

Spis treści

Streszczenie	5
Abstract	6
Wstęp	7
1. Odnawialne źródła energii	13
1.1. Podział energii odnawialnych	13
1.1.1. Energia słoneczna	14
1.1.2. Energia ciepła zgromadzona wewnątrz Ziemi	23
1.1.3. Wykorzystanie pola grawitacyjnego Ziemi	25
1.1.4. Oddziaływanie ciał niebieskich	26
1.2. Energia promieniowania słonecznego	27
1.3. Zastosowanie kolektorów słonecznych niskotemperaturowych	29
1.4. Kolektory słoneczne	37
2. Analiza pracy kolektorów słonecznych	42
2.1. Energia promieniowania słonecznego	43
2.2. Sposoby pozyskiwania, przekazywania i magazynowania energii słonecznej	47
2.3. Porównanie efektywności pracy różnych typów kolektorów słonecznych	49
2.4. Analiza możliwości wykorzystania energii słonecznej na różnych poziomach temperatur	55
2.5. Analiza nasłonecznienia dla Krakowa	65
3. Analiza wymiany ciepła w górotworze	75
3.1. Model matematyczny transportu ciepła w wymienniku otworowym	75
3.2. Modelowanie ruchu ciepła z wykorzystaniem symulatora komercyjnego	77
3.3. Obliczenia numeryczne	80
3.4. Obliczenia z wykorzystaniem pakietu ANSYS	81

4. Określenie efektywności działania otworowych wymienników ciepła podczas magazynowania ciepła w górotworze	87
4.1. Możliwości wymiany ciepła pomiędzy powierzchnią a górotworem	90
4.2. Efektywność energetyczna	91
5. Rozwój instalacji z otworowymi wymiennikami ciepła	98
6. Opracowanie metody ekonomicznej oceny magazynowania ciepła w górotworze	102
6.1. Wzrost wartości pieniężnej w czasie – dyskontowanie	102
6.2. Określenie stopy dyskontowej	103
6.3. Obliczenie wartości obecnej	104
6.3.1. Kryteria oceny efektywności ekonomicznej realizowanego projektu inwestycyjnego oraz analiza ekonomiczna	105
6.3.2. Kryteria analizy ekonomicznej oparte na wartości obecnej	105
6.4. Rachunek efektywności ekonomicznej z uwzględnieniem opodatkowania	108
6.5. Kryteria analizy ekonomicznej oparte na wartościach niezdyskontowanych	110
6.6. Zalecenia dotyczące wyboru kryteriów analizy efektywności ekonomicznej	112
6.7. Szacowany jednostkowy koszt energii	115
6.8. Koszty otworowych wymienników ciepła	116
7. Przykładowa ocena efektów wykorzystania otworowych wymienników ciepła	117
7.1. Opis obiektu	117
7.2. Dane pogodowe	119
7.3. Charakterystyka odbiorcy energii	120
7.4. Oszacowanie kosztów i efektów pracy instalacji w poszczególnych wariantach	126
8. Modelowanie eksploatacji podziemnych magazynów ciepła	131
Wnioski	159
Literatura	161