

Energia geotermalna

Dr inż. Barbara Juraszka

Energia wnętrza Ziemi

Energia geotermalna jest wewnętrznym ciepłem Ziemi nagromadzonym w skałach, parze wodnej oraz wodach wypełniających pory i szczeliny skalne.

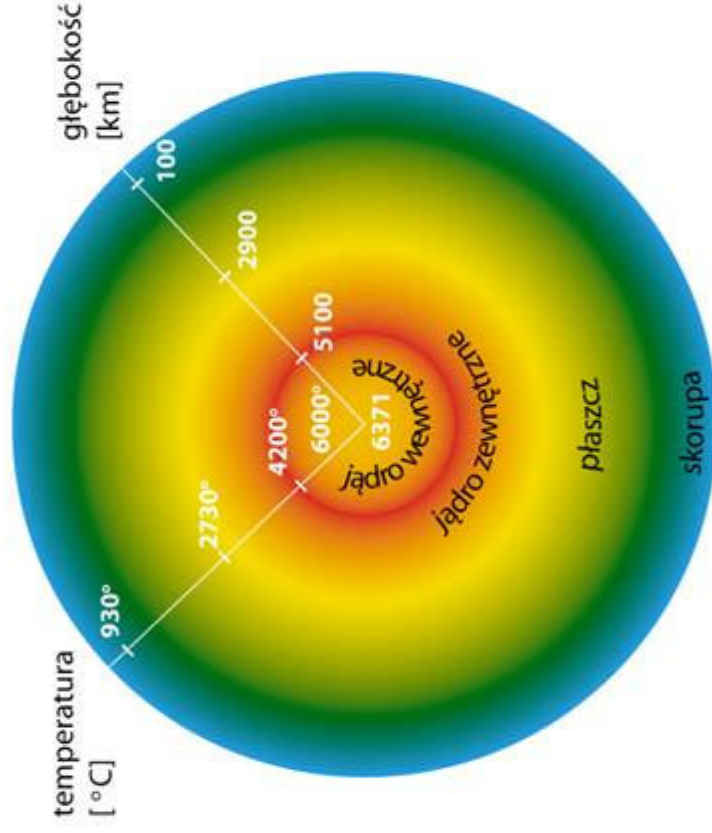
Energia ta jest pozostałością po procesach formowania się planety i pochodzi z nadal trwającego rozpadu pierwiastków promieniotwórczych.

Prądy konwekcyjne we wnętrzu Ziemi powodują nieustający przepływ energii geotermalnej od jądra do skorupy ziemskiej.

Czy przynajmniej część tych ogromnych zasobów możemy wykorzystać na cele energetyczne?

Temperatura wewnątrz Ziemi

Gradient temperatury we wnętrzu Ziemi



Im dalej w głąb Ziemi, tym goręcej.

Począwszy od skorupy ziemskiej temperatura wzrasta z każdym kilometrem w głąb o około 30 stopni C.

Wnętrze Ziemi

Wnętrze Ziemi wypełnione jest magmą, czyli gorącą, stopioną masą krzemianów i glinokrzemianów.

Ponieważ ciepło zawsze wędruje od stref cieplejszych ku chłodniejszym, płynna magma, lżejsza i gorętsza od otaczających ją skał, wydostaje się niekiedy na powierzchnię ziemi w postaci **lawy wulkanicznej**.

O wiele częściej niż lawa, z głębi ziemi wydobywa się jednak ogrzana przez magmę woda, występująca w formie **gorących źródeł i gejzerów**.



Prądy konwekcyjne

Litosfera zbudowana jest z:

- **płyty kontynentalnych** o grubości około 30 km oraz z
- **płyty oceanicznych** o grubości około 6-7 km.

Płyty te pozostają w ciągłym poziomym i pionowym ruchu, wywołanym działaniem **prądów konwekcyjnych**, które powstają pod wpływem dużych temperatur.

Prądy te wypychają też ku górze materię z wnętrza Ziemi. Gdy pionowy strumień ciepła dociera do powierzchni Ziemi, litosfera zostaje przerwana i powstają **ryfty**.

Natomiast poziome prądy ciepła odsuwają od siebie pęknięte fragmenty litosfery, a w miejscach pęknięć wylewa się magma, w postaci **lawy**.

Strefy dryftowe i strefy subdukcji

W obrębie krawędzi płyt litosfery istnieją

- **strefy dryftowe**, czyli miejsca, do których dopływa gorąca materia z głębi płaszcza Ziemi oraz
- **strefy subdukcji**, czyli rejony, w których zachodzą intensywne procesy sejsmiczne, tektoniczne i wulkaniczne.

Strefa subdukcji są np. zachodnie wybrzeża Ameryki Południowej.

Strefy dryftowe i strefy subdukcji szczególnie sprzyjają powstawaniu systemów geotermalnych.

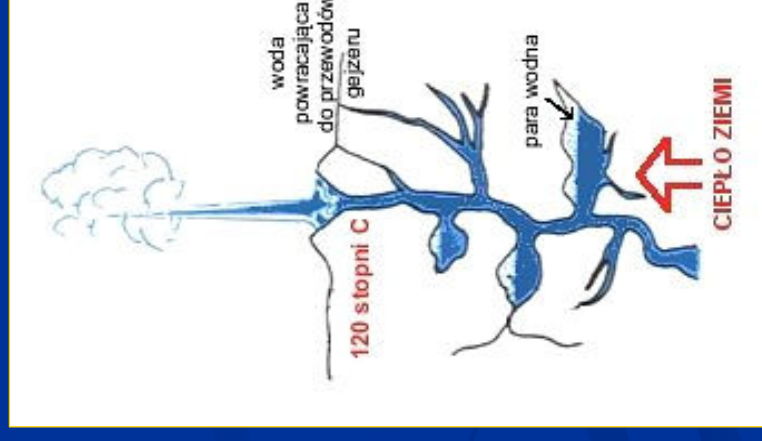


Gejzery

Gejzery to gorące źródła, występujące na obszarze czynnego lub niedawno wygasłego wulkanu.

Wyrzucają one gwałtownie, w regularnych odstępach czasu wodę i parę wodną przez otwór, będący ujściem wąskiego i głębokiego przewodu gejzera.

Przewód ten jest często rozgałęziony i połączony z podziemnymi pustkami (kawernami), w których gromadzą się ogrzane ciepłem otaczających skał wody gruntowe.



Gdzie występują gejzery?

- gejzery występują tylko w kilku rejonach świata, w strefach sejsmicznych, czyli na obszarach częstego występowania trzęsień ziemi,
- odkryto je na Islandii, występują też w Stanach Zjednoczonych, na Nowej Zelandii, na Kamczatce, w Japonii, w Indonezji, na Jawie, w Tybecie i w Chile



Najwyższy, sięgający nawet 90 metrów gejzer świata znajduje się na terenie Parku Narodowego Yellowstone, będącego największym światowym skupiskiem gejzerów. Jest ich tam blisko 400, czyli połowa wszystkich gejzerów świata.

Rodzaje energii geotermalnej

Energia geotermalna zgromadzona jest w:

- **gruntach i skałach do głębokości 2500 m**, z których ciepło pobiera się przy pomocy specjalnych sond,
- **wodach gruntowych**;
- **wodach gorących i ciepłych**, wydobywanych przy pomocy otworów eksploatacyjnych;
- **parze wodnej**, wydobywanej przy pomocy otworów wiertniczych (eksploatacyjnych);
- **wysadach solnych**,
- **gorących suchych skałach**;
- **sztucznych geologicznych zbiornikach ciepła** tworzonych przy pomocy eksplozji ładunków wybuchowych,
- **gorącej magmie**.

Potencjał energii geotermalnej

Występowanie gorących źródeł o temp. powyżej 150 st. C, ograniczone jest tylko do niektórych regionów globu. Są to:

- Azja środkowa,
- Afryka wschodnia i zachodnia,
- część Półwyspu Arabskiego,
- wyspy środkowego i zachodniego Pacyfiku (na przykład Hawaje),
- a w Europie – Alpy.



Jednak cobyła najbardziej znanym ze swych źróź geotermalnych miejscem świata jest Pierścień Ognia, obejmujący strefy przybrzeżne i zachodnie wyspy Oceanu Spokojnego.

Rodzaje źródeł geotermalnych

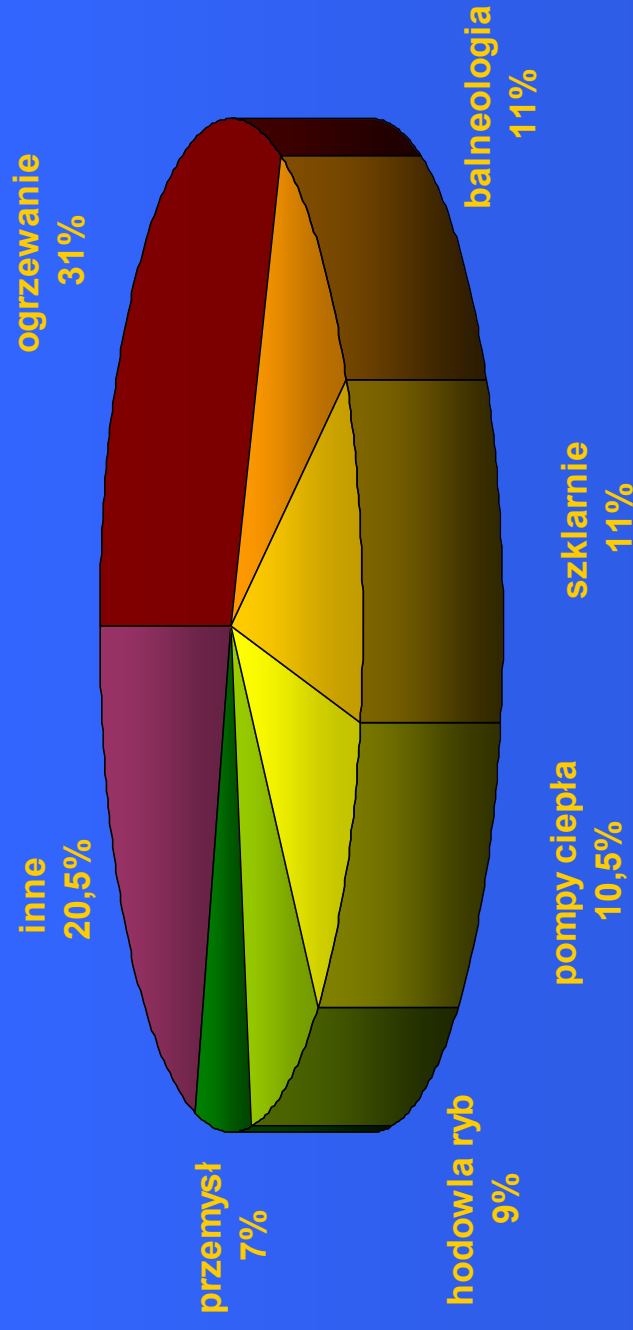
W zależności od temperatury wyróżniamy źródła:

- **zimne** – do 20 st. C
- **ciepłe**, zwane też niskotemperaturowymi
– od 20 do 35 st. C
- **gorące**, czyli średniotemperaturowe
– od 35 do 80 st. C
- **bardzo gorące**, inaczej wysokotemperaturowe
– od 80 do 100 st. C
- **przegrzane** – powyżej 100 st. C



Wykorzystanie energii geotermalnej

Struktura wykorzystania energii geotermalnej na świecie



Wody geotermalne o różnych temperaturach mają różne zastosowania. W Polsce wiele źródeł geotermalnych wykorzystywane jest w uzdrowiskach (w celach balneologicznych).

Zastosowania wód geotermalnych

Wody o najniższych temperaturach, obficie występujące w przyrodzie, są wykorzystywane w rolnictwie:

- do nawadniania pól,
- do podgrzewania gleby,
- do wyjaławiania gleby,
- w uprawach szklarniowych.



Wody zimne i niskotemperaturowe znajdują zastosowanie w hodowli ryb i innych organizmów wodnych:

- pstrągi największe pogłowie osiągają w temperaturze około 15 st. C,
- zaś najodpowiedniejsza temperatura dla dorszy i krewetek to około 32 st. C.

Zastosowania wód geotermalnych

- **gorące wody geotermalne** – o temperaturze 48-79 st. C wykorzystywane są w **przemysle lekkim**, gdzie służą do prania wełny i barwienia tkanin,
- **bardzo gorące wody** – o temperaturze poniżej 100 st. C stosuje się do **ogrzewania pomieszczeń**,
- **wody przegrzane**, mające ponad 150 st. C, nadają się do **produkcji energii elektrycznej**



Przykłady zastosowań

Temp. w °C	Przykłady zastosowań
20	<ul style="list-style-type: none">■ hodowla ryb
30	<ul style="list-style-type: none">■ zapewnienie ciepłej wody, niezbędnej do całorocznej pracy kopalni w rejonach o chłodnym klimacie
50	<ul style="list-style-type: none">■ hodowla grzybów■ balneologia
80	<ul style="list-style-type: none">■ ogrzewanie budynków i szklarni
100	<ul style="list-style-type: none">■ suszenie wodorostów, trawy, warzyw itp.■ pranie i suszenie wełny
140	<ul style="list-style-type: none">■ konserwacja produktów spożywczych
180	<ul style="list-style-type: none">■ odparowywanie roztworów o dużym zagęszczeniu

Pompy ciepła

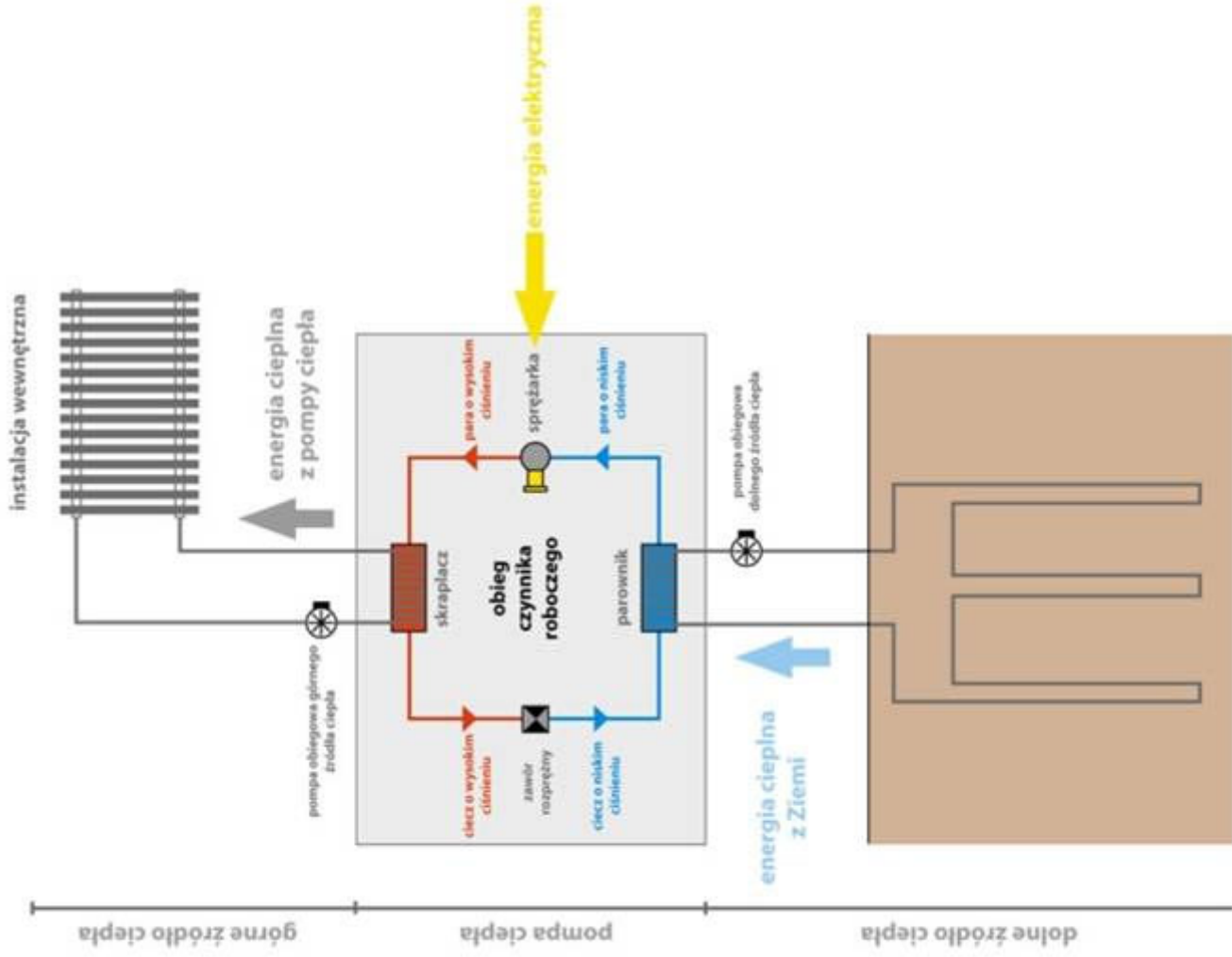
Pompy ciepła to urządzenia, które umożliwiają pozyskiwanie i użytkowanie ciepła nisko-temperaturowego, pochodzącego z takich źródeł jak powietrze, woda czy gleba, a także ciepła odpadowego, powstającego w procesach produkcyjnych czy też podczas klimatyzowania pomieszczeń.

Pompa ciepła składa się z:

- parownika,
- sprężarki,
- kondensatora,
- zaworu rozprężającego.



Budowa i sposób działania pompy ciepła

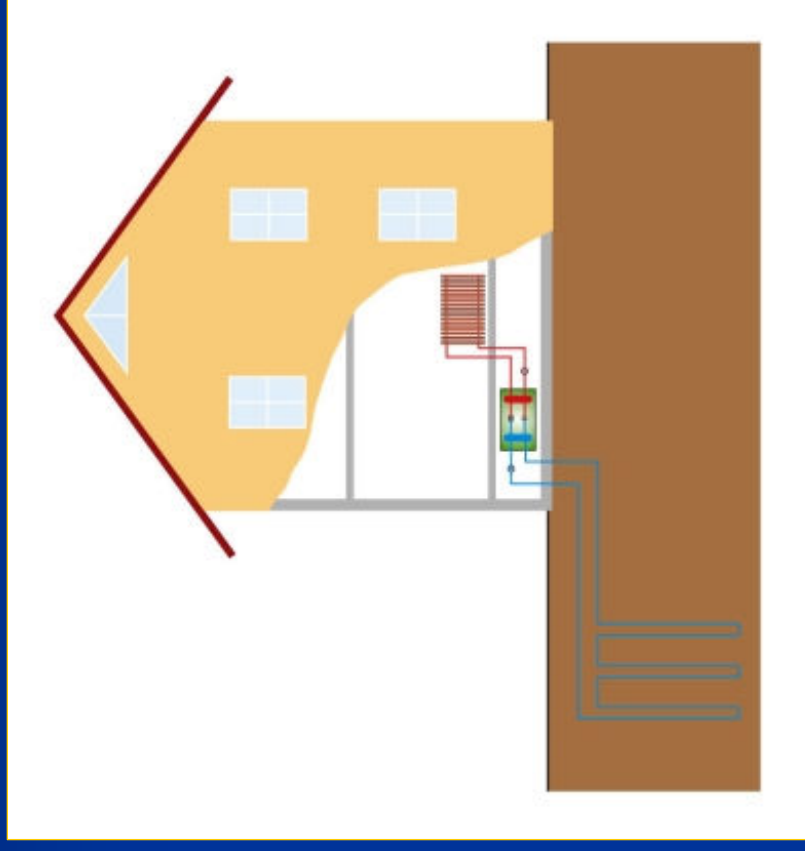


Działanie pomp ciepła

1. Ciepło pobierane z dolnego źródła ciepła przekazywane jest do **parownika**. Tam ciepło jest przekazywane do obiegu wewnętrznego pompy. Pierwotnie ciekły czynnik roboczy znajdujący się w układzie wewnętrznym pod wpływem dostarczonej energii wrze i zmienia się w gaz.
2. Napędzana silnikiem elektrycznym **sprężarka** pompy znacznie podnosi ciśnienie gazu a dzięki temu wzrasta też jego temperatura.
3. W **kondensatorze** następuje wymiana ciepła z górnym źródłem ciepła. Gaz ochładza się i zamienia w ciecz, a ciepło oddaje wodzie z instalacji grzewczej.
4. Ciecz będąca pod wysokim ciśnieniem zostaje rozprężona w **zaworze rozprężającym**, a następnie przepływa do parownika.

Zastosowania pomp ciepła

Pompy ciepła są coraz częściej wykorzystywane w budynkach mieszkalnych i publicznych, trochę rzadziej znajdują natomiast zastosowanie w przemyśle, gdzie służą głównie do produkcji pary, jak również do suszenia, odparowywania i destylacji.



Zalety pomp ciepła

Pompy ciepła mają wiele zalet, których nie posiadają inne systemy grzewcze.

Używając pomp ciepła można:

- zmniejszyć wydatki na ogrzewanie,
- unika się ryzyka pożaru, zacinadzenia czy wybuchu.

Obecnie w pompach stosuje się nietoksyczne, niepalne i w pełni biologicznie degradable czynniki robocze.

Cała instalacja pracuje cicho, a będące częścią pomp rury mogą być eksploatowane nawet przez 30 – 50 lat.

Energia gorących suchych skał

- ciepło wnętrza Ziemi zgromadzone jest także w podziemnych skałach,
- energię gorących suchych skał można pozyskiwać dzięki amerykańskiej technologii *HOT DRY ROCK* (HDR),
- polega ona na wtlaczaniu w naturalne lub sztucznie wytworzone szczeliny skalne sprężonej pod dużym ciśnieniem wody, która przejmuje ciepło gorących skał, po czym jest wypompowywana na powierzchnię ziemi,
- najbardziej znanym miejscem wykorzystania tej formy energii wnętrza Ziemi jest Los Alamos w Stanach Zjednoczonych, gdzie wykorzystuje się skały o temperaturze 200 st.C.

Wykorzystanie energii geotermalnej dawniej

Człowiek wykorzystywał energię wnętrza Ziemi od zarania dziejów.

- rdzenni mieszkańcy obu Ameryk eksploatowali niektóre źródła geotermalne już ponad 10 000 lat temu, używając gorącej wody do gotowania i w celach leczniczych,
- w starożytnych Pompejach gorące źródła służyły ogrzewaniu domów,
- w Polsce już z górą tysiąc lat temu wykorzystywano zasoby geotermalne Sudetów (Cieplice, Łądek - Zdrój)



Produkcja elektryczności

- pierwszą na świecie elektrownię geotermalną otwarto w 1904 roku w Larderello we Włoszech,
- przez następnych 50 lat energia geotermalna była wykorzystywana do produkcji prądu wyłącznie w tym kraju,
- obecnie energię elektryczną z energii wnętrza Ziemi produkuje 21 krajów świata, a jej główni producenci to Stany Zjednoczone, Filipiny, Włochy, Meksyk, Japonia i Nowa Zelandia

39 krajów świata mogłoby pokryć całkowite zapotrzebowanie na energię elektryczną wyłącznie dzięki energii wnętrza Ziemi.

Wykorzystanie w Polsce

- w Polsce zasoby geotermalne znajdują się pod powierzchnią 80% terytorium,
- ich eksploatacja nie jest jednak łatwa,
- temperatura wód geotermalnych na terenie Polski waha się od 25° C do 150° C, na ogół nie przekracza 100° C,
- zakłady geotermalne pracują w Zakopanem, w Przycach k. Szczecina, w Uniejowie i w Mszczonowie k. Warszawy,
- źródła geotermalne są wykorzystywane w uzdrowiskach, takich jak Cieplice, Duszniki Zdrój, Łądek Zdrój, Ustron, Konstancin i Ciechocinek

Energia geotermalna w przyszłości

Przykłady miast polskich, w których można wykorzystywać energię ze źródeł geotermalnych

1. miasta o bardzo dobrych warunkach:

Łódź, Piotrków Trybunalski (*Niecka Mogileńsko-Łódzka*), Żyrardów (*Niecka Warszawska*), Stargard Szczeciński, Szczecin (*Niecka Szczecińska*)

2. miasta o dobrych warunkach: Sieradz, Pabianice (*Niecka Mogileńsko-Łódzka*), Sochaczew (*Niecka Warszawska*), Gryfino (*Niecka Szczecińska*)

3. miasta o dość dobrych warunkach:

Gniezno, Konin (*Niecka Mogileńsko-Łódzka*), Łowicz, Skierniewice, Toruń (*Niecka Warszawska*), Barlinek (*Niecka Szczecińska*)

Przykłady wykorzystania

Wyjątkowo dobre warunki geotermalne panują w części Podhala, położonej między Tatrami a Pienińskim Pasem Skałkowym.

- w latach 1988–93 wybudowano tam pierwszą w Polsce instalację geotermalną – zakład w Bańskiej-Niznej, który poza budynkiem instalacji ogrzewa także szklarnię, suszarnię drewna, basen do hodowli ryb i domy mieszkalne,
- drugą instalacją jest elektrownia geotermalna w miejscowości Pirzyce w woj. zachodniopomorskim, ten posiadający około 50 MW mocy cieplnej zakład zasila równoległy miejski system ciepłowniczy, zastępujący 68 lokalnych kotłowni opalanych węglem lub koksem

Zalety energii wnętrza Ziemi

- koszty eksploatacji niezależne od cen nośników energii,
- nieszkodliwość dla środowiska,
- niższy niż w ciepłowniach konwencjonalnych koszt jednostkowy pozyskiwania ciepła,
- opiera się na surowcu odnawialnym,
- powszechność występowania źródła energii,
- możliwość decentralizacji, czyli pozyskiwania surowca w pobliżu użytkownika, co zmniejsza straty związane z przesyłaniem energii na odległość i zwiększa niezależność społeczności lokalnych,
- niezależność od zmiennych warunków pogodowych i klimatycznych

Wady energii wnętrza Ziemi

Efektom ubocznym korzystania z energii geotermalnej może być:

- zanieczyszczenie atmosfery, wody i gleby przez szkodliwe gazy i minerały, np. przez niebezpieczny w wysokich stężeniach dla zdrowia siarkowodór (H_2S), czy radon będący produktem rozpadu radioaktywnego uranu;
- możliwości wykorzystania ograniczają się do obszarów występowania wód geotermalnych;
- problemem może być korozja instalacji;
- złoża geotermalne mogą się przemieścić („uciec” z miejsca eksploatacji).



Czy należy zwiększać pozyskiwanie energii geotermalnej?

Konwencjonalne zasoby energii wyczerpują się, tymczasem produkcja energii elektrycznej opiera się w głównej mierze właśnie na nich.

Wykorzystanie węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego powoduje powstawanie niekorzystnych zmian klimatycznych, których skutki mogą zagrozić człowiekowi i całemu środowisku naturalnemu.

W tej sytuacji poszukiwanie alternatywnych źródeł energii staje się po prostu koniecznością.



Jedną z takich alternatyw jest właśnie energia wnętrza Ziemi.