

WYDZIAŁ WIERTNICTWA, NAFTY I GAZU

AGH AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
W KRAKOWIE

Pierwsza geotermia niskotemperaturowa w Polsce

Zeszyt streszczeń

V Seminarium „Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła” 2025

*Pod honorowym patronatem Minister Klimatu i Środowiska, Pani Pauliny Hennig-Kloski,
Ministra Energii, Pana Miłosza Motyki oraz Jego Magnificencji Rektora AGH prof.
Jerzego Lisa, pod patronatem instytucjonalnym Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie*



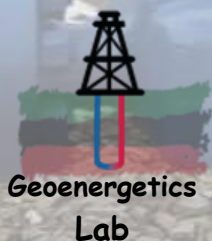
Ministerstwo
Energii



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ



Geoenergetics
Lab

geotermia.agh.edu.pl



AGH



POWIAT
KAZIMIERSKI



Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze

EXME

Berger Group

DALBIS Sp. z o.o.

Redakcja: Tomasz Śliwa, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie,

Edycja: Kamil Bandura, Tomasz Kowalski, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie.

V Seminarium

Geoenergetyka i geotermalne pompy ciepła „Pierwsza geotermia niskotemperaturowa w Polsce”

Kraków, 9-11 grudnia 2025 r.

Pod honorowym patronatem Minister Klimatu i Środowiska, Pani Pauliny Hennig-Kłoski, Ministra Energii, Pana Miłosza Motyki oraz Jego Magnificencji Rektora AGH prof. Jerzego Lisa, pod patronatem instytucjonalnym Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie

Komitety Honorowy:

Honorowy Przewodniczący mgr inż. Jan Nowak, Starosta Kazimierski,

Prof. dr hab. inż. Rafał Wiśniowski, Prorektor ds. Współpracy AGH,

Prof. dr hab. inż. Mariusz Łaciak, Dziekan Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH,

Dr hab. inż. Jan Ziaja, prof. AGH, Prodziekan Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH,

Prof. dr hab. inż. Andrzej Gonet, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii WwNiG AGH,

Dr hab. inż. Paweł Bogacz, prof. AGH, Pełnomocnik Rektora AGH ds. Kół Naukowych,

Dr hab. inż. Dariusz Knez, prof. AGH, Kierownik Katedry Wiertnictwa i Geoinżynierii AGH,

Dr hab. inż. Tomasz Kujawa, prof. ZUT, Katedra Technologii Energetycznych, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, ZUT,

Dr hab. inż. Sławomir Wiśniewski, prof. ZUT, Katedra Technologii Energetycznych, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, ZUT,

Dr hab. inż. Paweł Obstawski, prof. SGGW, Kierownik Katedry Podstaw Inżynierii i Energetyki, Instytut Inżynierii Mechanicznej, SGGW,

Dr hab. inż. Aneta Sapińska-Śliwa, prof. AGH, Z-ca Kierownika Laboratorium Geoenergetyki AGH,

Dr hab. inż. Tomasz Śliwa, prof. AGH, Kierownik Laboratorium Geoenergetyki AGH,

Dr hab. inż. Jerzy Wołoszyn, prof. AGH, Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki AGH.

Komitet Naukowy:

Dr hab. inż. Dariusz Knez, prof. AGH – Przewodniczący,

Prof. dr hab. inż. Andrzej Gonet,

Dr hab. inż. Tomasz Kujawa, prof. ZUT,

Dr hab. inż. Paweł Obstawski, prof. SGGW,

Dr hab. inż. Aneta Sapińska-Śliwa, prof. AGH,

Dr hab. inż. Tomasz Śliwa, prof. AGH,

Dr hab. inż. Jerzy Wołoszyn, prof. AGH,

Dr hab. inż. Jan Ziaja, prof. AGH.

Komitet Organizacyjny:

Tomasz Śliwa

Aneta Sapińska-Śliwa

Tomasz Kowalski

Jacek Nowak

Jolanta Skoczek

Kamil Bandura

Sebastian Cichy

Piotr Buliński

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Kazimierza Wielka; 9-11 grudnia 2025 r.**



Organizacja Seminarium:

Laboratorium Geoenergetyki AGH
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Tel.: (+48) 12 617 22 17, kom. 664 05 63 30
geotermia.agh.edu.pl, email: geotermia@agh.edu.pl



Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii
Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
Tel.: (+48) 12 617 37 84
kwig.wnft.agh.edu.pl, email: knez@agh.edu.pl



**WYDZIAŁ WIERTNICTWA,
NAFTY I GAZU**

Starostwo Powiatowe w Kazimierzy Wielkiej
ul. Tadeusza Kościuszki 12
28-500 Kazimierza Wielka
www.powiat.kazimierzaw.pl; starostwo@powiat.kazimierzaw.pl



Kazimierskie Wody Termalne i Lecznicze Sp. z o.o.
ul. Partyzantów 29
28-500 Kazimierza Wielka
kwtil.kazimierzaw.pl; biuro@kwtil.kazimierzaw.pl



**Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze**

DALBIS Sp. z o.o.
ul. Hutnicza 5-9,
42-600 Tarnowskie Góry
Tel. (+48) 32 88 85 266
www.exmeberger.pl; dalbis@exmeberger.pl



Wydawnictwo Laboratorium Geoenergetyki AGH (geotermia.agh.edu.pl)

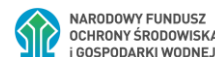


Kraków 2025

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze



Spis treści

1. MODELOWANIE WYSOKOTEMPERATUROWEGO SEZONOWEGO MAGAZYNU ENERGII TERMICZNEJ	8
2. NISKOTEMPERATUROWA GEOTERMIA I GEOENERGETYKA DLA INTELIGENTNYCH SIECI CIEPŁOWNICZYCH 5-EJ GENERACJI.....	8
3. WYBRANE METODY POPRAWY CHŁONNOŚCI W DUBLETACH GEOTERMALNYCH	9
4. OD PROJEKTU DO ODWIERTU: OPTIMALIZACJA PROCESU WYKONANIA ODWIERTU W INSTALACJACH GWC	10
5. POZYSKANIE CIEPŁA GEOTERMALNEGO Z OPUSZCZONYCH ODWIERTÓW – WYKORZYSTANIE MODELU MATEMATYCZNEGO WYMIENNIKA TYPU FIELDA PRZY TRZECH ZRÓŻNICOWANYCH PARAMETRYCZNIE CZĘŚCIACH WYMIENNIKA WYNIKAJĄCYCH Z RÓŻNEJ IZOLACYJNOŚCI RURY WEWNĘTRZNEJ	10
6. ZNACZENIE EKOLOGICZNYCH CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH W ROZWOJU GRUNTOWYCH POMP CIEPŁA..	11
7. REKONSTRUKCJA OTWORÓW HYDROGEOLOGICZNYCH W KIERUNKU ZASTOSOWANIA, W GEOTERMII....	11
8. OD PROJEKTU DO ŹRÓDŁA - SIĘGNAĆ GŁĘBIEJ Z CHEMFOR: INNOWACYJNE PODEJŚCIE DO WIERCEŃ GEOTERMALNYCH.....	12
9. WYBRANE ASPEKTY ADAPTACJI ISTNIEJĄCYCH ODWIERTÓW DO WYKORZYSTANIA W GEOTERMII	12
10. SYSTEMY GRZANIA, CHŁODZENIA PASYWNEGO LUB AKTYWNEGO Z POMPAMI CIEPŁA NA BAZIE GRUNTU B/W Z WYKORZYSTANIEM R290 ORAZ WYMIENNIKAMI OTWOROWYMI LUB POZIOMYMI.....	13
11. ANALIZA RYZYK FIZYCZNYCH JAKO OBLIGATORYJNY ELEMENT OCENY INSTALACJI GEOTERMALNYCH W RAMACH TAKSONOMII ZRÓWNOWAŻONYCH ŚRODOWISKOWO DZIAŁAŃ UNII EUROPEJSKIEJ	13
12. TECHNOLOGIE BEZWYKOPOWE NA RZECZ ROZWOJU ENERGETYKI ROZPROSZONEJ	14
13. RYNEK POMP CIEPŁA DZISIAJ I JUTRO - PERSPEKTYWA EUROPY I POLSKI.....	14
14. LABORATORYJNE WYZNACZANIE PARAMETRÓW MECHANICZNYCH SKAŁ METODĄ POMIARU PRĘDKOŚCI FAL AKUSTYCZNYCH	15
15. EFEKTYWNA PRZEWODNOŚĆ CIEPLNA DLA PÓL WYMIENNIKÓW CIEPŁA Z DUŻĄ LICZBĄ OTWORÓW WIERTNICZYCH	15

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze



16. NOWOCZESNE ROZWIĄZANIA I NAJLEPSZE PRAKTYKI W PROJEKTOWANIU DOLNYCH ŹRÓDEŁ DLA GRUNTOWYCH POMP CIEPŁA.....	16
17. WSPOMAGANIE KOMPUTEROWE W OBSZARZE GEOENERGETYKI	17
18. ZASTOSOWANIE AUTORSKIEGO PROGRAMU DOBA W ANALIZIE I OPTYMALIZACJI PROCESU WIERCENIA OTWORÓW DLA OTWOROWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA	17
19. PIERWSZA GEOTERMIA W POLSCE Z NISKOTEMPERATUROWĄ WODĄ GEOTERMALNĄ.....	18
20. PODEJŚCIE STATYSTYCZNE DO ANALIZY TESTÓW REAKCJI TERMICZNEJ	19
21. FILTRACJA WÓD PODZIEMNYCH – KORZYŚĆ CZY PROBLEM PRZY DZIAŁANIU OTWOROWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA?.....	19
22. OPÓR TERMICZNY OTWOROWYCH WYMIENNIKÓW CIEPŁA.....	20
23. ANALIZA WARUNKÓW WYNOSENIA ZWIERCIN PODCZAS WIERCENIA SUPERGŁĘBOKIEGO OTWORU GEOTERMALNEGO	21
24. MOŻLIWOŚCI W ZAKRESIE WYKORZYSTANIA ENERGII I WODY GEOTERMALNEJ W POWIECIE KAZIMIERSKIM	21
25. TERMOPALE W GEOINŻYNIERII I GEOENERGETYCE	22
26. MOŻLIWOŚCI PRZETWARZANIA CIEPŁA GEOTERMALNEGO NA ENERGIĘ MECHANICZNĄ	22
27. OPTYMALIZACJA PRACY GRAWITACYJNEGO OTWOROWEGO MAGAZYNU ENERGII.....	23
28. SYNERGIA GEOTERMALNA: ZWIĘKSZANIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ W PRZEMYSŁE POPRZEC WYSOKOTEMPERATUROWE POMPY CIEPŁA ZASILANE PARĄ WODNĄ I SYSTEMY CHŁODZENIA ZASILANE CIEPŁEM	24
29. WYBRANE ASPEKTY HYDRAULICZNE PROJEKTOWANIA INSTALACJI DOLNEGO ŹRÓDŁA GRUNTOWYCH POMP CIEPŁA.....	24
30. WYKORZYSTANIE BAZ DANYCH PIG-PIB NA POTRZEBY PROJEKTOWANIA TERMOPALI I FUNDAMENTÓW ENERGETYCZNYCH	25
31. ZACZYNY CEMENTOWE DO ZASTOSOWAŃ W OTWORACH GEOTERMALNYCH	25

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



32. WPŁYW CZASU EKSPLOATACJI I STRUMIENIA OBJĘTOŚCI NA STRATY CIEPŁA NA PODSTAWIE OTWORU GEOTERMALNEGO BAŃSKA PGP-1	25
33. UKŁADY STEROWANIA W GRUNTOWYCH POMPACH CIEPŁA.....	26

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Kazimierza Wielka; 9-11 grudnia 2025 r.



1. Modelowanie wysokotemperaturowego sezonowego magazynu energii termicznej

Jerzy Wołoszyn

Afiliacja autora: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora: jwołoszy@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: BTES, magazynowanie energii termicznej, otworowe wymienniki ciepła, modelowanie, MES, efektywność energetyczna

W pracy przedstawiono wyniki numerycznego modelowania transportu ciepła i masy w wysokotemperaturowym sezonowym podziemnym magazynie energii termicznej. Obiektem badań jest funkcjonujący od kilkunastu lat magazyn energii zlokalizowany w instalacji grzewczej dla osiedla domów jednorodzinnych w miejscowości Okotoks (Kanada). Celem pracy było opracowanie oraz weryfikacja numerycznego modelu magazynu, umożliwiającego analizę długoterminowej efektywności systemu w perspektywie piętnastu lat jego eksploatacji. Do modelowania procesów zachodzących w górotworze oraz w otworowych wymiennikach ciepła o konstrukcji pojedynczej U-rurki zastosowano metodę elementów skończonych (MES), wykorzystując pakiet ANSYS oraz autorski element skończony o wielu stopniach swobody. Opracowany model numeryczny umożliwił odtworzenie cyklicznych procesów ładowania i rozładowania magazynu w skali rocznej. Wyniki badań pozwalają na ocenę przestrzennych i czasowych rozkładów temperatury w górotworze, a także na predykcję efektywności magazynowania energii dla kolejnych lat eksploatacji systemu. Otrzymane wyniki numeryczne wykazały dobrą zgodność z dostępnymi danymi pomiarowymi, potwierdzając poprawność przyjętego modelu oraz zastosowanych założeń obliczeniowych.

Badania były finansowane w ramach badań statutowych 16.16.130.942

2. Niskotemperaturowa geotermia i geoenergetyka dla inteligentnych sieci ciepłowniczych 5-ej generacji

Tomasz Śliwa

Afiliacja autora: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora: sliwa@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: geotermia, geoenergetyka, gruntowe/geotermalne pompy ciepła, podziemne magazyny ciepła, otworowe wymienniki ciepła, dublety geotermalne

Referat przedstawia istotę inteligentnych sieci ciepłowniczych 5-ej generacji, tj. takich, które umożliwiają w sposób ciągły ogrzewanie i klimatyzację wnętrz. Analizę oparto o koncepcję rozwoju sieci w Czechowicach-Dziedzicach bazującą na otworowych wymiennikach ciepła oraz o istniejące ciepłownie w Kazimierzy Wielkiej, które bazują na dublecie otworów geotermalnych. Sieci 5-ej generacji nie wymagają preizolacji w takim stopniu jak sieci niższych generacji. Muszą jednak ze względu na niższe temperatury posiadać większe średnice rur. Inteligencja sieci bazuje na

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



automatyce i sterowaniu opartym o źródła i magazyny ciepła i chłodu. Selektywna eksploatacja tychże umożliwia optymalną pracę całości sieci z odbiorcami pod kątem ekonomicznym. Kluczowym elementem systemu są rewersyjne pompy ciepła umożliwiające utrzymanie zadanego komfortu cieplnego odbiorcy ciepła niezależnie od aktualnego zapotrzebowania czy to na ciepło, czy też na chłód. Sieci ciepłownicze 5-ej generacji najlepiej budować od podstaw, ale możliwa jest także rozbudowa już istniejących w wyższym standardzie. Geoenergetyka z wielkoskalowymi magazynami ciepła może być bazą dla rozwoju takich sieci w Polsce i zagranicą. W Polsce działa już ponad 10 ciepłowni geotermalnych. W nowych zaleca się analizę zastosowania inteligentnych sieci (smart grid) typu DHC (district heating cooling), zwłaszcza, gdy występują wody geotermalne z niższego zakresu temperatur.

Badania były finansowane w ramach subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH nr 16.16.190.779

3. Wybrane metody poprawy chłonności w dubletach geotermalnych

*Aneta Sapińska-Słiwa*¹, Rafał Wiśniowski²*

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autora 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: ans@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: *geotermalna skała zbiornikowa, warunki chłonności, instalacja geotermalna, kreda górna*

W referacie przedstawiono wybrane zagadnienia związane z zatłaczaniem schłodzonej wody termalnej przez otwór chłonny do skały zbiornikowej. Omówione zostały zagadnienia związane z kolmatacją strefy przyodwiertowej. Przedstawiono wybrane zabiegi, które w praktyce przyniosły bardzo korzystne wyniki. Istnieje wiele procedur postępowania, niemniej jednak muszą one być dobierane do warunków geologicznych warstwy złożowej, konstrukcji otworów oraz zaprojektowanej instalacji na powierzchni. Należy także wziąć pod uwagę szczegółową analizę fizykochemiczną wody termalnej wraz z możliwością wytrącania się z niej wtórnych minerałów. Uzyskanie zadawalających długoterminowych efektów poprawy parametrów geotermalnej skały zbiornikowej to nie tylko działania doraźne jak np. często stosowane zabiegi kwasowania ale również prowadzenie monitoringu wybranych parametrów fizycznych i chemicznych wody a także śledzenie wybranych parametrów pracy instalacji geotermalnej. W referacie nawiązano również do zagospodarowania wód głównie dla celów ciepłowniczych wraz z możliwością wykorzystania energii i schłodzonej wody do odbioru kaskadowego. Zaprezentowano wybrane elementy rozwiązania problemu chłonności skał zbiornikowych ujmujących geotermalny zbiornik kredy górnej (cenomanu).

Badania były finansowane w ramach subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH nr 16.16.190.779

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



4. Od projektu do odwiertu: optymalizacja procesu wykonania odwiertu w instalacjach GWC

Michał Wójcik, Konrad Skrzypiec

Afiliacja autorów: GEOD Przedsiębiorstwo Wielobranżowe Michał Wójcik, Przebieczany 685, 32-020 Wieliczka

Adresy e-mail autorów: m.wojcik@geod.pl, k.skrzypiec@geod.pl

Słowa kluczowe: wiercenia geotermalne, optymalizacja procesu wiercenia, nowoczesne wiertnice, podwójne głowice, automatyczne podajniki rur, oczyszczanie płuczki

Autorzy w prezentacji koncentrują się na procesie wiercenia pod sondy GWC, ze szczególnym uwzględnieniem nowoczesnych technologii zwiększających efektywność, jakość wykonanych odwiertów oraz bezpieczeństwo prac. Omówione zostają innowacje i trendy wykonawcze w trzech głównych metodach wiercenia stosowanych w projektach geotermalnych: wiercenie obrotowe z płuczką, wiercenie młotkiem DTH oraz wiercenie świdrem PDC z płukaniem powietrznym, które w ostatnich latach zyskuje na popularności ze względu na wysoką prędkość wiercenia i minimalne wymagania logistyczne. W prezentacji przedstawiono zalety i ograniczenia każdej technologii oraz zasady ich właściwego wyboru w zależności od rodzaju gruntu i skał. Szczególną uwagę poświęcono nowoczesnym urządzeniom wiertniczym wyposażonym w podwójne głowice, umożliwiające jednoczesne wiercenie z zastosowaniem rur płuczkowych i okładzinowych, co znacząco poprawia stabilność otworu w złożonych warunkach geologicznych. Zaprezentowano również systemy automatycznego podawania przewodu, które podnoszą bezpieczeństwo operatorów i redukują czas operacji. Kolejnym istotnym elementem są kompaktowe systemy oczyszczania płuczki, poprawiające jakość otworu oraz ograniczające ilość generowanych odpadów wiertniczych i ich wpływ na środowisko. We wnioskach przedstawiono rekomendacje dotyczące optymalizacji całego procesu wiercenia, monitoringu parametrów oraz kontroli jakości wykonanych odwiertów.

5. Pozyskanie ciepła geotermalnego z opuszczonych odwiertów – wykorzystanie modelu matematycznego wymiennika typu Fielda przy trzech zróżnicowanych parametrycznie częściach wymiennika wynikających z różnej izolacyjności rury wewnętrznej

Tomasz Kujawa, Sławomir Wiśniewski*

Afiliacja autorów: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Katedra Technologii Energetycznych, al. Piastów 19, 70-310 Szczecin

**Adres e-mail autora do korespondencji: tomasz.kujawa@zut.edu.pl*

Słowa kluczowe: model matematyczny, wymiennik geotermalny, energia geotermalna, opuszczone odwierty

W niniejszej pracy zaprezentowano model matematyczny geotermalnego wymiennika typu Fielda uwzględniający trzy zróżnicowane parametrycznie części tego wymiennika wynikające z różnej izolacyjności rury wewnętrznej. Za pomocą tego modelu możemy ocenić ilość pozyskiwanej energii geotermalnej przekazanej z wnętrza otworu poprzez płyn pośredniczący. W przypadku zróżnicowanych parametrycznie trzech części wymiennika (pod względem współczynnika przekazywania ciepła – uzasadnieniem tutaj mogą być względy ciśnieniowe, jak również koszt wykonania izolacji) osadzonego geotermicznego wymiennika ciepła, uzasadnione jest uwzględnienie tego faktu przy modelowaniu wymiennika i zastosowanie podziału wymiennika na części. Przyjęto, że każda z trzech części wymiennika znajduje się w jednolitym masywie skalnym, którego temperatura zmienia się liniowo. Na podstawie równań bilansu wymiennika dla czynnika płynącego w kanale pierścieniowym oraz w kanale wewnętrznym w każdej z trzech części wymiennika,

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



po uwzględnieniu równań wymiany ciepła i po wprowadzeniu odpowiednich oznaczeń, otrzymano trzy układy równań różniczkowych rzędu pierwszego, które rozwiązano metodą d'Alamberta i przy użyciu sześciu warunków brzegowych określono sześć stałych całkowania umożliwiającą jednoznaczny określenie opisu pola temperatury w wymienniku, jak również strumień pozyskiwanego z górotworu ciepła.

6. Znaczenie ekologicznych czynników chłodniczych w rozwoju gruntowych pomp ciepła

Paweł Obstawski

Afiliacja autora: Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Instytut Inżynierii Mechanicznej, Katedra Podstaw Inżynierii i Energetyki, ul. Nowoursynowska 164, 02-787 Warszawa

Adres e-mail autora: pawel_obstawski@sggw.edu.pl

Słowa kluczowe: pompy ciepła, czynniki chłodnicze, ciepło górotworu

Realizacja redukcji emisji gazów cieplarnianych ukierunkowana jest na elektryfikację wszystkich sektorów gospodarki. W praktyce oznacza to, że energia elektryczna będzie stanowić podstawowy nośnik energii, który będzie przetwarzany na inną formę energii, w tym również ciepło z wykorzystaniem pomp ciepła. Głównym problemem eksploatacyjnym szczególnie w przypadku wysokich temperatur górnego źródła są ograniczenia związane z możliwością stosowania czynników chłodniczych wynikające z wysokich wartości współczynnika GWP. Celem prowadzonych prac była analiza mająca na celu określenie możliwości zastosowania wybranych czynników chłodniczych charakteryzujących się niską wartością współczynnika GWP w wysokotemperaturowych sprężarkowych pompach ciepła pracujących w układzie solanka woda dedykowanych do współpracy z siecią ciepłowniczą.

7. Rekonstrukcja otworów hydrogeologicznych w kierunku zastosowania, w geotermii

*Przemysław Toczek*¹, Tomasz Kowalski², Rafał Artym³, Stanisław Pawlik⁴*

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autora 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autor 3: Firma Usługowa AR-WIERT Rafał Artym, ul. C. K. Norwida 8/30, 37-600 Lubaczów, www.arwiert.com

Afiliacja autor 4: Zakład Robót Geologiczno Wiertniczych GEOWIERT, ul. Pana Balcera 1/207, 20-631 Lublin

**Adres e-mail autora do korespondencji: toczek@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: otwory hydrogeologiczne, rekonstrukcja odwiertów hydrogeologicznych, geotermia

Istniejące otwory hydrogeologiczne poddawane są rekonstrukcji polegającej na zamianie konstrukcji filtrowej na bezfiltrową wynikającą m.in. z warunków zarurowania. Dodatkowo stosowane są zabiegi kwasowania w celu zwiększenia wydajności warstwy wodonośnej, co pozwala na zwiększenie odbioru ciepła dla geotermii.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779



Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze



8. Od projektu do źródła - sięgnąć głębiej z Chemfor: innowacyjne podejście do wierceń geotermalnych

Bartosz Mamczak¹, Mateusz Niziołek¹, Andrzej Szczygieł¹, Marcel Łącki²

Afiliacja autorów 1: CHEMFOR POLAND, ul. Towarowa 29, 38-200 Jasło

Afiliacja autora 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora do korespondencji: b.mamczak@chemfor.eu

Słowa kluczowe: Chemfor, projekt geologiczny, projekt płuczki, płuczka wiertnicza, temperatura, innowacje

Artykuł przedstawia koncepcję kompleksowego podejścia do wierceń geotermalnych, w którym rozwiązania Chemfor umożliwiają sprawniejsze, bezpieczniejsze i bardziej przewidywalne prowadzenie otworów – od etapu projektu aż po sam kontakt ze złożem. Omawiane technologie, oparte na stabilizacji otworu, kontroli oraz skupieniu na osiągnięciu celu geologicznego, pozwalają na ograniczenie ryzyka operacyjnego i poprawę efektywności w trudnych warunkach termicznych. W artykule podkreślono znaczenie właściwego opracowania projektu robót geologicznych i wskazano błędy oraz niedopatrzania z jakimi spotykano się w kwestiach doboru płuczek wiertniczych na etapie przedprojektowym. Przedstawiono przykłady zastosowań oraz wyniki potwierdzające, że innowacyjna formuła oraz rozwiązywanie trudności metodami „szytymi na miarę” zapewniają stabilne parametry płynów wiertniczych, minimalizują niepowodzenia i pozwalają na szybsze osiągnięcie zamierzonego celu operacyjnego. Praca wskazuje, że dzięki innowacyjnym „szytym na miarę” technologiom możliwe jest połączenie sprawdzonych praktyk wiertniczych z nowym podejściem, które otwiera drogę do wydajniejszego i szybszego pozyskiwania energii geotermalnej z coraz głębszych pokładów.

9. Wybrane aspekty adaptacji istniejących odwiertów do wykorzystania w geotermii

Tomasz Wigłusz

Niezależny Ekspert ds. Wierceń

Adres e-mail autora: t.wiglusz@gmail.com

Słowa kluczowe: otworowe wymienniki ciepła, likwidacja odwiertów, geotermia, wykorzystanie istniejących odwiertów

Otwory wiertnicze, odwierty różnego przeznaczenia mogą być wykorzystywane dla celów pozyskania energii geotermalnej. Projektowanie otworów wiertniczych powinno zakładać ich maksymalne wykorzystanie, łącznie z możliwością adaptacji dla geotermii. Na wybór istniejącego odwiertu do adaptacji wpływa wiele czynników technicznych, prawnych oraz lokalizacyjnych. Odwierty, w zależności od ich pierwotnego przeznaczenia wymagają odpowiedniego zabezpieczenia oraz przygotowania do eksploatacji energii geotermalnej. Wybrane aspekty techniczne wyboru odwiertu ze względu na możliwości adaptacji m. in. ocena stanu zarurowania, zacementowania, zagłowiczenia zostały opisane w artykule. Istniejące odwierty powinny być odpowiednio przygotowane, zabezpieczone poprzez skuteczne odizolowanie produkcyjnej sekcji odwiertu, poprzez jego częściową likwidację. Opisano przykładowe konstrukcje wymienników ciepła, które mogłyby być zostać zainstalowane w odwiercie. Wykorzystanie istniejących odwiertów w dobrym stanie technicznym, odpowiednio przygotowanych znacznie obniżyłoby koszty inwestycji związanej z pozyskiwaniem energii geotermalnej.

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



10. Systemy grzania, chłodzenia pasywnego lub aktywnego z pompami ciepła na bazie gruntu B/W z wykorzystaniem R290 oraz wymiennikami otworowymi lub poziomymi

Artur Karczmarczyk

Niezależny Konsultant ds. Pomp Ciepła

Adres e-mail autora: krca.szkolonia@gmail.com

Słowa kluczowe: pompy ciepła, R290, wymiennik gruntowy, grzanie, chłodzenie

Przykłady możliwości zastosowania pomp ciepła na bazie gruntu B(S)/W z wykorzystaniem wymienników otworowych / sond, poziomych w w systemach c.o., c.w.u. - funkcja grzania oraz chłodzenia aktywnego i pasywnego. Konstrukcji pomp ciepła wykorzystujących naturalny czynnik chłodniczy R290 (propan). Aspekty techniczne montażu uwzględniające aktualne wymagania techniczne i normy. Przykład analizy SCOP/SPF systemu z pompa ciepła.

11. Analiza ryzyk fizycznych jako obligatoryjny element oceny instalacji geotermalnych w ramach taksonomii zrównoważonych środowiskowo działań Unii Europejskiej

Paweł Bogacz

Afiliacja autora: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami, Katedra Ekonomiki i Zarządzania w Przemysle, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora: bogacz@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: zmiany klimat, taksonomia UE, instalacje geotermalne, ryzyka fizyczne, adaptacja

Zmiany klimatu stanowią jedno z najważniejszych wyzwań dla dzisiejszej ludzkości. Od strony podołania im należy na nie patrzeć z dwóch stron. Pierwszym elementem jest łagodzenie tychże zmian, drugim natomiast adaptacja do nich. W obu powyższych procesach swe bardzo ważne miejsce mają instalacje geotermalne. Po pierwsze ich wykorzystanie pozwala na znaczące zmniejszenie poziomu śladu węglowego emitowanego w procesach produkcji energii cieplnej i energii elektrycznej. Z drugiej jednakże strony systemy te same narażone są na zmiany klimatu. W związku z tym niezbędnym elementem ich powstawania i zarządzania nimi staje się przeprowadzenie dla nich procesu analizy ryzyk fizycznych a dalej wprowadzenia działań służących ich zabezpieczeniu przed urzeczywistnieniem się tychże ryzyk. Niniejszy referat koncentruje się na przedstawieniu powyższych kwestii, a przede wszystkim na prezentacji metodyki prowadzenia analizy ryzyk fizycznych dla instalacji geotermalnych, wraz ze wskazaniem dla nich rekomendacji adaptacyjnych.

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



12. Technologie bezwykopowe na rzecz rozwoju energetyki rozproszonej

Jan Ziaja

Afiliacja autora: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora: ziaja@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: OZE, energetyka rozproszona, technologie bezwykopowe

W wielu opracowaniach i dyskusjach energetyka rozproszona wydaje się głównym źródłem niskoemisyjnej energii w mikście energetycznym Polski. W artykule autor opisał podstawowe źródła takiej energii jej kluczowe cechy, zalety i wady. Przytaczając kilka projektów już zrealizowanych. Na tym ple przedstawione zostały możliwości wykorzystania technologii bezwykopowych do budowy nowych systemów energetyki rozproszonej z wykorzystaniem OZE.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

13. Rynek pomp ciepła dzisiaj i jutro - perspektywa Europy i Polski

Jakub Koczorowski

Afiliacja autora: Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła PORT PC, ul. Cechowa 51/50, 30-614 Kraków

Adres e-mail autora: jakub.koczorowski@portpc.pl

Słowa kluczowe: gruntowe pompy ciepła, płytka geotermia, Geoboost, gruntowe wymienniki ciepła, potencjał rozwoju

Gruntowe pompy ciepła (GPC) stanowią jedną z najbardziej efektywnych technologii wykorzystujących odnawialne źródła energii – z 1 kWh energii elektrycznej można wygenerować nawet do 6 kWh energii cieplnej. Według raportu Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA, 2025) pełny zasób zainstalowanych pomp ciepła wyniósł na koniec 2024 r. ok. 25,5 mln sztuk, w tym ok. 2,5 mln gruntowych pomp ciepła, co stanowi ok. 10%. Ambicja UE w zakresie wzrostu sektora pomp ciepła, w tym GPC, w porównaniu z aktualną trajektorią sprzedaży GPC wskazuje na dużą lukę w osiągnięciu tego celu do 2030 r. Chcąc osiągnąć liczbę 6 mln zainstalowanych GPC w Europie w 2030 r., należy doprowadzić jak najszybciej do usunięcia barier. W ramach trwającego od 2023 r. projektu GeoBOOST dokonano pełnej analizy tych barier, jak również przygotowano szereg rekomendacji, w jaki sposób je zniwelować. Należą do nich m.in.:

- wysokie nakłady CAPEX (wydatki inwestycyjne),
- długie procesy uzyskiwania pozwoleń oraz brak ich digitalizacji dla geotermii płytkiej,
- braki kadrowe w sektorze wierceń,
- niewystarczające pokrycie kraju Mapami Potencjału Geotermalnego,
- brak strategii rozwoju geotermii płytkiej na poziomie lokalnym,
- dezinformacja dotycząca pomp ciepła,
- relatywnie wysokie ceny energii elektrycznej i obawy konsumentów o ich dalszy wzrost – niekorzystny stosunek ceny energii el. do gazu.

Dalszy dynamiczny rozwój rynku GHP w Polsce i wielu innych krajach Europy wymaga stworzenia dogodnych warunków finansowych i formalno-prawnych dla inwestycji w gruntowe pompy ciepła.

Projekt GeoBOOST otrzymał dofinansowanie od Unii Europejskiej w ramach umowy o dotację nr 101077613. Wyrażone poglądy i opinie są jednak wyłącznie poglądami i opiniami autora (autorów) i nie muszą odzwierciedlać poglądów Unii Europejskiej lub CINEA. Ani Unia Europejska, ani organ przyznający dotację nie ponoszą za nie odpowiedzialności



14. Laboratoryjne wyznaczanie parametrów mechanicznych skał metodą pomiaru prędkości fal akustycznych

Mitra Khalilidermani, Dariusz Knez*

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

*Adres e-mail autora do korespondencji: knez@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: właściwości mechaniczne skał; parametry sprężystości; piaskowiec; marmur; stabilność otworu

W niniejszym badaniu przeprowadzono laboratoryjne pomiary parametrów mechanicznych skał, wykorzystując testy jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie (UCS) oraz badania prędkości akustycznej na 84 próbkach rdzeniowych czterech rodzajów polskich skał: piaskowca Szydłowiec-Śmiłów, piaskowca Wola Komborska, piaskowca tumlińskiego oraz marmuru morawickiego. System pomiaru prędkości akustycznej (AVS) posłużył do wyznaczenia prędkości fal podłużnych i poprzecznych w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Na podstawie tych pomiarów obliczono dynamiczne właściwości sprężyste, w tym moduł Younga, moduł ścinania, moduł sprężystości objętościowej oraz współczynnik Poissona. Wyniki wykazały różnice pomiędzy poszczególnymi litologiami: piaskowce charakteryzowały się niższymi wartościami UCS, podczas gdy marmur wykazywał wartości wyższe. Ponadto piaskowiec Szydłowiec-Śmiłów wykazuje niskie prędkości fal i niskie wartości modułów, co wskazuje na słabą, ciągliwą strukturę. Piaskowiec z Woli Komborskiej odznacza się wysokim modułem sprężystości objętościowej i współczynnikiem Poissona, co sugeruje większą ciągliwość i odporność na odkształcenia. Piaskowiec tumliński i marmur morawicki wykazują dużą sztywność i kruchość; jednakże wyższa gęstość i niższa porowatość marmuru czynią go bardziej zwięzłym i wytrzymałym. Odkrycia te dostarczają cennych informacji na temat sprężystego zachowania skał w skali laboratoryjnej i potwierdzają skuteczność badań prędkości akustycznej jako wiarygodnego narzędzia do charakteryzowania zależnych od litologii zmian właściwości mechanicznych, użytecznych dla celów projektowania prac wiertniczych.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

15. Efektywna przewodność cieplna dla pól wymienników ciepła z dużą liczbą otworów wiertniczych

Tomasz Śliwa*, Andrzej Gonet

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

*Adres e-mail autora do korespondencji: sliwa@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: otworowe wymienniki ciepła, geoenergetyka, geotermia, pola wymienników otworowych, przewodność cieplna

Referat pokazuje możliwość uwzględnienia parametrów eksploatacyjnych otworowych wymienników ciepła w projektowaniu licznych pól, do systemów grzewczych i/lub grzewczo-chłodniczych obiektów wymagających dużych

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



mocy. Dwa główne parametry eksploatacyjne wymienników otworowych to obciążenie grzewcze oraz strumień objętości nośnika ciepła. Przedstawiona koncepcja zaleca korektę parametrów technologicznych eksploatacji otworowych wymienników ciepła przy projektowaniu warunków pracy dużych instalacji. Otworowe wymienniki ciepła stają się coraz bardziej popularnymi instalacjami w zakresie utrzymania komfortu cieplnego wewnątrz użytkowanych przez ludzi. Dają możliwość ogrzewania i klimatyzacji, przy równoczesnym magazynowaniu ciepła i/lub chłodu w górotworze. W referacie przedstawiono dobór podstawowych parametrów eksploatacji otworowych wymienników ciepła, którymi wg autorów są strumień objętości nośnika ciepła oraz jednostkowe obciążenie grzewcze wymiennika.

Przy dużej liczbie otworowych wymienników ciepła, koszt cyrkulacji nośnika ciepła stanowi czynnik kosztotwórczy podczas ogrzewania i/lub klimatyzacji wewnątrz. Jego minimalizacja opiera się na korygowaniu strumienia objętości nośnika ciepła w zależności od bieżącego obciążenia grupy wymienników otworowych. Ze względu na pojawiające się coraz częściej duże instalacje z otworowymi wymiennikami ciepła, należy uwzględnić już nie tylko koszty inwestycyjne, ale także koszty ich eksploatacji. Pomimo, że głównym parametrem określającym koszty ogrzewania i/lub klimatyzacji z otworowych wymienników ciepła jest efektywność energetyczna geotermalnych pomp ciepła (COP) to uwzględnić powinno się również energię potrzebną do zapewnienia odpowiedniej mocy hydraulicznej dla przepływu nośnika ciepła. W pracy przedstawiono przykład obliczeniowy na bazie badań zrealizowanych w Laboratorium Geoenergetyki AGH.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

16. Nowoczesne rozwiązania i najlepsze praktyki w projektowaniu dolnych źródeł dla gruntowych pomp ciepła

Jarosław Ozimek

Afiliacja autora: DPS Sp. z o.o., ul. Dwa Światy 3F, 55-040 Bielany Wrocławskie

Adres e-mail autora: jaroslaw.ozimek@dps.net.pl

Słowa kluczowe: analiza geoenergetyczna, modelowanie temperatury, chłodzenie z dolnego źródła, pompa ciepła, programy do analiz

Praca omawia kluczowe zagadnienia związane z projektowaniem oraz analizą geoenergetyczną gruntowych pomp ciepła, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu chłodzenia na bilans cieplny górotworu. Wykorzystanie dolnego źródła również w trybie chłodzenia umożliwia efektywną regenerację cieplną gruntu poprzez sezonowy zrzut ciepła. Zjawisko to podnosi średnioroczną temperaturę solanki zasilającej parownik, co potwierdzają analizy numeryczne wykonane w ramach prac PORT PC. Wzrost parametrów termicznych dolnego źródła przekłada się na redukcję wymaganej liczby odwiertów oraz zwiększenie stabilności temperaturowej systemu, a tym samym poprawę konkurencyjności technologii solanka-woda. Dla instalacji kluczowa staje się zaawansowana analiza geoenergetyczna. Obejmuje ona wyznaczenie średniej przewodności cieplnej gruntu na podstawie testu TRT, modelowanie geometryczne pola odwiertów oraz optymalizację ich liczby i odległości. Kompleksowe podejście projektowe pozwala ograniczyć koszty CAPEX i OPEX oraz minimalizuje ryzyko eksploatacyjne. W pracy podkreślono wagę integracji trzech obszarów: wiertniczego (wykonanie otworów), geoenergetycznego (analiza i modelowanie dolnego źródła) oraz sanitarnego (wykonanie instalacji i jej eksploatacja). Pokazano dostępne oprogramowania do modelowania numerycznego. Wykazano możliwość trzykrotnego zmniejszenia kosztów wykonania dolnego źródła przy wykorzystaniu chłodu.

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



17. Wspomaganie komputerowe w obszarze geoenergetyki

Krzysztof Skrzypaszek

Afiliacja autora: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Adres e-mail autora: varna@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: geoenergetyka, energia geotermalna, otworowe wymienniki ciepła, symulacja numeryczna, Earth Energy Designer, ANSYS Fluent, Python

Rozwój instalacji geoenergetycznych opartych na otworowych wymiennikach ciepła wymaga coraz staranniejszego podejścia do etapu obliczeń projektowych. W praktyce inżynierskiej kluczowe jest zarówno oszacowanie zapotrzebowania na moc cieplną, jak i racjonalny dobór liczby, długości oraz konfiguracji wymienników w warunkach lokalnych. Narzędzia komputerowe pozwalają uporządkować ten proces i ograniczyć niepewność związaną z przyjmowanymi założeniami obliczeniowymi. W pracy przedstawiono przykład wykorzystania zestawu trzech klas narzędzi stosowanych w projektowaniu instalacji geoenergetycznych. Pierwszą z nich jest specjalistyczne oprogramowanie Earth Energy Designer, użyte do wstępnego wymiarowania otworowych wymienników ciepła dla wybranych scenariuszy obciążenia. Drugą stanowi uniwersalne środowisko numeryczne ANSYS Fluent, pozwalające na bardziej szczegółową analizę pola temperatury w otoczeniu pojedynczego otworu oraz ocenę wpływu wybranych parametrów geometrycznych i eksploatacyjnych. Trzecią grupę tworzą autorskie rozwiązania opracowane w języku Python z wykorzystaniem bibliotek numerycznych, takich jak NumPy, pandas czy matplotlib, służące m.in. do przetwarzania i analizy wyników obliczeń, porównywania wariantów projektowych oraz generowania zestawień i wizualizacji. Celem pracy jest pokazanie, w jaki sposób połączenie wyspecjalizowanego oprogramowania z lekkimi, autorskimi narzędziami programistycznymi może wspierać kolejne etapy procesu projektowego w geoenergetyce, a także omówienie praktycznych zalet i ograniczeń takiego podejścia.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

18. Zastosowanie autorskiego programu DOBA w analizie i optymalizacji procesu wiercenia otworów dla otworowych wymienników ciepła

Piotr Buliński, Tomasz Śliwa*

Afiliacja autorów: AHJ Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: bulinski@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: wiertnictwo, optymalizacja wiercenia, otworowe wymienniki ciepła, geoenergetyka, geotermia

Rosnąca liczba inwestycji wykorzystujących otworowe wymienniki ciepła sprawia, że coraz większego znaczenia nabiera możliwość skrócenia czasu wiercenia i ograniczenia kosztów energetycznych. Odpowiedzią na te potrzeby jest

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



autorski program DOBA, opracowany jako narzędzie wspierające analizę parametrów technologicznych przy wierceniu metodą udarowo-obrotową. Aplikacja wykorzystuje dane z wykonanych wcześniej otworów testowych, a następnie na tej podstawie wskazuje konfiguracje parametrów mogące przyczynić się do zwiększenia efektywności wiercenia. W procesie obliczeniowym zastosowano model predykcyjny oparty na algorytmie XGBoost, który dobrze sprawdza się przy pracy z niewielkimi zbiorami danych i pozwala ocenić wpływ ciśnienia powietrza oraz prędkości obrotowej na czas wiercenia i zużycie energii. Program DOBA umożliwia wprowadzanie danych poprzez interfejs użytkownika lub dedykowany arkusz oraz generuje raport przedstawiający najbardziej efektywne konfiguracje parametrów wiercenia w podziale na określone przedziały głębokości. Uzyskane wyniki wspierają dobór odpowiednich parametrów wiercenia, szczególnie w dużych instalacjach, w których analiza otworów testowych może przynieść wymierne oszczędności czasowe i energetyczne. Narzędzie ma charakter prototypowy, jednak stanowi podstawę do dalszego rozwoju funkcjonalności uwzględniających np. zmienność geologiczną, automatyzację pomiarów energetycznych, zużycie narzędzia wierzącego.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

19. Pierwsza geotermia w Polsce z niskotemperaturową wodą geotermalną

Tomasz Śliwa, Aneta Sapińska-Śliwa*

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: sliwa@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: wody geotermalne, geotermia, dublet geotermalny, otwory geotermalne

W pracy zawarto historię udostępniania wód geotermalnych w Powiecie Kazimierskim. Pierwsze ciepło z wód geotermalnych zostało wykorzystane w Cudzynowicach w 2014 roku. Ogrzewany był Zespół Szkół Rolniczych. W 2024 r. otwarto Kazimierskie Baseny Mineralne, które służą mieszkańcom i turystą nie tylko dla rekreacji ale także balneoterapeutycznie. Geotermalna woda siarczkowa ma specyficzne własności lecznicze. W bieżącym roku rozpoczął się pierwszy sezon grzewczy, kiedy ogrzewane są obiekty w Kazimierzy Wielkiej. Woda geotermalna na głowicy posiada temperaturę 29°C. Po częściowym oddaniu ciepła w Cudzynowicach płynie dalej rurociągiem kompozytowym wykorzystującym włókna szklane przez ponad 3 km do Kazimierzy Wielkiej. Głównym odbiorcą ciepła jest kompleks basenowy. Posiadanie przez wodę podobnych właściwości jak wody z Buska Zdroju i Solca Zdroju skłaniają ku dalszym działaniom w kierunku rozwoju lecznictwa uzdrowiskowego. Woda ma również potencjał w kierunku rozpoczęcia budowy sieci ciepłowniczej w Kazimierzy Wielkiej. Powinna to być sieć nowoczesna, inteligentna, 5ej generacji, służąca nie tylko dla ogrzewania ale też klimatyzacji. Chłodzenie wnętrz może w dobie zmian klimatycznych być w przyszłości istotnym obciążeniem dla mieszkańców i firm. Nie wiemy czy i kiedy zatrzyma się globalny przyrost temperatury powietrza, a chłodzenie systemowe będzie dużo tańsze od indywidualnego.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



Kazimierskie Wody
Termalne i Lecznicze



20. Podejście statystyczne do analizy testów reakcji termicznej

Krzysztof Seńczuk¹, Bartosz Majewski², Aneta Sapińska-Śliwa^{3*}

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autora 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Matematyki Stosowanej, Katedra Statystyki Matematycznej, Analizy Danych i Matematyki Finansowej, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autora 3: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

*Adres e-mail autora do korespondencji: ans@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: Testy reakcji termicznej, TRT, Otworowe wymienniki ciepła, Analiza wariancji, Liniowe modele mieszane

Głównym założeniem publikacji było wykonanie analizy statystycznej oraz dobór najlepiej dopasowanego modelu do posiadanych wyników testów reakcji termicznej. Testy reakcji termicznej są to testy wykonywane in situ na wcześniej przygotowanych otworach z wymiennikami ciepła. Zatlacza się do nich ciecz roboczą, która krąży po całej instalacji. Na wpływie oraz wypływie z aparatury mierzy się m.in. temperaturę cieczy, strumień objętości przepływu czy moc we wcześniej określonych odstępach czasowych. W oparciu o dane uzyskane podczas wykonywania testów reakcji termicznej na otworowych wymiennikach ciepła przeprowadzono analizę statystyczną wyników otrzymanych po zakończonych badaniach. Analizowano wartości przewodnictwa cieplnego λ oraz oporności cieplnej otworu R_b . W modelu uwzględniono czynniki jakościowe, takie jak dobór metod wykorzystywanych do wyznaczenia przewodnictwa cieplnego oraz przedziały czasowe przeprowadzanych testów. Jako czynniki ilościowe przeanalizowano głębokości otworów, moce jednostkowe oraz prędkości przepływu wykorzystywane podczas trwania testów reakcji termicznej.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

21. Filtracja wód podziemnych – korzyść czy problem przy działaniu otworowych wymienników ciepła?

Tomasz Śliwa*, Remigiusz Kunasz

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

*Adres e-mail autora do korespondencji: śliwa@agh.edu.pl

Słowa kluczowe: prędkość filtracji, wody podziemne, otworowy wymiennik ciepła, pompa ciepła, geoenergetyka

Filtracja wód podziemnych w strefie oddziaływania otworowych wymienników ciepła istotnie modyfikuje wyniki testu reakcji termicznej (TRT) oraz długoterminową pracę instalacji. Obecność przepływu wody gruntowej prowadzi zwykle

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



do pozornie podwyższonej efektywnej przewodności cieplnej λ , gdyż adwekcja ciepła przez wodę intensyfikuje wymianę ciepła pomiędzy wymiennikiem a ośrodkiem skalnym. Zjawisko to niesie wyraźne korzyści w sezonie grzewczym: przepływająca woda doprowadza „świeżą” energię do otworu, ograniczając wychłodzenie gruntu i poprawiając sprawność pompy ciepła. Jednocześnie jednak ta sama filtracja może być niekorzystna w sezonie letnim, gdy otwór pełni funkcję magazynu ciepła. Ciepło odprowadzane z budynku i deponowane w górotworze jest częściowo usuwane przez przepływającą wodę, co prowadzi do rozpraszania energii w kierunku przepływu i obniża zdolność długoterminowego magazynowania ciepła. W konsekwencji rezerwar ciepły w postaci górotworu w warunkach intensywnej filtracji nie osiąga pełnej projektowanej pojemności. Filtracja wód podziemnych powinna być zatem traktowana jednocześnie jako korzystny mechanizm „doładowywania” mocy wymiennika w ziemi oraz czynnik ograniczający efektywność sezonowego magazynowania ciepła, co wymaga uwzględnienia w interpretacji TRT i projektowaniu systemów BHE. Dlatego identyfikacja obecności i kierunku filtracji, m.in. poprzez zaawansowaną interpretację TRT oraz modelowanie numeryczne sprzężonych procesów przewodzenia i adwekcji, jest kluczowa dla właściwej oceny parametrów projektowych, doboru liczby i głębokości otworów, a także strategii sezonowej eksploatacji systemu.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

22. Opór termiczny otworowych wymienników ciepła

Tomasz Kowalski, Tomasz Śliwa*

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: tkowal@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: otworowy wymiennik ciepła, opór termiczny, konstrukcja wymiennika otworowego, geoenergetyka, płytka geotermia

Energia odnawialna z roku na rok zwiększa swój udział w bilansie energetycznym krajów europejskich. Rodzajem energii odnawialnej możliwym do wykorzystania w sposób ciągły, punktowo i niezależnie od lokalizacji, jest energia geotermalna udostępniana za pomocą otworowych wymienników ciepła współpracujących z pompą ciepła. Dwoma głównymi elementami konstrukcyjnymi otworowych wymienników ciepła, wpływającymi na moc jednostkową wymienianą z górotworem są rury wymiennika oraz rodzaj wypełnienia przestrzeni pomiędzy rurami, a ścianą otworu wiertniczego. Bardzo ważnym elementem jest również rodzaj nośnika ciepła krążącego w rurach wymiennika. Wszystkie elementy konstrukcyjne wpływają na opór termiczny otworowego wymiennika ciepła. Można go wyznaczyć w sposób doświadczalny (m.in. za pośrednictwem testu reakcji termicznej) lub za pomocą symulacji komputerowych (specjalistyczne oprogramowanie komputerowe). W pracy zaprezentowane zostaną sposoby określenia oporu termicznego wymienników otworowych wraz z przykładami interpretacji testu reakcji termicznej oraz symulacyjnymi. Wykorzystane zostaną dane z pól badawczych wymienników otworowych Laboratorium Geoenergetyki Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779.

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



23. Analiza warunków wynoszenia zwiercin podczas wiercenia supergłębokiego otworu geotermalnego

Albert Złotkowski, Iwona Kowalska Kubsik*

Afiliacja autorów: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: azlot@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: Otwór geotermalny, płuczka wiertnicza, wynoszenie zwiercin

Obrotowe wiercenie otworów wiąże się z koniecznością stosowania płuczki wiertniczej do wynoszenia zwiercin z dna otworu. Transport zwiercin jest uzależniony od parametrów reologicznych przepływającej cieczy, ale także od warunków hydraulicznych istniejących w przestrzeni pierścieniowej otworu w danej głębokości. Wykonywanie szczególnie głębokich otworów geotermalnych związane jest z zastosowaniem konstrukcji otworu z wykorzystaniem traconych kolumn rur okładzinowych oraz z koniecznością zastosowania stopniowego przewodu wiertniczego. W tak skomplikowanej geometrycznej sytuacji wyzwaniem jest uzyskanie odpowiednich parametrów wynoszenia zwiercin. Niniejszy referat prezentuje rozważania na temat możliwości zaprojektowania takich parametrów reologicznych płynów oraz przepływu, które umożliwią bezpieczne prowadzenie procesu wiercenia przy zachowaniu odpowiedniego oczyszczania dna otworu.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779.

24. Możliwości w zakresie wykorzystania energii i wody geotermalnej w Powiecie Kazimierskim

*Rafał Grzech¹, Aneta Sapińska-Śliwa^{*2},*

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autora 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: ans@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: geotermia niskotemperaturowa, pompy ciepła, powiat kazimierski

Energia wód geotermalnych stanowi niekonwencjonalne źródło energii zaliczane do źródeł odnawialnych, których wykorzystanie jest kluczem do zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego. Wydobywana woda geotermalna w powiecie kazimierskim należy do wód niskotemperaturowych. W związku z powyższym zagospodarowanie wody oraz jej energii stanowi wyzwanie dla inwestorów oraz projektantów. Jednakże pomimo niskiej temperatury oferuje ona szeroki wachlarz możliwości jej wykorzystania biorąc pod uwagę jej: zasoby wód termalnych, ich skład fizykochemiczny oraz możliwości zastosowania pomp ciepła. Wśród potencjalnych zastosowań energii wydobywanej

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



wody termalnej można wymienić: ciepłownictwo, rekreację, uprawę roślin oraz hodowlę ryb. Natomiast biorąc pod uwagę jej skład fizykochemiczny istnieje możliwość zastosowania wody w balneoterapii oraz jako składnik aktywny w formułach kosmetycznych. Rozważenie implementacji w praktyce potencjalnych możliwości zagospodarowania wód termalnych powiatu kazimierskiego zwiększy szansę na efektywne wykorzystanie potencjału geotermalnego, ale również może przyczynić się do podniesienia statusu i rozpoznawalności regionu.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

25. Termopale w geoinżynierii i geoenergetyce

*Remigiusz Kunasz*¹, Tomasz Śliwa¹, Zbigniew Jezuit²*

Afiliacja autorów 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autorów 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: kunasz@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: termopale, test reakcji termicznej, geoenergetyka, geoinżynieria

Termopale, czyli pale energetyczne, stanowią elementy fundamentowe sprzężone z instalacją geotermalną niskotemperaturową. Łączą funkcję przenoszenia obciążeń z funkcją wymiany ciepła z górotworem poprzez zainstalowane w betonie rury wymiennika, w których cyркуluje nośnik ciepła. W obliczeniach projektowych kluczowe są: efektywna przewodność cieplna otoczenia λ_{ef} , oporność termiczna wymiennika R_b oraz możliwa do uzyskania jednostkowa moc cieplna P_j . Parametry te wyznacza się na podstawie testów reakcji termicznej (TRT), które pozwalają na weryfikację założeń literaturowych dotyczących właściwości termicznych skał i konstrukcji pala. W Tymbaroku przeprowadzono TRT na termopalu o głębokości 20,26 m i średnicy 650 mm. Interpretację wyników wykonano dla różnych średnic: 230 mm oraz 650 mm. Dla średnicy 230 mm uzyskano $\lambda_{ef} = 3,07 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, $R_b = 0,11 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$ oraz jednostkową moc cieplną $P_j \approx 55,7 \text{ W/m}$. Dla średnicy 650 mm (średnica rzeczywista) λ_{ef} wyniosła $3,28 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, przy wyższej oporności termicznej $R_b = 0,16 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$ i $P_j \approx 59,1 \text{ W/m}$. Porównanie pokazuje, że zwiększenie średnicy nie prowadzi liniowo do redukcji R_b , natomiast wpływa na umiarkowany wzrost mocy jednostkowej. Wyniki potwierdzają konieczność indywidualnej kalibracji modeli projektowych termopali testami TRT, z uwzględnieniem geometrii pala, składu zaczynu oraz lokalnych warunków geologicznych.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

26. Możliwości przetwarzania ciepła geotermalnego na energię mechaniczną

*Albert Złotkowski*¹, Kamil Mazur², Wiktor Tumula², Maja Radtke²*

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Afiliacja autorów 2: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Studenckie Koło Naukowe GEOWIERT, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: azlot@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: Energia geotermalna, przetwarzanie energii cieplnej

V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.



Energia geotermalna stanowi odnawialne źródło ciepła, które jest wykorzystywane odpowiednio do temperatury, w której jest pozyskiwana. W Polsce typowo jest wykorzystywana jako dolne źródło do instalacji wyposażonych w pompy ciepła, jako czynnik grzewczy i leczniczy zapewniające komfortowe warunki w termach lub jako gorąca ciecz, od której odbierane jest ciepło i przekazywane do komunalnych systemów ogrzewania domostw. Cały czas na terenie naszego kraju nie ma instalacji, które mogłyby produkować energię elektryczną z ciepła geotermalnego. Istnieje zatem nisza na działania adaptacji urządzeń i poszukiwania sposobów na pozyskanie z ciepła na poziome temperatur instalacji termalnych energii, która posłuży do wytworzenia prądu elektrycznego. W referacie zaprezentowano koncepcje oraz wyniki obserwacji prób zastosowania silnika Stirlinga do wytwarzania energii mechanicznej z ciepła niskotemperaturowego, co jest zaczątkiem do prostego generowania prądu elektrycznego.

W. Tumula, K. Mazur, M. Radke - prace zostały sfinansowane dzięki Grantowi IDUB D12 12653, A. Złotkowski - Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779

27. Optymalizacja pracy grawitacyjnego otworowego magazynu energii

*Tomasz Śliwa, Kamil Bandura**

Afiliacja autora 1: AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Adres e-mail autora do korespondencji: kbandura@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: grawitacyjny otworowy magazyn energii, otwory wiertnicze, geoenergetyka, odnawialne źródła energii, efektywność energetyczna

W obliczu postępującej dekarbonizacji i rosnącego udziału odnawialnych źródeł energii, rozwój technologii magazynowania energii staje się priorytetem badawczym. Niniejszy referat koncentruje się na zagadnieniu optymalizacji pracy grawitacyjnego otworowego magazynu energii (GOME), koncepcji magazynu energii zakładającej rewitalizację wyeksploatowanej infrastruktury wiertniczej. Przedmiotem analizy jest efektywność konwersji energii elektrycznej na potencjalną grawitacji w cyklach podnoszenia i opuszczania masy obciążnika. W oparciu o studium przypadku dla otworu Sękowa GT-2 oraz dane empiryczne z wykonanego prototypu laboratoryjnego, zweryfikowano kluczowe parametry układu. Model fizyczny, wyposażony w jednostkę silnikoprądnicy prądu stałego oraz system monitorowania parametrów elektrycznych, pozwolił na badanie charakterystyk pracy w trybie silnikowym i generatorowym przy zasilaniu hybrydowym (sieć/PV). W pracy porównano efektywność wariantów z pojedynczym oraz wielosegmentowym systemem obciążników. Wykazano, że precyzyjna korelacja geometrii i masy obciążnika z charakterystyką układu napędowego jest determinująca dla maksymalizacji sprawności całkowitej cyklu.

Prace zostały sfinansowane dzięki Subwencji badawczej w Katedrze Wiertnictwa i Geoinżynierii Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH w Krakowie, nr 16.16.190.779



28. Synergia geotermalna: Zwiększanie efektywności energetycznej w przemyśle poprzez wysokotemperaturowe pompy ciepła zasilane parą wodną i systemy chłodzenia zasilane ciepłem

Taras Popadynets*, Yuliia Demchuk

Afiliacja autorów: NGO Geothermal Ukraine, 76000, Ivano-Frankivsk, Karpatska str. 15

*Adres e-mail autora: t.popadynets@geothermalukraine.org

Słowa kluczowe: Energia geotermalna, jednocześnie ogrzewanie i chłodzenie, bezpośrednie wykorzystanie, przemysł, Horyzont Europa, zaangażowanie interesariuszy, akceptacja społeczna, zaufanie, decyzjenci.

Energia geotermalna ma potencjał dekarbonizacji europejskich systemów energetycznych ze względu na swoją niezawodność, elastyczność i możliwości magazynowania, zapewniając ekologiczne ogrzewanie, chłodzenie i energię elektryczną. Jednak wysokie koszty początkowe i brak świadomości stanowią bariery dla jej powszechnego wdrożenia, co prowadzi do obaw w lokalnych społecznościach i braku zaufania wśród decydentów i potencjalnych użytkowników. Projekt GEOSYN (2024-2027), finansowany ze środków unijnego programu Horyzont Europa, ma na celu zaprezentowanie niedrogich, wysokotemperaturowych rozwiązań grzewczych wykorzystujących energię geotermalną, które generują również chłodzenie do zastosowań przemysłowych. System GEOSYN, wykorzystujący pompę ciepła i agregat chłodniczy z wodą jako czynnikiem chłodniczym, eliminuje zagrożenia dla środowiska i potencjał globalnego ocieplenia. Technologia ta może być dostosowana do różnych źródeł ciepła i będzie łączona z systemami magazynowania energii, zwiększając elastyczność. Inicjatywa kładzie nacisk na podnoszenie świadomości i budowanie zaufania wśród interesariuszy, w tym społeczności, decydentów i przemysłu, aby zapewnić pomyślne wdrożenie. Kluczowe znaczenie ma skuteczna komunikacja korzyści i reagowanie na obawy interesariuszy. Czynniki społeczno-ekonomiczne i nastawienie społeczne będą ukierunkowywać ukierunkowane kampanie komunikacyjne. Wyniki dotyczące korzyści środowiskowych i finansowych technologii geotermalnych w różnych kontekstach będą sprzyjać szerszej akceptacji i integracji tego odnawialnego źródła energii.

29. Wybrane aspekty hydrauliczne projektowania instalacji dolnego źródła gruntowych pomp ciepła

Jakub Drosik*, Marcin Franke

Afiliacja autorów: PRAWTECH Sp. z o.o., ul. Garbarska 43, Wolbrom 32-340, www.prawtech.pl

*Adres e-mail autora: j.drosik@prawtech.pl

Słowa kluczowe: geotermia niskotemperaturowa, dolne źródło ciepła, równoważenie hydrauliczne, otworowe wymienniki ciepła, gruntowe pompy ciepła

W ciągu minionych lat zauważyć można było znaczący wzrost zainteresowania rynku tematyką pomp ciepła zarówno w przypadku pomp gruntowych oraz powietrznych. Zrównoważony rozwój branży w Polsce i całej Europie generuje wzrost zapotrzebowania na zaawansowane technologicznie rozwiązania z zakresu dolnych źródeł ciepła. Zaobserwowane na rynku trendy jasno stwierdzają, że istnieje wiele sposobów podejścia do projektowania dolnego źródła zwłaszcza pod kątem hydrauliki, z których wiele pozostaje w dalszym ciągu niedoprecyzowane. W niniejszym referacie przedstawiono aspekty projektowania dolnego źródła w formie otworów wiertniczych pod kątem uzyskania optymalnej konfiguracji hydraulicznej i geometrii pola otworowych wymienników ciepła, a także ich wpływu na równoważenie hydrauliczne, jak i różne podejścia projektowe obserwowane głównie w przypadku instalacji dużych mocy. Przedstawiono dostępne obecnie rozwiązania w ofercie firmy PRAWTECH, a także przedstawiono doświadczenia praktyczne w doborze technologii hydraulicznej dolnego źródła w przypadku specyficznych inwestycji.

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



30. Wykorzystanie baz danych PIG-PIB na potrzeby projektowania termopali i fundamentów energetycznych

Grzegorz Ryżyński, Mateusz Żerzeń, Edyta Majer*

Afiliacja autorów: Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Geologii Inżynierskiej i Geotermii Płytkiej, ul. Jagiellońska 76, 03-301 Warszawa

**Adres e-mail autora: gryz@pgi.gov.pl*

Słowa kluczowe: geotermia, oze, fundamenty energetyczne, termopale, konstrukcje termoaktywne

W referacie zaprezentowane zostaną źródła danych z zasobów PIG-PIB i możliwości ich geoprzetwarzania w celu uzyskania warstw przestrzennych gis użytecznych we wstępnym projektowaniu i określaniu wydajności energetycznej termopali i fundamentów energetycznych. Źródła danych omawiane w prezentacji obejmują następujące zasoby:

- Baza Danych Geologiczno Inżynierskich,
- Mapa Potencjału Geotermii Niskotemperaturowej,
- Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych,
- Centralna Baza Danych Geologicznych.

31. Zaczyny cementowe do zastosowań w otworach geotermalnych

Piotr Szczurak

Afiliacja autorów: Brenntag Polska, sp. z o.o., ul. J. Bema 21, 47-224 Kędzierzyn-Koźle

Adres e-mail autora: piotr.szczurak@brenntag.com

Słowa kluczowe: Geotermia, zaczyn cementowy, parametry, cement elastyczny, redukcja skurczu, Brenntag

Rozwój technologii udostępniania zasobów geotermalnych powoduje wzrost wymagań wobec zaczynów uszczelniających, gwarantujących integralność otworu wiertniczego oraz izolację warstw. Utrzymanie odpowiednich parametrów kamienia cementowego podczas całego okresu eksploatacji otworu wymaga wprowadzenia do składu zaczynów domieszek modyfikujących właściwości mechaniczne i zwiększenie zdolności do przenoszenia naprężeń w środowisku cyklicznych zmian ciśnienia i temperatury w otworze.

32. Wpływ czasu eksploatacji i strumienia objętości na straty ciepła na podstawie otworu geotermalnego Bańska PGP-1

*Tomasz Śliwa*¹, Jerzy Wołoszyn², Martyna Ciepiewska¹, Wojciech Wartak³*

1 - AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

2 - AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki, Katedra Systemów Energetycznych i Urządzeń Ochrony Środowiska, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

3 - Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Geotermia Podhalańska S.A., ul. Nowotarska 35A, 34-500 Zakopane, geotermia.pl

**Adres e-mail autora do korespondencji: sliwa@agh.edu.pl*

Słowa kluczowe: energia geotermalna, modelowanie, straty ciepła, głębokie otwory geotermalne

**V Seminarium Geoenergetyka i Geotermalne Pompy Ciepła
Kraków, Cudzynowice, Kazimierza Wielka; 9 - 11 Grudnia 2025 r.**



Systemy geotermalne pracują przez wiele lat, a ich efektywność jest zależna od szeregu czynników. Ma to szczególne znaczenie w przypadku głębokich otworów geotermalnych, w których gorąca woda musi pokonać duży dystans nim dotrze na powierzchnię. Praca skupia się na otworze Bańska PGP-1 który należy do PEC Geotermia Podhalańska S.A, oraz na zależności między temperaturą wody na głowicy, czasem eksploatacji i natężeniem przepływu. Wykazana została różnica w stratach ciepła modelowanych dla rur z różnych materiałów i właściwości cementu, oraz zależność strat ciepła od strumienia. Zrozumienie tych zależności jest kluczowe dla optymalizacji projektów systemów geotermalnych i zapewnienia zrównoważonego wykorzystania zasobów geotermalnych, zwłaszcza w zastosowaniach ciepłowniczych.

33. Układy sterowania w gruntowych pompach ciepła

Nikon Gawryluk, Władysław Zelek, Bogdan Chmielecki*

Afiliacja autorów: Grupa Muniak, ul. Dywizjonu 303 nr 139, 01-470 Warszawa, www.muniak.pl

**Adres e-mail autora do korespondencji: n.gawryluk@muniak.pl*

Słowa kluczowe: automatyka, pompy ciepła, gruntowe pompy ciepła, sterowanie, sterowniki

Prezentacja opisuje typowe i nietypowe aspekty układów regulacji stosowanych w gruntowych pompach ciepła, ze szczególnym uwzględnieniem charakterystyki obiektów regulacji, ich zmienności w czasie oraz ograniczeń eksploatacyjnych wynikających z warunków gruntowych i parametrów instalacji. Przedstawione zostaną także właściwe strategie sterowania sprężarką, pompami obiegowymi i zaworami regulacyjnymi, a także błędy projektowe i wykonawcze prowadzące do obniżenia efektywności układów. Zaprezentowane będą najczęściej spotykane problemy z dynamiką pracy dolnego źródła w formie wymienników gruntowych, wpływem modulacji mocy na stabilność temperaturową oraz interakcje pomiędzy poszczególnymi pętlami regulacji.

Wydawnictwo Laboratorium Geoenergetyki AGH (geotermia.agh.edu.pl)



Kraków 2025