

**MONOGRAFIA**

Redakcja Aneta Sapińska-Śliwa

# **Wiercenia geotermalne**

**Doświadczenia techniczne i technologiczne**

**Autorzy:**

**Aneta Sapińska-Śliwa**

**Tomasz Wiglusz**

**Michał Kruszewski**

**Tomasz Śliwa**

**Tomasz Kowalski**

Wydawnictwo Fundacji "Wiertnictwo-Nafta-Gaz, Nauka i Tradycje" oraz Laboratorium Geoenergetyki AGH

***Laboratory of Geoenergetics book series vol. 3***

Kraków 2017

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Stanisław Dubiel

Redakcja: Aneta Sapińska-Śliwa

Autorzy: Aneta Sapińska-Śliwa, Tomasz Wigłusz, Michał Kruszewski, Tomasz Śliwa, Tomasz Kowalski

Afiliacje autorów:

Aneta Sapińska-Śliwa, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. +48 12 617 22 13, email: ans@agh.edu.pl

Tomasz Wigłusz, Laboratorium Geoenergetyki WWNiG AGH, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. +48 600 390 238, email: t.wiglusz@gmail.com

Michał Kruszewski, Department of Advanced Drilling Technologies at International Geothermal Centre Bochum, Lennerhofstraße 140, 44801 Bochum, Germany, e-mail: michal.kruszewski@hs-bochum.de, tel.: +49 176 356 188 30

Tomasz Śliwa, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. +48 12 617 22 17, email: sliwa@agh.edu.pl

Tomasz Kowalski, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Katedra Wiertnictwa i Geoinżynierii, Laboratorium Geoenergetyki, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, tel. +48 12 617 37 75, email: tkowal@agh.edu.pl

Drukarnia: NOVA SANDEC, Nowy Sącz ul. Lwowska 143, 33-300 Nowy Sącz, www.novasandec.pl

ISBN 978-83-65196-75-0

Monografię zrealizowano w ramach badań statutowych na Wydziale Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, nr umowy AGH 11.11.190.555.



Published by Drilling, Oil and Gas Foundation ([www.nafta.agh.edu.pl](http://www.nafta.agh.edu.pl))  
and Geoenergetics Laboratory ([www.geotermia.agh.edu.pl](http://www.geotermia.agh.edu.pl))

Laboratory of Geoenergetics book series, vol. 3

Kraków 2017

# Spis treści

Streszczenie .....	7
Abstract .....	9
Od Redaktora.....	10
Wprowadzenie .....	11
Rozdział 1.....	13
Podstawy organizacji i zarządzania wierceniami geotermalnymi.....	13
1.1. Przygotowanie dokumentacji oraz uzyskiwanie pozwoleń.....	14
1.2. Zarządzanie projektem wiertniczym .....	15
1.2.1. Umowa pod klucz.....	15
1.2.2. Umowa w oparciu o stawkę dzienną .....	17
1.2.3. Umowa w oparciu o stawkę dzienną wynajmu urządzenia wiertniczego .....	18
1.2.4. Nadzór inwestorski – wiertniczy .....	18
1.2.5. Specyfikacja urządzenia wiertniczego do wykonania otworu geotermalnego .....	19
Rozdział 2.....	21
Dotychczasowe wiercenia geotermalne w Polsce .....	21
2.1. Mszczonów .....	27
2.2. Pyrzyce .....	29
2.3. Uniejów.....	32
2.4. Stargard .....	37
2.5. Poddębice .....	42
2.6. Skierniewice.....	43

2.7. Toruń.....	47
2.8. Lidzbark Warmiński .....	50
2.9. Trzęsacz.....	51
2.10. Poręba Wielka.....	52
2.11. Poronin .....	53
2.12. Geotermia Podhalańska .....	55
2.13. Pozostałe.....	62
Rozdział 3.....	67
Techniki wiertnicze w geotermii .....	67
3.1. Wiercenia obrotowe.....	72
3.1.1. Montaż i pozycjonowanie urządzenia wiertniczego.....	73
3.1.2. Przygotowanie systemu płuczkowego i płuczki .....	74
3.1.3. Odizolowanie wierzchniej warstwy gleby.....	75
3.1.4. Wiercenie otworu .....	76
3.1.5. Wyciąganie przewodu wiertniczego .....	78
3.2. Wiercenia udarowo-obrotowe .....	78
3.2.1. Charakterystyka metody dolnego młotka .....	79
3.2.2. Praktyczny przykład zastosowania metody dolnego młotka.....	82
3.3. Wiercenie z równoczesnym rurowaniem otworu .....	84
3.4. Wiercenia z zastosowaniem przewodu giętkiego .....	87
3.4.1. Technika wiercenia .....	88
3.4.2. Technologia wiercenia .....	91
3.5. Wiercenia ukośne .....	93
3.5.1. Konstrukcja otworowych wymienników ciepła GRD .....	93
3.5.2. Proces wykonywania otworów GRD.....	95
3.6. Wiertnica „antysmogowa” .....	101

3.7. Wiercenia okrętne - termopale .....	103
3.8. Wiercenia wielkośrednicowe.....	106
3.9. Wiercenia zestawem top drive i wgłębny silnikiem hydraulicznym .....	107
Rozdział 4.....	108
Przegląd dotychczasowych doświadczeń w zakresie technologii wiertniczych i wyposażenia otworów .....	108
4.1. Dobór narzędzi wierzących.....	116
4.2. Celowość stosowania otworów kierunkowych w geotermii.....	117
4.3. Konstrukcje otworów .....	127
4.3.1. Rury okładzinowe.....	130
4.3.2. Celowość zastosowania włókna szklanego w otworach geotermalnych .....	132
4.3.3. Płuczki wiertnicze w technologii wiercenia otworu i dowiercania do złoża.....	139
4.3.4. Kolmatacja otworów geotermalnych.....	140
4.3.5. Zaczyny uszczelniające przy cementowaniu otworów .....	141
4.3.6. Celowość stosowania pomp głębinowych .....	143
4.3.7. Metody poprawy przepuszczalności skał w strefie przyotworowej.....	144
Rozdział 5.....	146
Wiercenia geotermalne na Islandii .....	146
5.1. Dobór parametrów mechanicznych oraz hydraulicznych .....	146
5.2. Dobór narzędzi wiertniczych .....	148
5.3. Technologie rdzeniowania otworów .....	154
5.4. Wiercenia kierunkowe.....	156
5.5. Konstrukcje otworów geotermalnych .....	157
5.6. Materiał rur okładzinowych oraz połączenia .....	163
5.7. Głowice przeciwerupcyjne oraz produkcyjne.....	163
5.8. Materiały kompozytowe.....	165

5.9. Płuczka wiertnicza .....	165
5.10. Cementowanie otworu.....	168
5.11. Techniki dowiercania do stref produkcyjnych.....	170
5.12. Przewód wiertniczy.....	171
5.13. Pompy produkcyjne .....	171
5.14. Techniki stymulacji otworów geotermalnych .....	173
Rozdział 6.....	176
Wiercenia geotermalne w Niemczech .....	176
6.1. Płytkie zasoby geotermalne.....	176
6.2. Głębokie zasoby geotermalne .....	179
Literatura .....	186