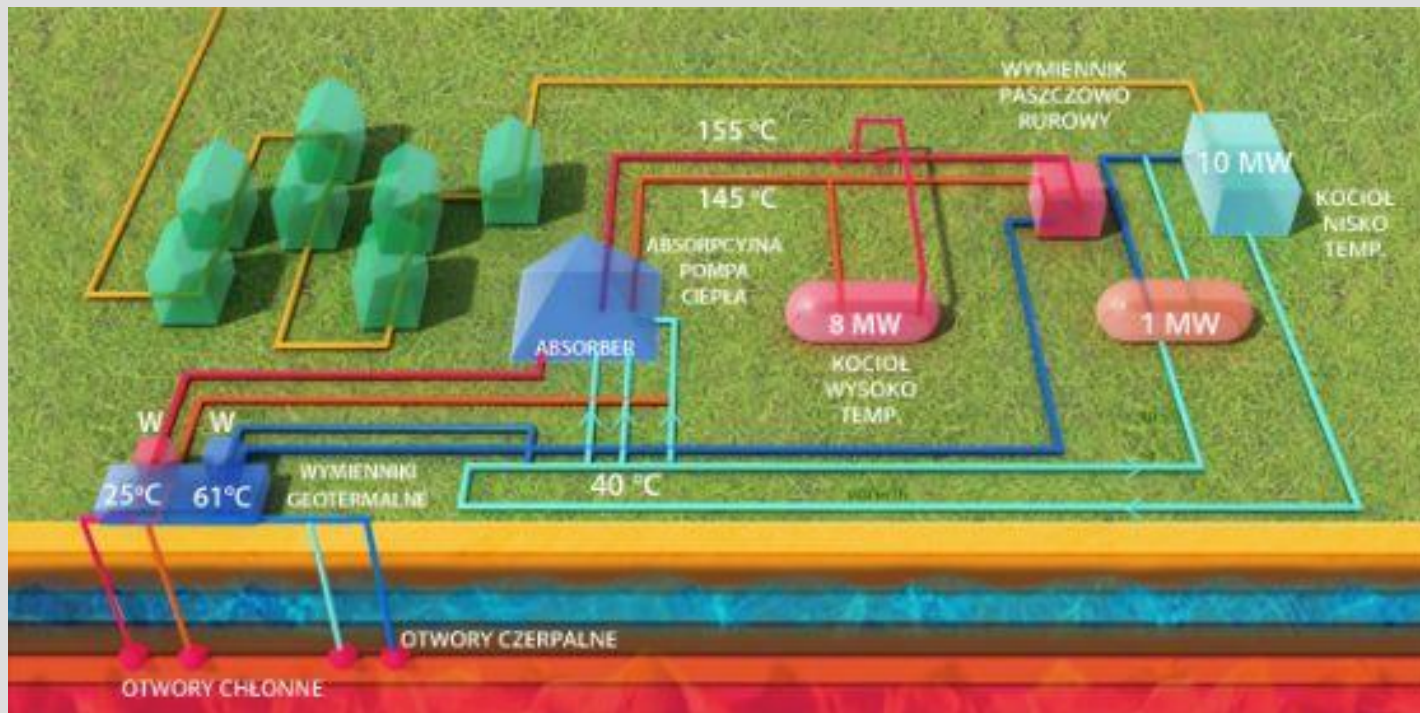


- ✓ Wody geotermalne i pary osiągające temperaturę rzędu 120°C i wyższą opłaca się wykorzystać do produkcji energii elektrycznej. Jednostkowy koszt geotermalnej energii cieplnej jest szacunkowo ok. 20% niższy od kosztu energii cieplnej wytwarzanej w ciepłowni konwencjonalnej (np. przy spalaniu węgla)
- ✓ Uznaje się, że wydobywanie wód geotermalnych jest opłacalne, gdy woda zalegająca nie głębiej niż 2,5 km, osiąga temperaturę 65°C, a jej zasolenie nie przekracza 30 g/l

# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



W Geotermii Pyrzyce przy dodatnich temperaturach zewnętrznych produkcja pochodząca z układu geotermalnego pokrywa zapotrzebowanie odbiorców, natomiast przy spadku temperatur woda jest dogrzewana poprzez udział kotłów gazowych w procesie produkcji energii. W celu zwiększenia stopnia wykorzystania energii cieplnej wody geotermalnej zastosowano dwie absorpcyjne pompy grzejne.



**SCHEMAT PRACY URZĄDZEŃ W GEOTERMII PYRZYCE**

[http://geotermia.inet.pl/asp/pl\\_start.asp?typ=14&menu=27&strona=1&sub=26#](http://geotermia.inet.pl/asp/pl_start.asp?typ=14&menu=27&strona=1&sub=26#)

# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



Ciepłownia geotermalna w Neubrandenburgu była pilotażowym projektem w Niemczech w zakresie wykorzystania energii geotermalnej. Wydobywana z głębiny woda termalna jest wykorzystywana do ogrzewania miejskiego od 1989 r.



**GEOTHERMISCHE HEIZZENTRALE NEUBRANDENBURG**

<https://www.geothermie.de/header-service-menu/about-us-en.html>



# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ



Elektrownia geotermalna Krafla (Islandia), w pobliżu wulkanu Krafla, została oficjalnie uruchomiona w 1977 roku. Dzięki 33 odwiertom jest w stanie wyprodukować 500 GWh energii elektrycznej rocznie przy zainstalowanej mocy 60 megawatów.



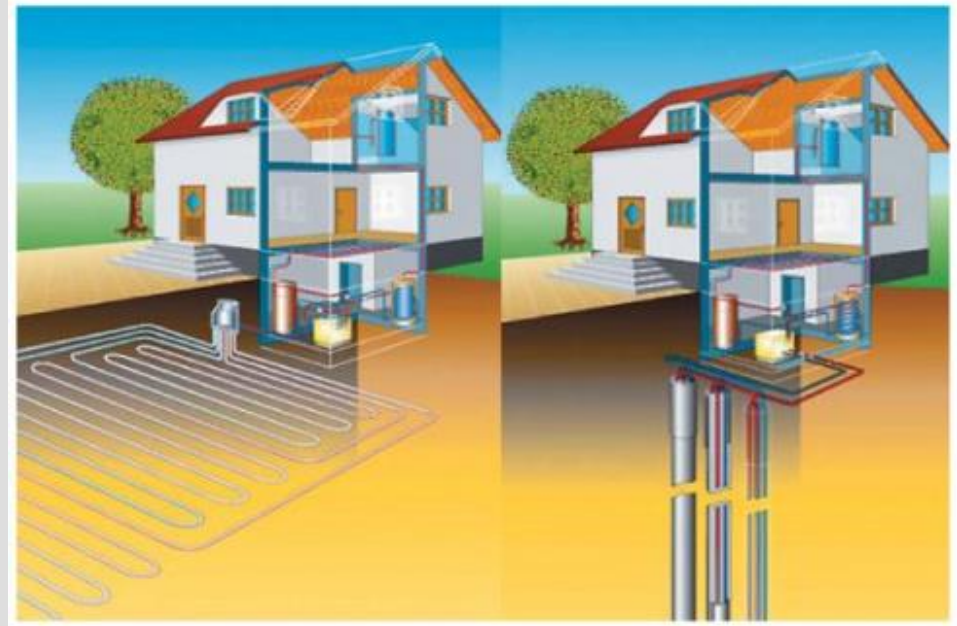
**ELEKTROWNIA GEOTERMALNA KRAFLA (ISLANDIA)**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Krafla\\_Power\\_Station](https://en.wikipedia.org/wiki/Krafla_Power_Station)

# POŚREDNIE ZASTOSOWANIE WODY GEOTERMALNEJ

Geotermalne systemy niskotemperaturowe, potocznie zwane gruntowymi pompami ciepła składają się z trzech zasadniczych elementów:

- dolne źródło ciepła (wymiennik, dzięki któremu pobierane jest ciepło ziemi)
- pompa ciepła (rozumianą jako urządzenie, które umożliwia wykorzystanie niskich temperatur ze środowiska gruntowo-skalnego i podniesienie pobranej energii na wyższy poziom termodynamiczny)
- górne źródło ciepła, będące systemem rozprowadzania ciepła w ogrzewanych pomieszczeniach



## BUDYNKI Z POMPĄ CIEPŁA

<https://www.ekspertbudowlany.pl/artukul/eko-dom/166889,pompy-ciepła>

# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE



- ✓ W celu uzyskania możliwie dokładnej wiedzy na temat współczesnych podpowierzchniowych warunków termicznych na terenie Polski geolodzy z Państwowego Instytutu Geologicznego sporządzili m.in. mapę temperatury na głębokości 2000 metrów pod powierzchnią terenu, na poziomie szczególnie przydatnym do oceny warunków pozyskiwania energii z wód termalnych. Dane do konstrukcji mapy uzyskano z 385 otworów wiertniczych

# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE

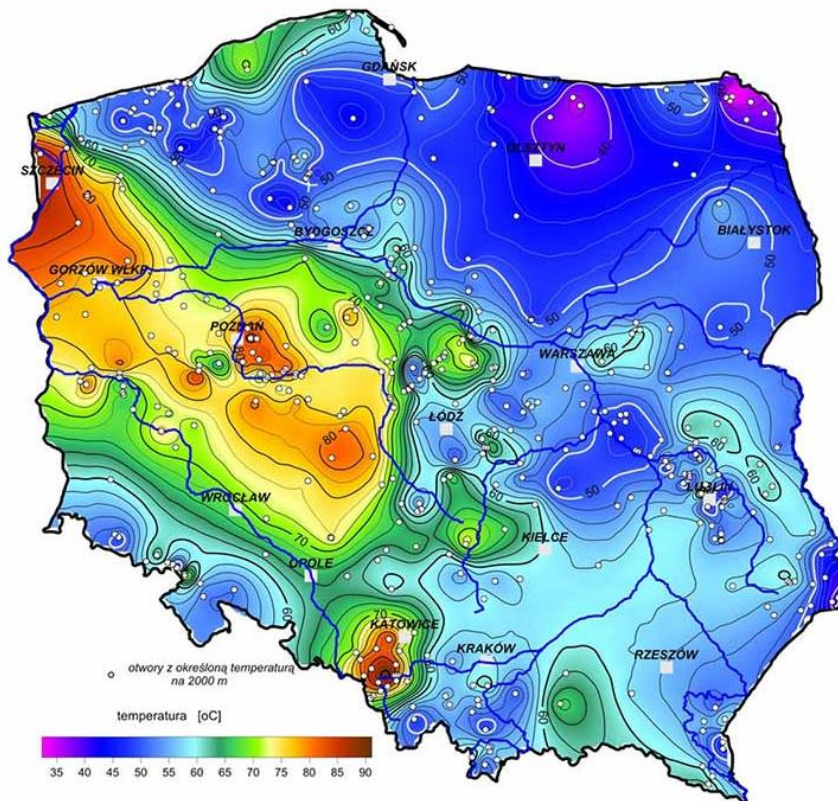


- ✓ Wartość temperatury na tej głębokości zmienia się od około 30°C w NE Polsce do ponad 92°C na przedpolu Sudetów i obszarze Niziny Szczecińskiej. Na niższych poziomach spodziewane jest jeszcze większe zróżnicowanie temperatur.
- ✓ Opracowano także mapy temperatur panujących na większych głębokościach, w celu zaplanowania ich wykorzystania w technologiach, które mogą być opłacalne dopiero w przyszłości

# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE



PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY



**Mapa temperatury na głębokości 2000 metrów p.p.t. (Szewczyk, 2010 – zmodyfikowana)**

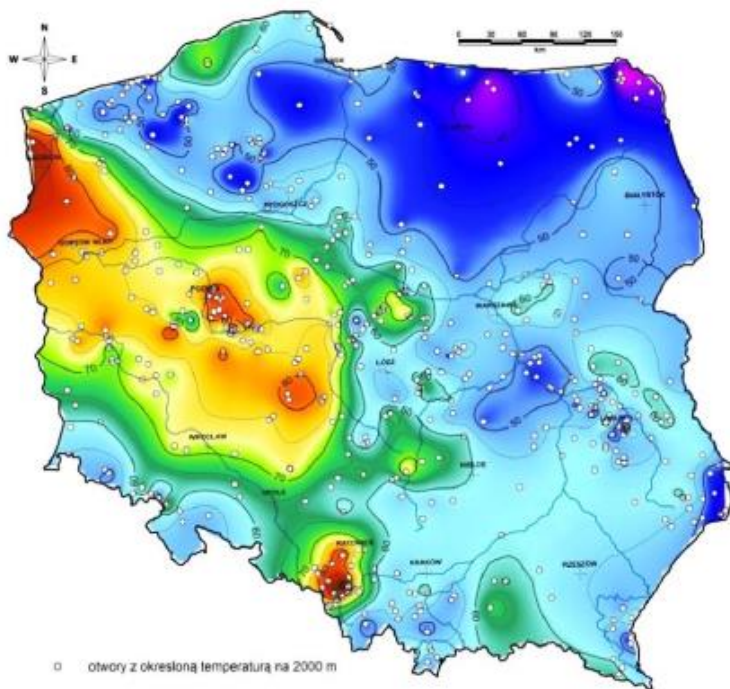
<https://www.jednaziemia.pl/planeta-ziemia/3703-temperatura-ziemi.html>

SZEWCZYK J. 2010 – Geofizyczne oraz hydrogeologiczne warunki pozyskiwania energii geotermicznej w Polsce. Przegląd Geologiczny, 58, 7: 566-573

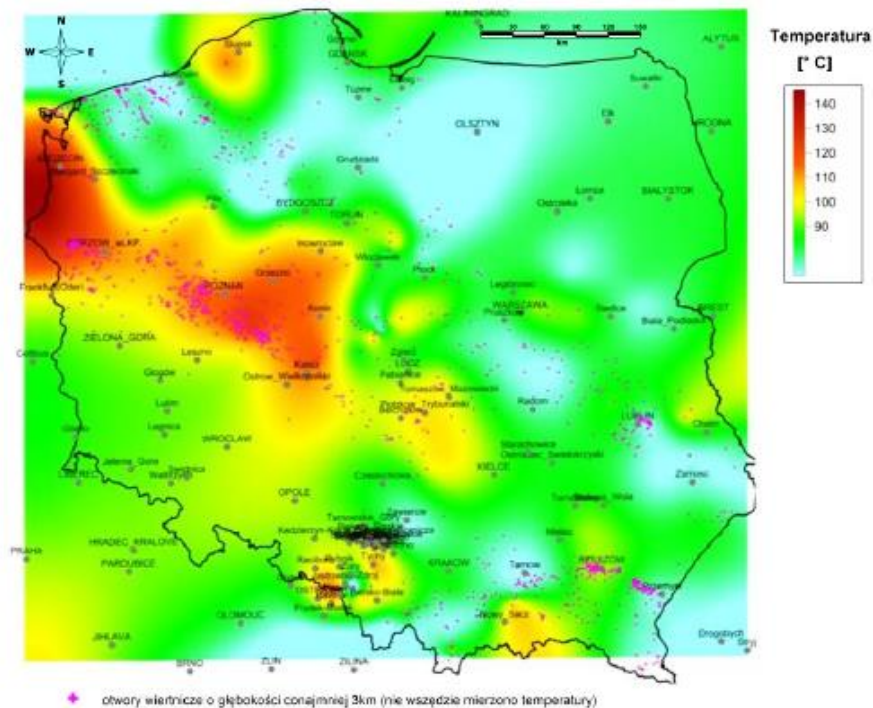
# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE

## ROZKŁAD TEMPERATURY W POLSCE NA GŁĘBOKOŚCI:

2 km



3 km



Mapa temperatury na głębokości 2000 i 3000 metrów p.p.t. (Szewczyk, 2010)

# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE



- ✓ W Polsce korzystne warunki geotermalne występują na obszarze ponad 250 tys. km<sup>2</sup> (około 80% powierzchni kraju)
- ✓ Uznaje się, iż wydobywalne zasoby wód geotermalnych są najbogatszym źródłem energii w Polsce zaraz po zasobach węgla kamiennego. Ich ilość przekracza szacowane ilości węgla brunatnego, ropy i gazu
- ✓ Na terenie Polski wyróżniamy 3 prowincje geotermalne:
  - centralnoeuropejską,
  - przedkarpacką
  - karpacką

# ENERGIA GEOTERMALNA W POLSCE



- ✓ Temperatura wody występującej na tych obszarach w skałach osadowych na głębokości od 1 do 10 km wynosi od 30-100°C (lokalnie nawet 200°C).
- ✓ Jako najbardziej korzystne szacuje się wykorzystanie wód geotermalnych w obrębie niecki podhalańskiej, a także okręgu grudziądzko-warszawskiego oraz szczecińskiego (instalacje geotermalne w Pyrzycach, Mszczonowie, Uniejów, Bańska-Białym Dunajcu)
- ✓ Naturalne wypływy wód geotermalnych na terenie Polski zdarzają się bardzo rzadko. Występują m.in. na terenie Sudetów – Cieplice, Łądek Zdrój



# ZALETY ENERGII GEOTERMALNEJ



- W przeciwieństwie do paliw kopalnych energia geotermalna jest relatywnie czysta i przydatna do zaspokojenia wielu potrzeb człowieka
- Może być wykorzystana do celów grzejnych, przemysłowych i do wytwarzania energii elektrycznej
- Występuje powszechnie na kuli ziemskiej
- Jest niewyczerpywalna
- Można korzystać z niej w sposób ciągły – warunki meteorologiczne nie mają na nią wpływu
- Jest tania – przyjmuje się, że jednostkowy koszt geotermalnej energii cieplnej jest o ok. 20% niższy od kosztu energii cieplnej wytwarzanej w ciepłowni konwencjonalnej
- Nie wpływa znacząco na wygląd krajobrazu
- Jest wykorzystywana w ponad 60 krajach świata, w tym w Polsce

# WADY ENERGII GEOTERMALNEJ



- Powoduje emisję szkodliwych gazów poprzez uwalnianie radonu, siarkowodoru i innych gazów (pochłanianie tych gazów podraża koszty)
- Uwalnianie wraz z oparami produktów rozpadu pierwiastków promieniotwórczych (istnieje niebezpieczeństwo zanieczyszczenia atmosfery, wód powierzchniowych i głębinowych),
- Temperatura oraz wydajność źródła uzależnione są od wieku i budowy skorupy ziemskiej w danym miejscu
- Generuje wysokie koszty inwestycyjne
- Istnieje duże ryzyko niepowodzenia, które wciąż towarzyszy pracom poszukiwawczym

**Energia+Technologia=Szkoła+Zawód - Technologie energii odnawialnej w szkołach  
dla wykwalifikowanych pracowników przyszłości**  
**Energie+Technik=Schule+Beruf - Erneuerbare Energietechnik macht Schule  
für Fachkräfte der Zukunft**

Projekt dofinansowany jest przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (EFRR) w ramach programu Współpracy Interreg V A Meklemburgia-Pomorze Przednie / Brandenburgia / Polska

Praca opublikowana w ramach projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2020-2022; umowa nr 5197/INTERREG V A MV/BB/PL/2021/2