

Wstępne studium techniczno-ekonomiczne  
wykorzystania wód termalnych

# OBORNIKI



PAŃSTWOWY  
INSTYTUT  
GEOLOGICZNY



Ministerstwo  
Klimatu i Środowiska

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy  
Program Geologii Złożowej i Gospodarczej  
Kierownik: Marcin Szuflicki

Skład autorski:

mgr inż. Bartłomiej Ciapała<sup>1</sup>, mgr Izabella Gryszkiewicz<sup>2</sup>, mgr inż. Marek Hajto<sup>1</sup>,  
dr inż. Michał Kaczmarczyk<sup>1</sup>, mgr inż. Dorota Lasek-Woroszkiewicz<sup>2</sup>, dr hab. inż. Leszek Pająk<sup>1</sup>,  
mgr Łukasz Smajdor<sup>2</sup>, dr Mariusz Socha<sup>2</sup>, dr hab. inż. Anna Sowizdzał<sup>1</sup>, mgr Jadwiga Stożek<sup>2</sup>,  
dr hab. inż. Barbara Tomaszewska<sup>1</sup>, mgr inż. Agnieszka Wrzosek<sup>2</sup>, mgr Ewa Zaporą<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków, al. Mickiewicza 30

<sup>2</sup>Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, ul. Rakowiecka 4

Redakcja i projekt typograficzny:

Anna Andraszek, Łukasz Borkowski, Agnieszka Byliniak, Monika Masiak

Projekt graficzny:

Monika Cyrklewicz

 Ministerstwo  
Klimatu i Środowiska



Warszawa, 2020



Sfinansowano ze środków  
Narodowego Funduszu  
Ochrony Środowiska  
i Gospodarki Wodnej

# SPIS TREŚCI

<b>1.</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA MIASTA/GMINY</b>	<b>2</b>
1.1.	LOKALIZACJA	2
1.2.	FIZJOGRAFIA	2
1.3.	WARUNKI HYDROGEOTERMALNE	2
<b>2.</b>	<b>OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RYNKU CIEPŁOWNICZEGO</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>KONCEPCJA BUDOWY CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ</b>	<b>5</b>
3.1.	GŁÓWNE PARAMETRY TECHNICZNE PROJEKTU	5
3.2.	BILANS ENERGETYCZNY ANALIZOWANEGO ODBIORCY ENERGII	5
3.2.1.	Odbiorca komunalny – sieć ciepłownicza	6
3.2.2.	Obiekty rekreacyjne – baseny geotermalne	9
3.2.3.	Wykorzystanie energii geotermalnej w systemie kaskadowym – – sieć ciepłownicza oraz baseny geotermalne	12
<b>4.</b>	<b>WSTĘPNA OCENA FINANSOWA</b>	<b>14</b>
4.1.	ZAŁOŻENIA DO WSTĘPNEJ OCENY FINANSOWEJ	14
4.2.	ODBIORCA KOMUNALNY – SIEĆ CIEPŁOWNICZA	15
4.2.1.	Nakłady inwestycyjne	15
4.2.2.	Koszty operacyjne	16
4.2.3.	Ocena finansowa	16
4.3.	OBIEKTY REKREACYJNE – BASENY GEOTERMALNE	16
4.3.1.	Nakłady inwestycyjne	16
4.3.2.	Koszty operacyjne	17
4.3.3.	Ocena finansowa	17
4.4.	WYKORZYSTANIE ENERGII GEOTERMALNEJ W SYSTEMIE KASKADOWYM – SIEĆ CIEPŁOWNICZA ORAZ BASENY GEOTERMALNE	17
4.4.1.	Nakłady inwestycyjne	17
4.4.2.	Koszty operacyjne	19
4.4.3.	Ocena finansowa	19
<b>5.</b>	<b>STAN ŚRODOWISKA</b>	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>ODDZIAŁYWANIE PROJEKTU NA ŚRODOWISKO NATURALNE</b>	<b>21</b>
<b>7.</b>	<b>PROGNOZA STANU TERMODYNAMICZNEGO I MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH</b>	<b>25</b>
<b>8.</b>	<b>WNIOSKI</b>	<b>27</b>
<b>9.</b>	<b>POTENCJALNI INICJATORZY / PROMOTORZY PROJEKTU</b>	<b>28</b>

# 1 CHARAKTERYSTYKA MIASTA | GMINY

## 1.1.

### LOKALIZACJA

Gmina Oborniki położona jest w centralnej części województwa wielkopolskiego w powiecie obornickim. Od północy graniczy z gminą Połajewo (powiat czarnkowsko-trzcianecki) i gminą Ryczywół (powiat obornicki), od północnego-wschodu – z gminą Rogoźno (powiat obornicki), od południowego-wschodu – z gminą Murowana Goślina (powiat poznański), a od południa – z gminami Suchy Las i Rokietnica (powiat poznański). Od strony południowo-zachodniej sąsiaduje z gminą Szamotuły (powiat szamotulski), a od strony zachodniej – z gminą Obrzycko (powiat szamotulski). Gmina Oborniki obejmuje 53 miejscowości wraz miastem Oborniki i zajmuje ok. 340 km<sup>2</sup> powierzchni. Do najważniejszych szlaków komunikacyjnych przebiegających przez teren gminy należą: droga krajowa nr 11 Katowice – Poznań – Piła oraz dwie drogi wojewódzkie: nr 178 Oborniki – Wątcz i nr 187 Szamotuły – Oborniki – Murowana Goślina. Przez teren gminy przebiega również magistrała kolejowa relacji Poznań–Piła. Całkowita liczba ludności zamieszkująca teren gminy Oborniki w 2017 roku wynosiła 33 040 osób. Lokalizację gminy Oborniki na tle mapy podziału administracyjnego pokazano na rysunku 1.1.

## 1.2.

### FIZJOGRAFIA

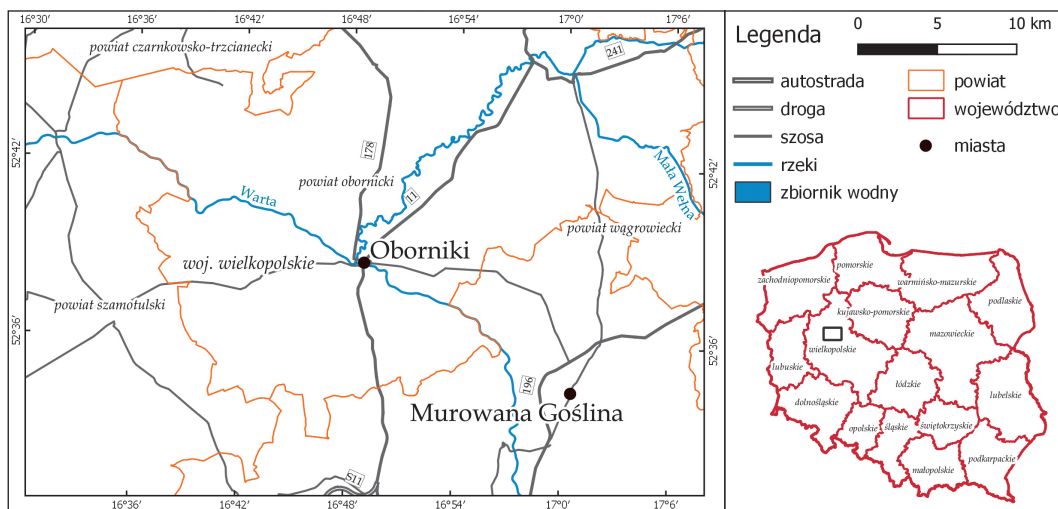
Oborniki leżą w makroregionie Pojezierze Wielkopolskie, który jest częścią Pojezierza Południowobałtyckiego wchodzącego w skład Niżu Środkowopolskiego. Na obszarze pomiędzy pradolinami Wisły, Warty, Noteci i Odry, które są granicami Pojezierza Wielkopolskiego, wyznaczono 7 mezoregionów, teren gminy rozciąga się na 4 spośród nich. Ze względu na warunki naturalne kraina jest silnie zagospodarowana rolniczo, z lasami na mniej urodzajnych glebach. Doliny rzek pełnią rolę korytarzy ekologicznych o znaczeniu lokalnym i regionalnym.

## 1.3.

### WARUNKI HYDROGEOTERMALNE

Oborniki znajdują się w obrębie niecki łódzko-miechowskiej. Struktura Szamotuły–Oborniki stanowi granicę pomiędzy niecką łódzko-miechowską a niecką szczecińską i blokiem Gorzowa, będąc jednocześnie połączeniem dwóch jednostek regionalnych; wału pomorskiego z monokliną przedsudecką. Struktura ta, o kierunku NNW–SSE i długości przekraczającej 50 km, ma bardzo skomplikowaną budowę geologiczną, przejawiającą się m.in. licznymi uskokami (Skomp-





**Rysunek 1.1.**  
Lokalizacja gminy Oborniki na tle mapy podziału administracyjnego

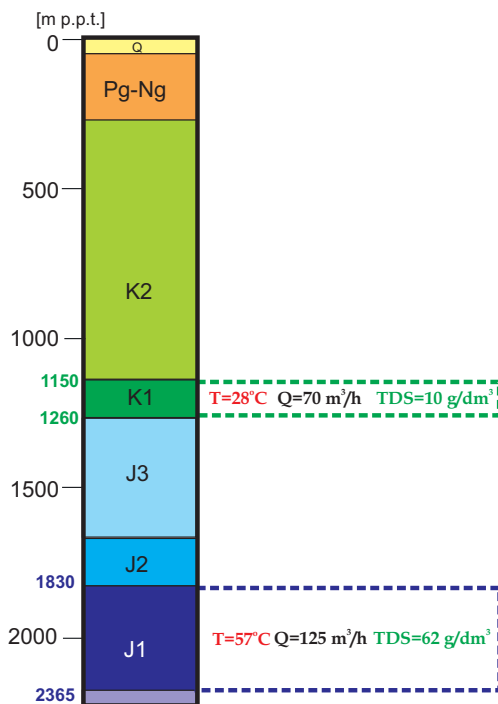
ski, 1993). Potencjał geotermalny w rejonie Obornik jest związany przede wszystkim ze zbiornikiem dolnojurajskim, a w mniejszym stopniu także dolnokredowym.

Zbiornik dolnojurajski zalega na głębokości 1830–2365 m p.p.t. i charakteryzuje się miąższością ok. 535 m. Zbiornik dolnojurajski zalega na głębokości (strop-spąg) 1830–2365 m p.p.t. i charakteryzuje się miąższością ok. 535 m. Temperatura w obrębie utworów wodonośnych wynosi ok. 57°C, a mineralizacja wód ok. 62 g/dm<sup>3</sup>. Prognozowana jest wysoka wydajność otworów, rzędu 125 m<sup>3</sup>/h.

Zbiornik dolnokredowy występuje na głębokościach (strop-spąg) 1150–1260 m p.p.t. i charakteryzuje się miąższością ok. 110 m. Wody tego zbiornika cechują się temperaturą rzędu 28°C oraz mineralizacją na poziomie 10 g/dm<sup>3</sup>. Potencjalną wydajność ujęć wód zbiornika kredy dolnej oszacowano na ok. 70 m<sup>3</sup>/h.

Przewidywany profil stratygraficzny rejonu Obornik przedstawiono na rysunku 1.2.

### Oborniki GT-1



**Rysunek 1.2.**  
Przewidywany profil stratygraficzny rejonu Obornik

## 2 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RYNKU CIEPŁOWNICZEGO

W gminie występuje sieć ciepłownicza. Dostarcza ona 766 750 kWh energii cieplnej rocznie. 9 500 gospodarstw domowych korzysta z centralnego ogrzewania (sieć ciepłownicza, własne kotłownie), a ilość indywidualnych kotłów węglowych szacuje się na 430 sztuk. Na terenie gminy działa Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o., którego inwestorem strategicznym od 2008 roku jest ENEA S.A. (87,99% udziałów). Łączna moc zainstalowana wynosi 30,425 MW (dwie kotłownie węglowe oraz jedna kotłownia zasilana gazem GZ-50). Łączna moc zamówiona przez odbiorców w roku 2017 wyniosła 21,290 MW. Długość sieci ciepłowniczej wynosi 6,9 km. Indywidualne wytwarzanie ciepła bazuje na paliwach stałych, z czego liczba indywidualnych kotłów węglowych szacowana jest się na 430 sztuk. Podstawowe informacje dotyczące funkcjonujących źródeł energii cieplnej w rejonie miasta przedstawiono w tabeli 2.1.

W gminie Oborniki funkcjonuje sieć gazownicza. Na terenie gminy znajduje się gazociąg wysokiego ciśnienia.

Stacja gazowa w miejscowości Oborniki o nieznaney wydajności zaopatruje odbiorców w gminie przez sieć gazowniczą średniego i/lub niskiego ciśnienia. Stopień gazyfikacji w gminie oborniki wynosił w 2013 roku 59,7%. Roczne zużycie gazu jest nieznanne. Zaopatrzenie indywidualne obiektów w większości bazuje na paliwach gazowych i płynnych wykorzystywanych w kotłach i innych paleniskach. W mniejszej części indywidualne zaopatrzenie w ciepło zapewniane jest z wykorzystaniem urządzeń zasilanych przez paliwa płynne.

Z informacji od zarządcy budynków komunalnych wynika, że na ok. 100 budynków, 3 – są ogrzewane elektrycznie, 4 – mają własne kotłownie, w pozostałych – są piece kaflowe. Inne źródła zaopatrzenia w ciepło, takie jak ogrzewanie elektryczne, nie są wskazywane przez Plan Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN) w jakichkolwiek ilościach. Zestawienie stawek opłat za energię ciepłą dystrybuowaną przez Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Obornikach przedstawiono w tabeli 2.2.

NAZWA ŹRÓDŁA CIEPŁA	
Właściciel	Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.
Moc cieplna źródła [MW]	30,4
Roczna produkcja ciepła	113,2 [TJ/rok]
Stosowane paliwo	węgiel i gaz ziemny
Dostawy ciepła	c.o. / c.w.u.*
Sieci ciepłownicze	6,9 km (własne)
Potencjalna wydajność eksploatacyjna ujęcia	120 m <sup>3</sup> /h
Uwagi: Opracowano na podstawie danych Przedsiębiorstwa Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. oraz PGN Miasta i Gminy Oborniki, 2014	

\*c.o. – centralne ogrzewanie; c.w.u. – ciepła woda użytkowa

**Tabela 2.1.**  
**Charakterystyka wytwórców ciepła w Obornikach**

WŁAŚCICIEL SYSTEMU DYSTRYBUCJI	PRZEDSIĘBIORSTWO ENERGETYKI CIEPLNEJ SP. Z O.O.
Opłaty za energię ciepłą (wytwarzanie)	32,72–32,82 [zł/GJ]
Opłaty za energię ciepłą (przesył/opłata stała)	1 688,07–2 767,11 [zł/MW/miesiąc]
Opłaty za energię ciepłą (przesył/opłata zmienna)	11,26–14,50 [zł/GJ]
Uwagi: Zestawiono na podstawie taryfy dla ciepła PEC Oborniki Sp. z o.o.	

Tabela 2.2.  
Stawki opłat za energię ciepłą w PEC Oborniki

### 3

## KONCEPCJA BUDOWY CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ

Ciepłownia geotermalna bazuje na dostępnych - prognozowanych warunkach złożowych (tab. 3.1) oraz dostępnym rynku zbytu na ciepło sieciowe. W Obornikach istnieje zarówno sieć ciepłownicza, jak i gazowa. Koncepcja budowy ciepłowni geotermalnej wykorzystuje ogólny schemat technologiczny instalacji źródła energii przedstawiony na rysunku 3.1.

Schemat pracy źródła energii jest następujący: woda termalna wydobywana jest na powierzchnię otworem produkcyjnym o głębokości stosownej do głębokości zalegania horyzontu wodonośnego. Wypływając ze strefy filtra otworu produkcyjnego woda termalna traci część zawartej w niej energii, co skutkuje tym, że temperatura na głowicy otworu produkcyjnego jest niższa od temperatury złożowej. Różnica między temperaturą w strefie złoża i na głowicy będzie tym mniejsza im większy będzie strumień pozyskiwanej wody termalnej, co zostało uwzględnione w obliczeniach.

Następnie w procesie technologicznym woda termalna kierowana jest do instalacji źródła energii. Jeżeli jej temperatura na głowicy otworu jest wyższa od temperatury powrotu czynnika pośredniczącego w wymianie energii między źródłem a odbiorcą, to woda kierowana jest na bezpośredni geotermalny wymiennik ciepła (bezpośredni wymiennik geotermalny). W tym układzie woda termalna podgrzewa wodę powrotną instalacji ciepłowniczej do możliwie wysokiej temperatury. Ten stopień odzysku energii od wód termalnych ma największą wartość, ponieważ pozyskana energia nie wymaga stosowania żadnych, poza wodą

termalną, dodatkowych nośników. Następnie, jeżeli temperatura wody termalnej jest na tyle wysoka (powyżej 20°C), że może zostać ona wykorzystana jako źródło dolne dla absorpcyjnych pomp ciepła, to zawarta w wodzie energia jest w ten sposób zagospodarowywana. Warunkiem sugerującym konieczność wykorzystania pomp ciepła jest nieosiągnięcie przez wodę obiegu ciepłowniczego wymaganej temperatury zasilania odbiorcy (uwzględniając straty ciepła na przesył). Granicę temperatury do której zakłada się ochładzanie wody termalnej w pompach ciepła stanowi temperatura 20°C.

#### 3.1.

##### GŁÓWNE PARAMETRY TECHNICZNE PROJEKTU

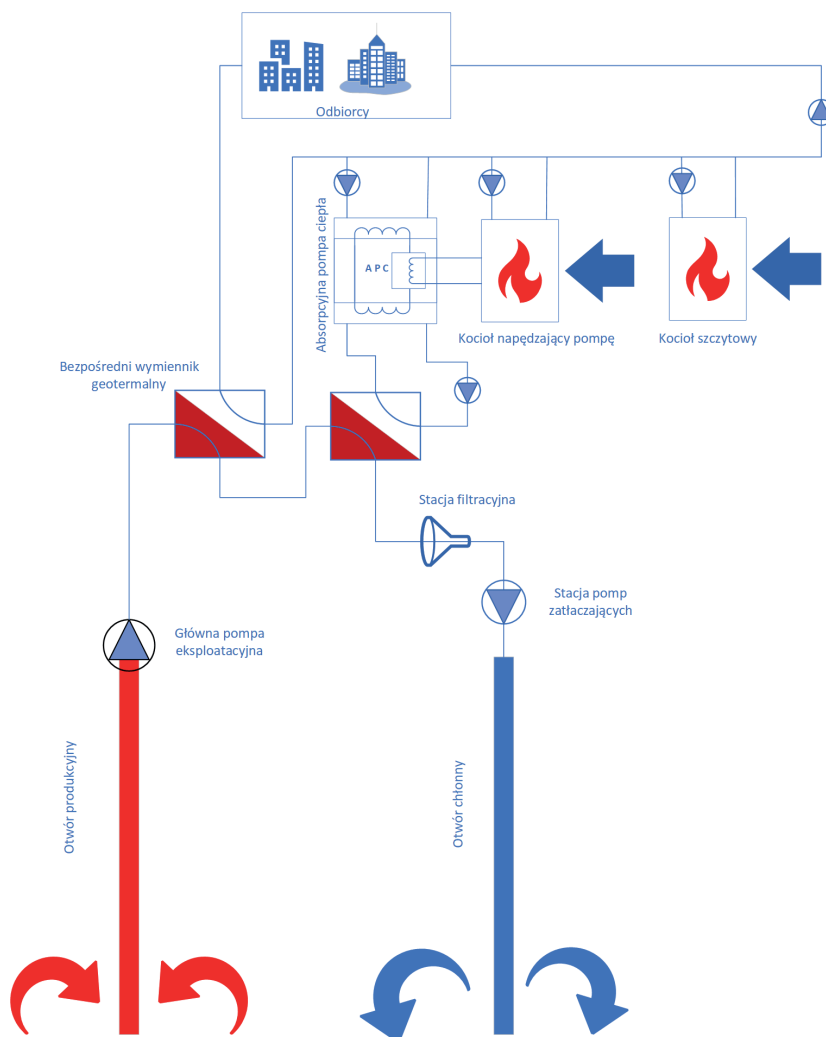
Przewidywane parametry ujęcia wód termalnych w Obornikach zestawiono w tabeli 3.1.

#### 3.2.

##### BILANS ENERGETYCZNY ANALIZOWANEGO ODBIORCY ENERGII

W poniższych rozdziałach przedstawiono charakterystykę wykorzystania energii geotermalnej w celu zaspokojenia potrzeb analizowanych grup odbiorców w Obornikach. W lokalizacji istnieje zarówno sieć ciepłownicza, jak i gazownicza.

W zakładanej koncepcji odbiorca komunalny wykorzystuje energię geotermalną w celu zaspokojenia potrzeb związanych z centralnym ogrzewaniem i przygotowaniem cieplej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na



Rysunek 3.1.

Ogólny schemat technologiczny geotermalnego źródła energii wykorzystującego zasoby geotermalne, absorpcyjne pompy ciepła i kotły wspomaganie szczytowego na sieciowy gaz ziemny dla Obornik

całkowitą moc grzewczą określono przy wykorzystaniu dostępnych danych na temat systemu. Szacuje się je na 30,4 MW – przy produkcji energii 113,2 TJ/rok. Wartość średniorocznego współczynnika wykorzystania mocy zainstalowanej, który dla podanych danych wynosi ok. 0,12, jest bardzo niska – niższa 2-krotnie od wartości typowej (dla dobrze dopasowanej mocy zainstalowanej w źródle do potrzeb odbiorcy, w takich warunkach wartość ta wynosi od 0,25 do 0,28). Świadczy to o tym, że moc, o której mowa, jest prawdopodobnie wykorzystywana w celach innych niż komunalne, bądź jedynie jej część jest używana w celach komunalnych.

### 3.2.1

#### ODBIORCA KOMUNALNY – SIĘĆ CIEPŁOWNICZA

Zgodnie z założeniami analizowano trzy warianty wykorzystania energii geotermalnej: 1) przez miejski system ciepłowniczy – w celach komunalnych, 2) w ośrodku balneo-rekreacyjnym (rekreacja) i 3) w kaskadzie wykorzystania zasobów geotermalnych. Największa moc przewidywana do osiągnięcia jest związana z kaskadowym wykorzystaniem energii. Kaskada składa się z połączonych dwóch grup odbiorców, tzw. odbiorcy komunalnego i odbiorcy wykorzy-



PARAMETR	WARTOŚĆ
Udostępniony poziom wodonośny	jura dolna
Liczba otworów	2
Głębokość otworu (dipola) ( $\pm 10\%$ )	2 365 m
Głębokość zalegania stropu poziomu wodonośnego	1 830 m p.p.t.
Mineralizacja ogólna wody termalnej	62 g/dm <sup>3</sup>
Temperatura wody w złożu / na wypływie	57/56°C
Potencjalna wydajność eksploatacyjna ujęcia	125 m <sup>3</sup> /h

**Tabela 3.1.**  
**Ważniejsze parametry eksploatacyjne źródła geotermalnego w Obornikach**

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	kocioł gazowy
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	20,0 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	3,3 MW
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	7,9 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	8,8 MW
Roczna produkcja ciepła: - geotermalnego - z kotłów szczytowych	110,8 TJ (100%) 71,9 TJ (65%) 39,0 TJ (35%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,283
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E - GZ50)	1 223,4 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 360 MWh
Dostawy ciepła	100,2 TJ/rok c.o./ c.w.u.(w sez. letnim 100% c.g.*)

\*c.g. – ciepło geotermalne

**Tabela 3.2.**  
**Bilans energetyczny geotermalnego systemu ciepłowniczego w Obornikach**

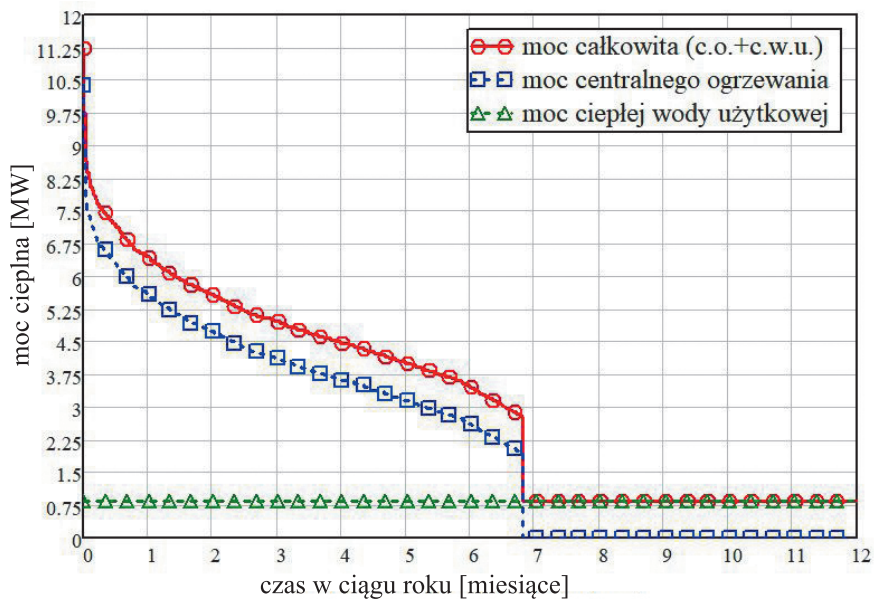
stującego zasoby geotermalne w obiekcie o charakterze balneo-rekreacyjnym.

Odbiorca komunalny wykorzystuje energię geotermalną w celu zaspokojenia potrzeb związanych z centralnym ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Dostępne zasoby energii geotermalnej postanowiono wykorzystać w sposób, który pozwala zagospodarować cały strumień wody. Zbiorną charakterystykę odbiorców energii, włączonych do sieci, przedstawiono na rysunkach 3.2 i 3.3. Ważniejsze parametry eksploatacyjne systemu przedstawiono w tabeli 3.2. Uzyskana moc geotermalnego źródła ciepła

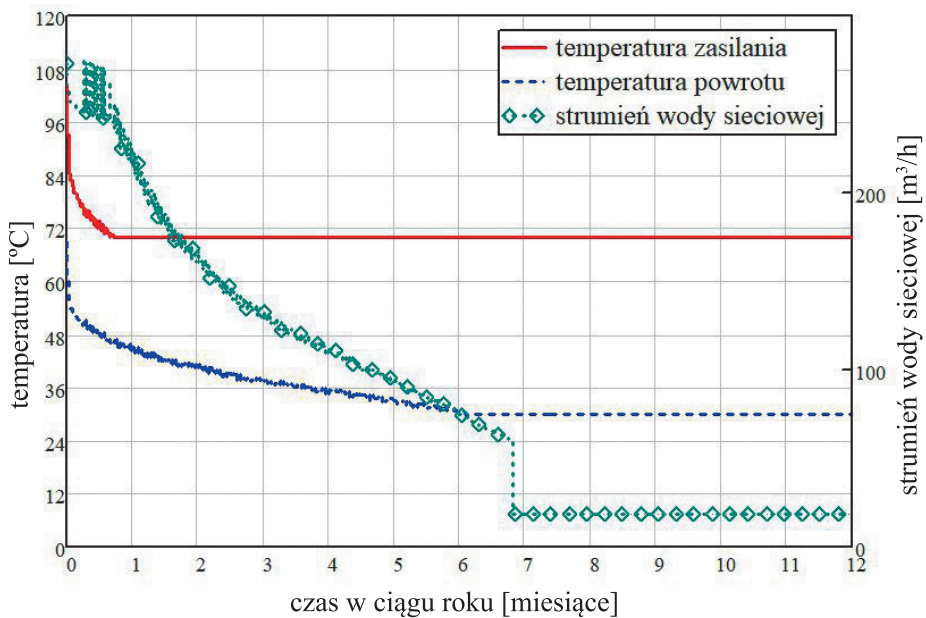
i produkcja energii są niższe od mocy i obecnej produkcji energii, co oznacza, że mogą one być zagospodarowane w całości.

Na rysunku 3.2 przedstawiono uporządkowany (malejąco) wykres zapotrzebowania na moc grzewczą odbiorcy komunalnego, natomiast na rysunku 3.3 – wykres uporządkowany (malejąco) sterowania mocą dostarczoną.

Krzywe z rysunku 3.2 przedstawiają chwilowe, uporządkowane malejąco, zapotrzebowanie na moc grzewczą związaną z centralnym ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, poczynawszy od



Rysunek 3.2.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej dla odbiorcy komunalnego w Obornikach



Rysunek 3.3.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy komunalnego w Obornikach

miesiąca o najwyższym zapotrzebowaniu na energię (nie według kolejnych miesięcy w roku).

Założono współpracę z siecią ciepłowniczą wydzieloną, zaprojektowaną dla parametrów 110/70°C w sezonie grzewczym i 70/30°C w lecie, na c.w.u. (rys. 3.3). Wykorzystując model matematyczny źródła energii oraz charakterystykę odbiorcy, a także uwzględniając straty na przesyłce energii, określono harmonogram pracy geotermalnego źródła energii (rys. 3.4).

Na podstawie wykresu można stwierdzić, że źródło energii wykorzystuje energię geotermalną przy pomocy wymiennika bezpośredniego w ciągu niemal całego roku, ze zmienną mocą. Znaczący jest udział energii pochodzącej z pomp ciepła. Kotły wspomaganie szczytowego uzupełniają jedynie bilans zapotrzebowania na moc – ich udział w mocy zainstalowanej jest jednak znaczący. Harmonogram pracy geotermalnego źródła energii na podstawie rozkładu krzywych uporządkowanych przedstawiono na rysunku 3.4.

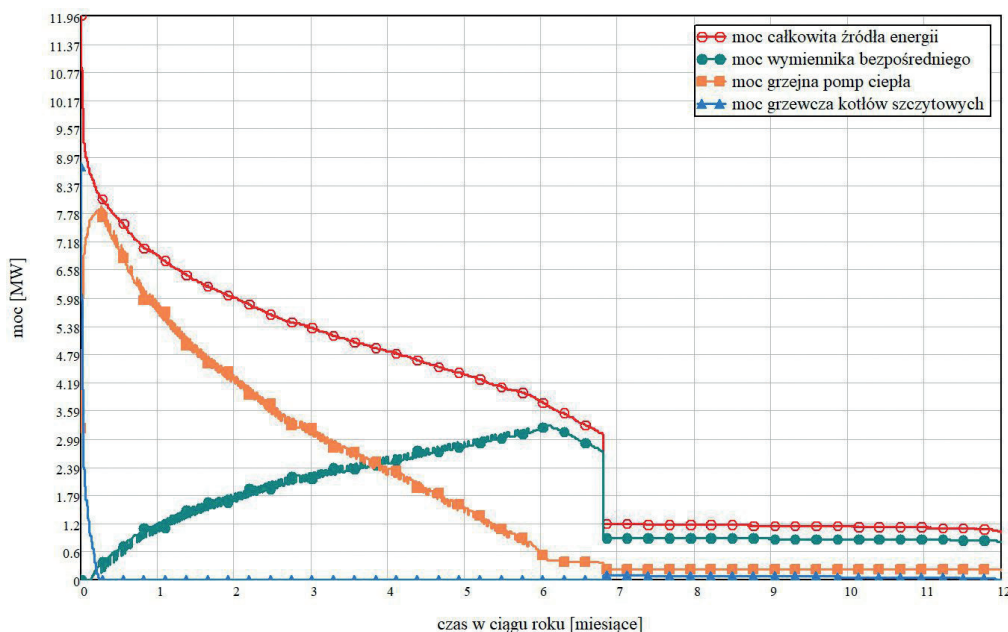
### 3.2.2

#### OBIEKTY REKREACYJNE – BASENY GEOTERMALNE

Zestawienie podstawowych danych dotyczących wykorzystania energii geotermalnej w celu zaspokojenia potrzeb ciepłych obiektu rekreacyjnego zestawia tabela 3.3.

Na rysunku 3.5 przedstawiono o chwilowe, uporządkowane (malejąco) zapotrzebowanie na moc grzewczą kompleksu rekreacyjnego, natomiast na rysunku 3.6 – uporządkowany (malejąco) wykres sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy. Założono, że obiekt został wyposażony w instalacje ogrzewania niskotemperaturowego 60/35°C, a instalacja przygotowania ciepłej wody na parametry 60/20°C.

Na rysunku 3.7 przedstawiono uporządkowane (malejąco) krzywe pokrycia potrzeb ciepłych obiektu źródłem energii wykorzystującym geotermię. Z harmonogramu pracy źródeł wynika, że zapotrzebowanie na energię będzie pokrywane przez bezpośredni wymiennik geotermalny, niedobory mocy lub tem-

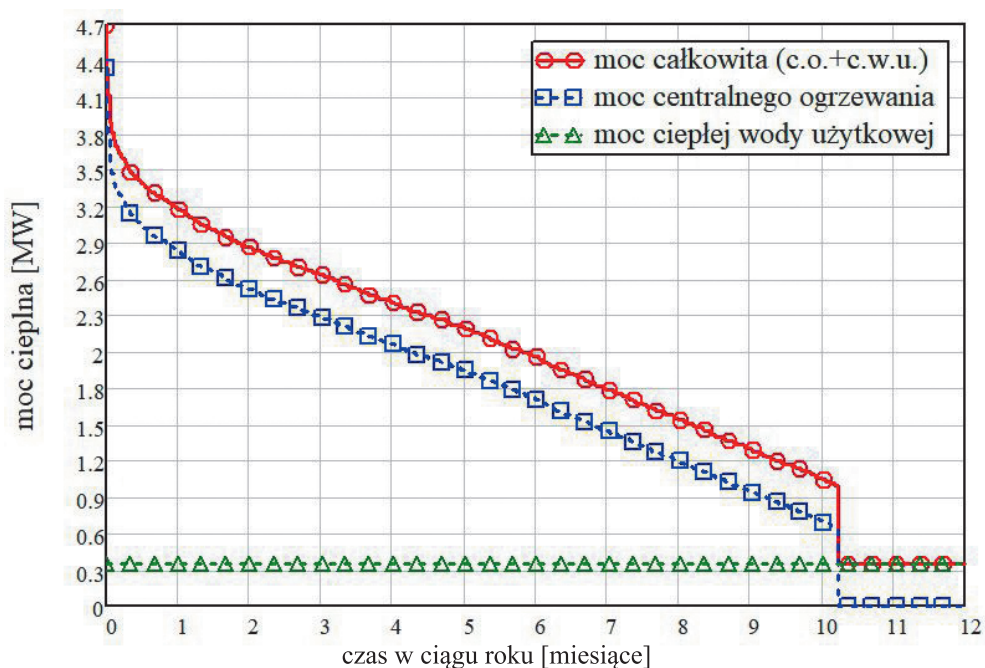


Rysunek 3.4.

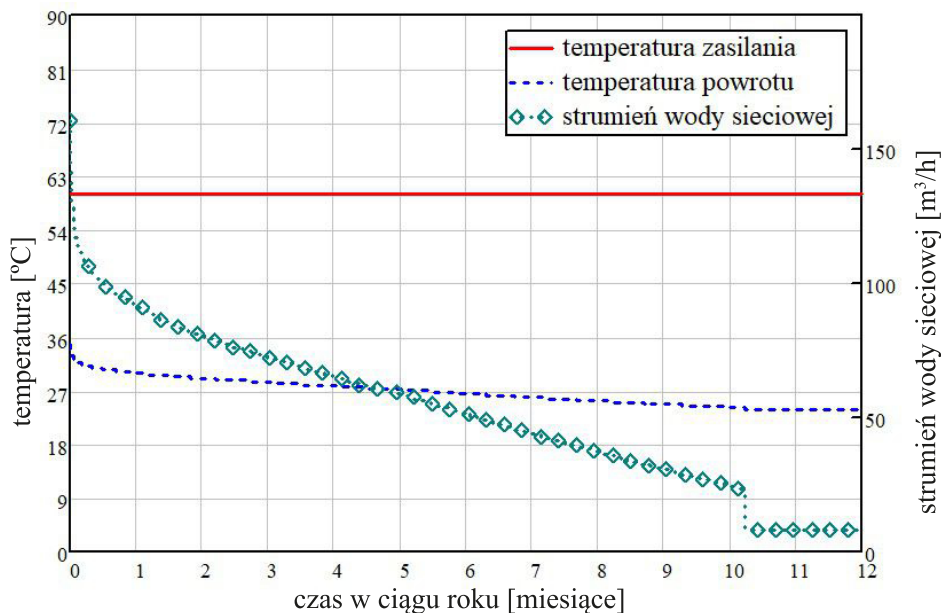
Krzywa (uporządkowana malejąco) pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, przy wykorzystaniu analizowanych źródeł energii dla obiektów komunalnych w Obornikach

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	brak
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	5,4 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	3,1 MW
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	2,3 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	n/d
Roczna produkcja ciepła:	61,5 TJ (100%)
- geotermalnego	58,1 TJ (95%)
- z kotłów szczytowych	3,3 TJ (5%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,412
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E (GZ 50))	104,2 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 360 MWh
Dostawy ciepła	60,9 TJ c.o./ c.w.u.(w sez. letnim 100% c.g.)

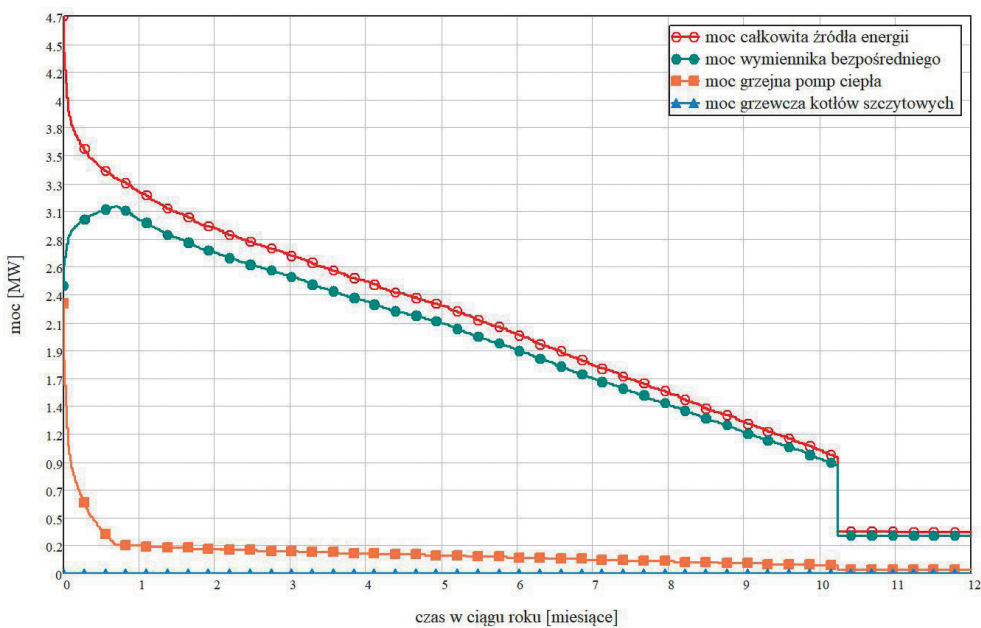
Tabela 3.3.  
Bilans energetyczny systemu geotermalnego (rekreacja) w Obornikach



Rysunek 3.5.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej dla odbiorcy typu obiekty basenowe rekreacyjne w Obornikach



Rysunek 3.6. Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy typu obiekty baseny rekreacyjne w Obornikach



Rysunek 3.7. Krzywa (uporządkowana malejąco) pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, przy wykorzystaniu analizowanych źródeł dla obiektów typu baseny rekreacyjne w Obornikach

peratury na zasilaniu instalacji grzewczej – uzupełniają pompy ciepła (tab. 3.3).

### 3.2.3

#### WYKORZYSTANIE ENERGII GEOTERMALNEJ W SYSTEMIE KASKADOWYM – SIEĆ CIEPŁOWNICZA ORAZ BASENY GEOTERMALNE

W skład systemu kaskadowego wchodzi odbiorca komunalny i rekreacyjny. Moc odbiorcy jest równa sumie mocy odbiorcy komunalnego i rekreacyjnego. Zestawienie bilansu energetycznego w systemie kaskadowym przedstawia tabela 3.4.

Na rysunku 3.8 przedstawiono uporządkowaną (malejąco) krzywą zapotrzebowania na moc odbiorcy

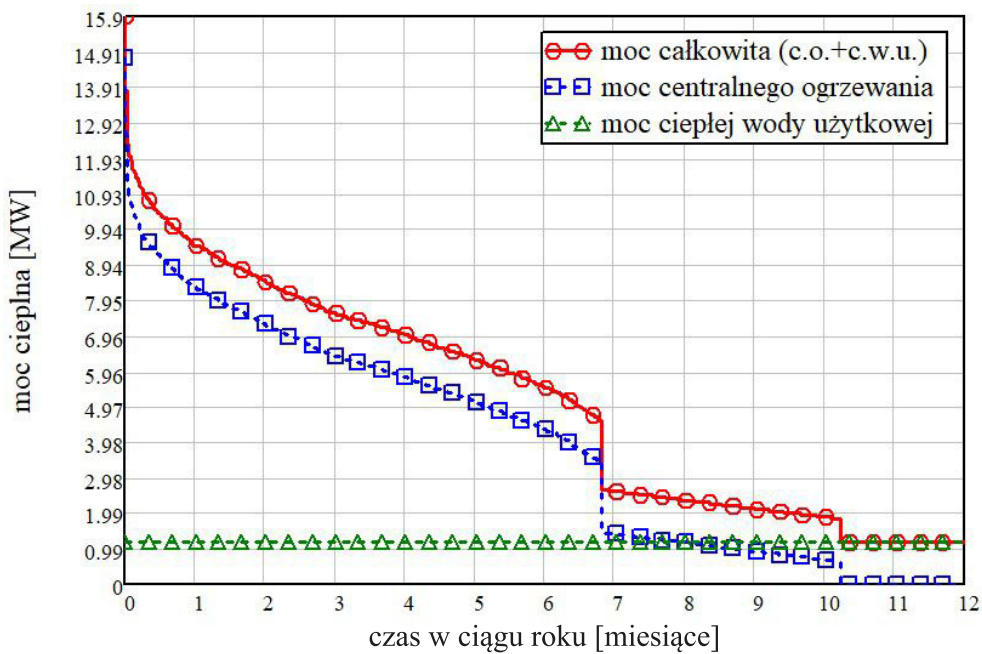
kaskadowego, jest ona sumą krzywych opisujących zapotrzebowanie na moc odbiorcy komunalnego i rekreacyjnego. Rysunek 3.9 przedstawia krzywą sterowania mocą dostarczoną.

Analizy ilości energii oddanej przez poszczególne źródła można dokonać na podstawie wykresu (rys. 3.10), który przedstawia sposób pokrycia zapotrzebowania na moc odbiorcy. Na podstawie wykresu można wnioskować, że moc wymiennika bezpośredniego jest wykorzystywana w sposób dość wyrównany przez prawie cały rok. Pompy ciepła pracują przez ok. 7 miesięcy/rok. Źródło szczytowe uzupełnia bilans mocy i niedoborów temperatury przez ok. 1/4 miesiąca/rok. Moc zainstalowana w kotłach wspomagania szczytowego jest znacząca.

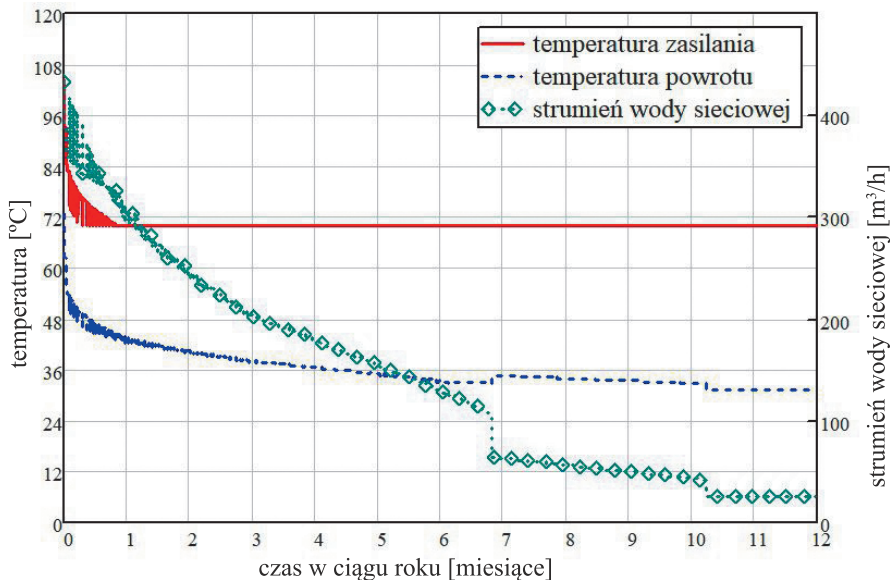
POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	kocioł gazowy
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	28,5 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	2,8 MW
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	12,0 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	13,6 MW
Roczna produkcja ciepła:	
- geotermalnego	171,7 TJ (100%)
- z kotłów szczytowych	102,6 TJ (60%) 69,0 TJ (40%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,321
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E - GZ50)	2 167,1 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 360 MWh
Dostawy ciepła	161,1 TJ c.o./ c.w.u.(w sez. letnim 100% c.g.)

**Tabela 3.4.**  
Bilans energetyczny systemu geotermalnego w kaskadzie w Obornikach



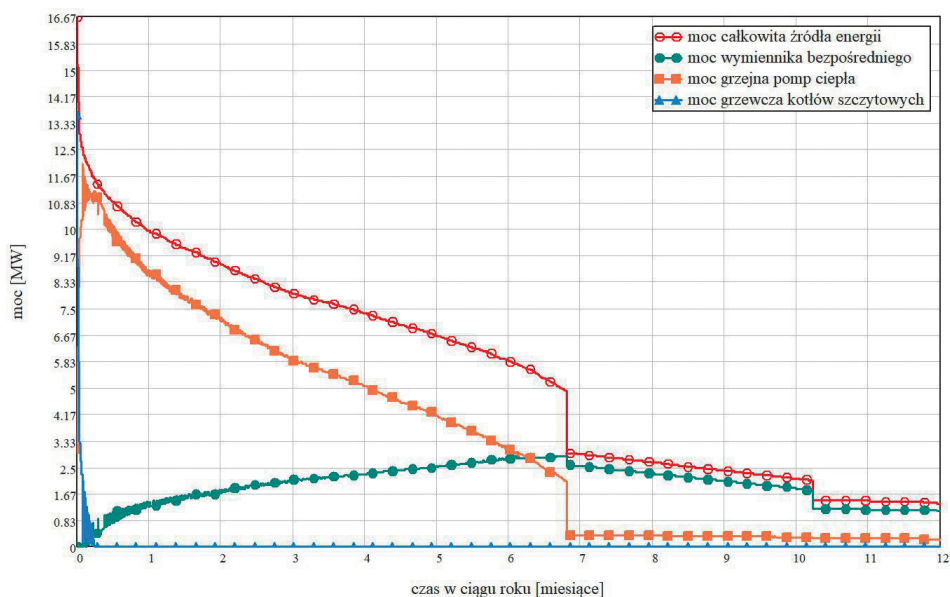


Rysunek 3.8.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w kaskadowym wykorzystaniu energii w Obornikach



Rysunek 3.9.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy typu kaskadowego w Obornikach





Rysunek 3.10.

Krzywa (uporządkowana malejąco) pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem c.w.u., przy wykorzystaniu analizowanych źródeł w kaskadowym wykorzystaniu energii w Obornikach

## 4 WSTĘPNA OCENA FINANSOWA

### 4.1.

#### ZAŁOŻENIA DO WSTĘPNEJ OCENY FINANSOWEJ

W celu wykonania wstępnej oceny finansowej oraz obliczenia podstawowych parametrów efektywności ekonomicznej inwestycji w warunkach ryzyka geologicznego przyjęto następujące założenia (tab. 4.1).

Do obliczeń przyjęto, że środki inwestycyjne wydatkowane są w ciągu jednego roku, który jest rokiem zerowym, a po jego zakończeniu ciepłownia geotermalna rozpoczyna funkcjonowanie ponosząc jedynie koszty eksploatacyjne i bieżącej konserwacji. Założono, że ciepłownia będzie funkcjonować przez 25 lat następujących po zakończeniu inwestycji i w tym czasie nie będą konieczne nakłady finansowe przekraczające przyjęty budżet remontów, konserwacji i napraw bieżących. Jako zysk w każdym roku funkcjonowania instalacji przyjęto przychody netto związane ze sprzedażą energii „przy źródle” – bez uwzględniania strat ciepła i należnych opłat przesyłowych, które wykazują się dużą zmiennością

w zależności od uwarunkowań lokalnych. Rozwiązaniem alternatywnym była ciepłownia konwencjonalna opalana węglem kamiennym, która przez cały okres 25 lat dostarcza energię ciepłą w cenie równej 53,45 zł (według wartości pieniądza w 2019 roku). Jest to wartość równa prognozowanej cenie ciepła dla odbiorców przemysłowych podana w Załączniku 2 do Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku (ceny wg siły nabywczej pieniądza w 2007 roku) skorygowanej o inflację w latach 2007–2019.

Dla każdego z 25 lat funkcjonowania ciepłowni (dla lat od  $i = 1$  do  $n = 25$ ) obliczono bilans finansowy, który został zdyskontowany na podstawie indywidualnie obliczonej stopy dyskonta. Następnie obliczono z wykorzystaniem odpowiedniej funkcji wskaźnik NPV (wartość zaktualizowana netto) dla całego okresu przewidywanej amortyzacji inwestycji (25 lat). Na podstawie otrzymanej tabeli określono czas zwrotu inwestycji (podano całkowitą liczbę lat, w których przynajmniej w części danego roku wskaźnik NPV jest mniejszy niż 0,00 zł),



a wskaźnik dla 25. roku funkcjonowania instalacji został podany jako końcowa wartość NPV inwestycji i użyty do dalszych obliczeń.

Na wartość współczynnika NPV w długim okresie miała wpływ zarówno różnica w cenie jednostki energii uzyskanej w ciepłowni geotermalnej i przyjętej referencyjnej cenie energii z ciepłowni węglowej, jak i wielkość odbiorcy i jego parametry odbioru ciepła. Należy zatem wyciągnąć wniosek, że ujemny wskaźnik NPV uzyskany w obliczeniach według obecnie przyjętych kryteriów nie przesądza o nieopłacalności inwestycji w przyszłości, np. gdy odbiorca komunalny zdecyduje się na obniżenie temperatury zasilania w ciepłociągu lub nastąpi rozbudowa miejscowości i związany z tym wzrost konsumpcji energii cieplnej. Innymi słowy, cechą charakterystyczną geotermii jest wysoka kapitałochłonność na etapie inwestycji, co przekłada się na wymóg maksymalizacji współczynnika obciążenia – jak największego odbioru energii geotermalnej.

Równocześnie sposób wyznaczania ryzyka inwestycji jest trudny do jednoznacznego skwantyfikowania, przez co należy spodziewać się rozbieżności względem obliczeń wykonanych przez inne zespoły, a współczynnik ten jest kluczowy do wyznaczenia zdyskontowanych wartości ekonomicznych. Obniżając ryzyko (np. poprzez odwierty badawcze, badania geofizyczne i rekonstrukcję odwiertów z już opisanymi parametrami geotermicznymi) tak, aby stopa dyskonta była niższa niż zaprezentowana wartość IRR (wewnętrzna

stopa zwrotu), zwiększa się szansa na ekonomicznie uzasadnione udostępnienie zasobów geotermalnych w danej lokalizacji.

W przypadku, gdy NPV przybiera wartości większe od zera, inwestycja powinna przynieść zwrot poniesionych nakładów oraz zysk równy obliczonemu NPV. W związku z tym im wyższą wartość osiąga ten wskaźnik, tym inwestycja jest bardziej atrakcyjna ekonomicznie. Zainwestowany kapitał powinien przynieść tak zwaną bezpieczną stopę zysku, która powinna być równa przynajmniej obowiązującej stopie kredytów długoterminowych. Bezpieczna stopa zysku musi być tym większa im większe jest ryzyko inwestycyjne.

#### 4.2.

#### ODBIORCA KOMUNALNY – SIĘĆ CIEPŁOWNICZA

Prognozowane nakłady finansowe na uruchomienie źródła energii zestawiono w rozdziale 4.2.1, prognozowane koszty eksploatacji wraz ze strukturą kosztów przedstawia rozdział 4.2.2.

##### 4.2.1

##### NAKŁADY INWESTYCYJNE

Prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła energii cieplnej oszacowano na 36 389 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną w Obornikach, uwzględniającą wyłącznie odbiorcę komunalnego przedstawiono w tabeli 4.2.

WSKAŹNIK	WARTOŚĆ [%/ROK]
Przewidywany poziom inflacji	2
Rynkowa stopa procentowa	1,7
Średnie krajowe ryzyko inwestycyjne (rentowność 10 letnich polskich obligacji skarbowych)	3
Prawdopodobieństwo zagospodarowania złoża wód termalnych (do obliczeń wskaźnika EMV*) – $p$	95
Ryzyko projektu (do obliczeń stopy dyskontowej) $r_{proj} = 100\% - p$	5
Realna stopa dyskontowa (oszacowana przy wykorzystaniu równania Fishera)	9,51

\*EMV – wskaźnik oczekiwanego efektu finansowego, wyznacza się określając możliwe do uzyskania zyski bądź straty z przedsięwzięcia i prawdopodobieństwo ich wystąpienia

Tabela 4.1.

Założenia do wstępnej oceny finansowej dla Obornik

#### 4.2.2.

##### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej oszacowano na 5 631 tys. zł/rok. Zestawienie przewidywanych kosztów operacyjnych instalacji w Obornikach, uwzględniającej wyłącznie odbiorcę komunalnego, przedstawiono w tabeli 4.3.

#### 4.2.3.

##### OCENA FINANSOWA

Zestawienie podstawowych wskaźników finansowej efektywności systemu ciepłowniczego pracującego wyłącznie dla odbiorcy komunalnego przedstawiono w tabeli 4.4.

#### 4.3.

##### OBIEKTY REKREACYJNE – BASENY GEOTERMALNE

Prognozowane nakłady finansowe na uruchomienie źródła energii zaspokajającego potrzeby obiektu rekreacyjnego zestawiono w rozdziale 4.3.1, prognozowane koszty eksploatacji wraz ze strukturą kosztów przedstawia rozdział 4.3.2.

#### 4.3.1

##### NAKLĄDY INWESTYCYJNE

Prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła energii ciepłej to 19 563 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną w Obornikach, uwzględniającą wykorzystanie do celów rekreacyjnych, przedstawiono w tabeli 4.5.

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ]
Otwór produkcyjny	0 (dotacja)
Otwór chłonny	13 006
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	327
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	11 888
Kotły szczytowe na gaz ziemny	5 253
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	319
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	4 896
Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła	36 389

**Tabela 4.2.**

**Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację w Obornikach – odbiorca komunalny**

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	5 631
- Koszty stałe, w tym:	2 792
- amortyzacja środków trwałych	2 215
- koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	577
- Koszty zmienne (w tym głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	2 839

**Tabela 4.3.**

**Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji w Obornikach – odbiorca komunalny**

#### 4.3.2.

##### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej 2 036 tys. zł/rok. Zestawienie przewidywanych kosztów operacyjnych instalacji w Obornikach, uwzględniającej wykorzystanie wód do celów rekreacyjnych, przedstawiono w tabeli 4.6.

#### 4.3.3.

##### OCENA FINANSOWA

Zestawienie podstawowych wskaźników finansowej efektywności systemu ciepłowniczego wykorzystującej wody termalne do celów rekreacyjnych przedstawiono w tabeli 4.7.

#### 4.4.

##### WYKORZYSTANIE ENERGII GEOTERMALNEJ W SYSTEMIE KASKADOWYM – SIEĆ CIEPŁOWNICZA ORAZ BASENY GEOTERMALNE

Prognozowane nakłady finansowe na uruchomienie źródła energii zestawiono w rozdziale 4.4.1, prognozowane koszty eksploatacji wraz ze strukturą kosztów przedstawia rozdział 4.4.2.

#### 4.4.1

##### NAKŁADY INWESTYCYJNE

Prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła energii cieplnej 47 474 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną w Obornikach, uwzględniającą wyko-

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	51 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	-18 601 554,15 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	–
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	-18 321 776,45 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	>25 lat

Tabela 4.4.

Wskaźniki finansowej efektywności geotermalnego systemu ciepłowniczego w Obornikach – odbiorca komunalny

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ]
Otwór produkcyjny	13 006
Otwór chłonny	0 (dotacja)
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	202
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	3 421
Kotły szczytowe na gaz ziemny	0
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	126
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	2 108
Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła	19 563

Tabela 4.5.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację w Obornikach – baseny geotermalne

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	2 036
- Koszty stałe, w tym:	1 235
- amortyzacja środków trwałych	1006
- koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	229
- Koszty zmienne (w tym głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	801

**Tabela 4.6.**  
Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji w Obornikach – baseny geotermalne

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	33 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	-1 911 256,44 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	7,55%
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	-2 465 993,61 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	>25 lat

**Tabela 4.7.**  
Wskaźniki finansowej efektywności geotermalnego systemu ciepłowniczego w Obornikach – baseny geotermalne

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ]
Otwór produkcyjny	13 006
Otwór chłonny	0 (dotacja)
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	390
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	18 046
Kotły szczytowe na gaz ziemny	8 155
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	444
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	6 733
Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła	47 474

**Tabela 4.8.**  
Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację w Obornikach – system kaskadowy

rzystanie wód termalnych w systemie kaskadowym, przedstawiono w tabeli 4.8.

#### 4.4.2.

##### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej 8 376 tys. zł/rok. Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji pracującej

w systemie kaskadowym przedstawiono w tabeli 4.9.

#### 4.4.3.

##### OCENA FINANSOWA

Zestawienie podstawowych wskaźników finansowej efektywności systemu ciepłowniczego pracującego w systemie kaskadowym przedstawiono w tabeli 4.10.

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	8 376
- Koszty stałe, w tym:	3 818
- amortyzacja środków trwałych	3 012
- koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	806
- Koszty zmienne (głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	4 558

Tabela 4.9.

Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji w Obornikach – system kaskadowy

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	49 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	-19 354 964,40 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	–
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	-19 037 516,18 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	>25 lat

Tabela 4.10.

Wskaźniki finansowej efektywności geotermalnego systemu ciepłowniczego w Obornikach – system kaskadowy

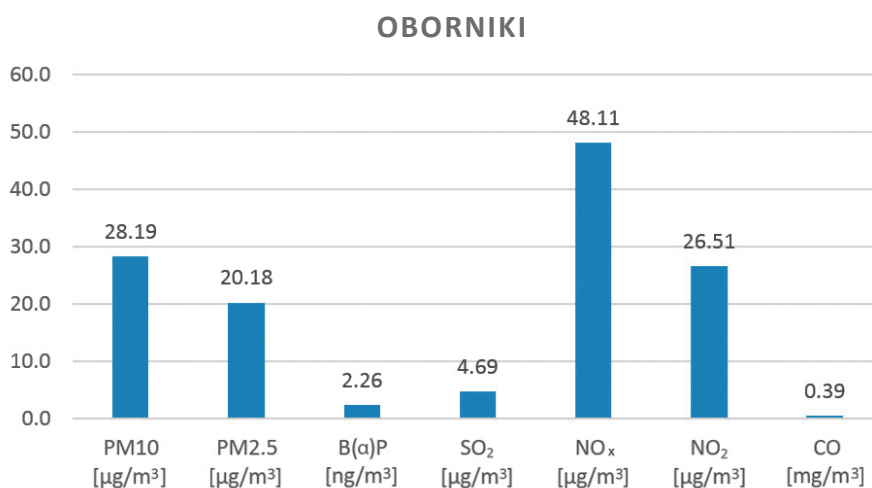


## 5 STAN ŚRODOWISKA

W Planie Gospodarki Niskoemisyjnej wskazano źródła powierzchniowej emisji zanieczyszczeń – są to głównie indywidualne paleniska domowe. Zidentyfikowano również źródła liniowej emisji zanieczyszczeń, a jako środki zaradcze wskazano: rozwój sieci drogowej oraz rozwój komunikacji publicznej. Źródła punktowej emisji zanieczyszczeń nie są wskazane w PGN. Dokonano klasyfikacji stanu jakości powietrza ze względu na poszczególne substancje zanieczyszczające. Zestawienie danych pomiarowych zanieczyszczeń powietrza dla gminy Oborniki w 2018 roku przedstawiono na rysunku 5.1. Tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ ) na terenie gminy zakwalifikowano do klasy A zanieczyszczeń. Dwutlenek siarki ( $\text{SO}_2$ ) zakwalifikowano do klasy A zanieczyszczeń. Benzo( $\alpha$ )piren

zakwalifikowano do klasy C zanieczyszczeń. Pył  $\text{PM}_{2,5}$  zakwalifikowano do klasy A zanieczyszczeń. Pył  $\text{PM}_{10}$  zakwalifikowano do klasy C zanieczyszczeń. Emisja dwutlenku węgla w gminie Oborniki w 2013 roku wynosiła 151 890 Mg. Podział na sektory jest następujący:

- sektor komunalny – 44 842 Mg;
- transport kołowy – pojazdy gminne – nieznan;
- transport kołowy na terenie gminy – ogółem – 115 511 Mg;
- gospodarka odpadami – 66 Mg;
- gospodarka wodna – nieznan;
- gospodarka ściekami – nieznan;
- konsumpcja energii elektrycznej – nieznan;
- oświetlenie ulic – 1 440 Mg.



Rysunek 5.1.

Zestawienie wyników analizy danych pomiarowych zanieczyszczeń powietrza dla gminy Oborniki w 2018 roku



## 6

# ODDZIAŁYWANIE PROJEKTU NA ŚRODOWISKO NATURALNE

Analizę efektu ekologicznego przeprowadzono na podstawie trzech scenariuszy bazowych przy założonych emisjach zgodnych z dokumentami „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy do 5 MW” ([https://krajowabaza.kobize.pl/docs/male\\_kotly.pdf](https://krajowabaza.kobize.pl/docs/male_kotly.pdf)) oraz „Wskaźniki Emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2017 rok” ([https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy\\_do\\_pobrania/wskazniki\\_emisyjnosci/Wskazniki\\_emisyjnosci\\_2018.pdf](https://www.kobize.pl/uploads/materialy/materialy_do_pobrania/wskazniki_emisyjnosci/Wskazniki_emisyjnosci_2018.pdf)) wydanymi przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) – Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy. W każdym ze scenariuszy ekwiwalent 100% energii dostarczanej przez ciepłownię geotermalną (tab. 3.2) jest wytwarzany:

- w pierwszym – w kotłach węglowych;
  - w drugim – w kotłach opalanych gazem ziemny;
  - w trzecim – w kotłach opalanych olejem opałowym.
- Obliczeń emisji przed uruchomieniem ciepłowni geotermalnej dokonano z użyciem współczynników emisji wg KOBIZE oraz następujących założeń:

- Węgiel kamienny
  - sprawność kotła: 85%, ruszt stały, ciąg naturalny, moc <0,5 MW;
  - kaloryczność węgla kamiennego: 25 MJ/kg;
  - zawartość siarki całkowita: 1%;
  - zawartość popiołu: 10%.
- Gaz ziemny
  - sprawność kotła: 90%, moc <0,5 MW;
  - kaloryczność: 38 MJ/m<sup>3</sup>;
  - zawartość siarki: 7 mg/m<sup>3</sup>.
- Olej opałowy
  - sprawność kotła: 90%, moc <0,5 MW;
  - kaloryczność: 42,6 MJ/kg;
  - zawartość siarki: 0,1%.

Na obecnym etapie nie jest możliwe wiarygodne określenie efektu ekologicznego inwestycji w hipotetyczną ciepłownię geotermalną. Wynika to z jednej strony z braku wiarygodnych, porównywalnych i aktualnych źródeł informacji o wykorzystywanych obecnie

paliwach w analizowanych lokalizacjach, a z drugiej – z nieokreślenia docelowej grupy odbiorców ciepła z ciepłowni geotermalnej. Zaleca się, by przed przystąpieniem do projektowania ciepłowni przeprowadzić dokładną inwentaryzację stosowanych źródeł ciepła w całej miejscowości lub wśród zadeklarowanych potencjalnych odbiorców.

W celu ułatwienia dokonania oszacowania efektu ekologicznego, w tabeli 6.1 przedstawiono efekty ekologiczne dla powyższych trzech hipotetycznych sytuacji, w których cała przyjęta roczna konsumpcja ciepła byłaby zaspokojona poprzez spalanie węgla kamiennego lub gazu ziemnego lub lekkiego oleju opałowego. Zestawienie emisji zanieczyszczeń przed uruchomieniem hipotetycznej ciepłowni geotermalnej przedstawiono w tabeli 6.1.

W rzeczywistej grupie potencjalnych odbiorców ciepła geotermalnego należy spodziewać się pewnego miks energetycznego. Określone proporcje sposobu dostarczania ciepła (przykładowo 75/20/5, odpowiednio węgiel kamienny, gaz ziemny i olej opałowy) pozwalają na obliczenie według poniższego wzoru efektu ekologicznego spodziewanego po przyłączeniu do ciepłowni określonej grupy odbiorców.

$$(p_w \cdot E_i^w + p_g \cdot E_i^g + p_o \cdot E_i^o) \cdot \frac{\text{spodziewana roczna konsumpcja ciepła}}{\text{przyjęta roczna konsumpcja ciepła}}$$

gdzie: [wzór 6.1]

$p_w, p_g, p_o$  – udział danego paliwa w miksie energetycznym (jako ułamek);

$E_i^w, E_i^g, E_i^o$  – emisja określonego zanieczyszczenia związana z zaspokojeniem 100% zapotrzebowania na ciepło danym paliwem (według tab. 6.1).

Specyfika eksploatacji geotermalnej wymusza zużycie energii elektrycznej, co związane jest z zastosowaniem pomp tłoczących w otworach geotermalnych (eksploatacyjnej, zatłaczającej itp.) dostarczających strumień wody termalnej na powierzchnię. Stąd, w przypadku ciepłowni geotermalnej, efekt ekologiczny posiada dwa wyraźne aspekty – lokalny i globalny (występują one również w przypadku kon-

wencjonalnych źródeł ciepła, jednak różnice są marginalne). W ujęciu lokalnym (w lokalizacji funkcjonującej instalacji geotermalnej) emisja jest bardzo silnie zredukowana. W ujęciu globalnym, ze względu na współczynniki emisyjności polskiej energetyki, lokalne zużycie energii elektrycznej napędzającej np. pompy eksploatacyjną (zatłaczającą) oraz niekiedy zasilające szczytowe źródła ciepła, może powodować wzrost wskaźników emisyjności na poziomie globalnym.

W zestawieniu przedstawiono wartości poszczególnych parametrów redukcji emisji w ujęciu lokalnym (tab. 6.2) oraz globalnym (tab. 6.3). Należy podkreślić, że lokalna emisja zanieczyszczeń przez ciepłownię geotermalną jest związana wyłącznie z wykorzystaniem paliw przez szczytowe źródła ciepła (gaz ziemny, olej opałowy, biomasa) i wiąże się z dopasowaniem ciepłowni do obecnych potrzeb odbiorców. Absorpcyjne pompy ciepła również mają wpływ na emisję w skali lokalnej.

Zużycie energii elektrycznej i powiązana emisja w elektrowniach konwencjonalnych są podyktowane koniecznością wypompowania wody termalnej na powierzchnię oraz jej ponowne wtłoczenie do górotworu po odebraniu ciepła. Stąd, w przypadku wystąpienia samowypływu oraz możliwości obniżenia wymagań odbiorcy co do temperatur występujących w sieci ciepłowniczej, zużycie konwencjonalnych nośników energii oraz związana z tym emisja globalna ulegnie obniżeniu.

Spodziewana roczna konsumpcja ciepła jest możliwa do dokładnego określenia po ustaleniu docelowej grupy odbiorców. Przyjęta roczna konsumpcja ciepła w wariantcie komunalnym (wykorzystanym do obliczeń efektu ekologicznego i ekonomicznego) przedstawiona została w tabeli 6.2.

Efekt ekologiczny wynikający z wykorzystania energii geotermalnej w wytypowanych lokalizacjach został obliczony na podstawie oszacowanej ilości energii, jaką instalacja geotermalna dostarczy do odbiorców (tab. 6.2). Posłużyła ona jako punkt wyjścia do obliczenia ilości paliwa konwencjonalnego, które musiałoby zostać spalane, aby dostarczyć analogiczną ilość energii.

W celu oceny wielkości emisji poszczególnych substancji do atmosfery wykorzystano metodykę KOBIZE: „Wskaźniki emisji zanieczyszczeń ze spalania paliw – kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW” według wzoru:

$$E = B \cdot W$$

[wzór 6.2]

gdzie:

$E$  – emisja substancji;

$B$  – zużycie paliwa/energii elektrycznej;

$W$  – wskaźnik emisji na jednostkę zużytego paliwa/energii elektrycznej

Do określenia emisji związanej z produkcją energii elektrycznej przyjęto wartości za „Wskaźniki Emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2017 rok”.

Do produkcji ciepła ciepłownia geotermalna korzysta z energii dostarczanej z trzech rodzajów energii: ciepła geotermalnego, energii elektrycznej (do zasilania pomp głębinowych) i paliw gazowych lub płynnych (do kotłów szczytowych i napędzających pompy ciepła). W przeciwieństwie do tradycyjnego sposobu zaopatrzenia w ciepło, następuje przestrzenny podział emisji. O ile w przypadku spalania paliw emisja ma miejsce w pobliżu odbiorcy ciepła i może zostać nazwana emisją lokalną (tak rozumiana w tabelach 6.1 i 6.2), o tyle zużywana energia elektryczna (pomijalna w przypadku tradycyjnych palenisk) wiąże się z emisją oddaloną od miejsca jej zużycia i zostaje wliczona dopiero do emisji globalnej (całkowitej) związanej z dostarczeniem ciepła geotermalnego.

Emisja lokalna jest z reguły utożsamiana z tzw. niską emisją, w przypadku której łatwość rozcieńczenia i odprowadzania zanieczyszczeń jest ograniczona, w związku z czym emitowane zanieczyszczenia wywołują zjawisko smogu (Kaczmarczyk i in., 2015). Emisja w elektrowniach to tzw. wysoka emisja, w której spaliny oczyszczane są w instalacjach przemysłowych i odprowadzane w sposób umożliwiający szybkie rozcieńczenie zanieczyszczeń, w niewielkim stopniu przyczyniając się do obniżenia jakości powietrza.

Uruchomienie zakładu geotermalnego skutkuje całkowitym wyeliminowaniem problemu lokalnej emisji substancji smogotwórczych. Uzyskany efekt jest w przeliczeniu na jednostkę energii zależny wyłącznie od stosowanego paliwa i sposobu spalania paliwa, więc w warunkach działającej instalacji stały, a jego opis liczbowy prezentuje tabela 6.2.

Uwzględniając zapotrzebowanie na energię elektryczną, można obliczyć całkowity (globalny) efekt ekologiczny. Uzyskiwane wartości emisji unikniętej oraz redukcji emisji są mniejsze, gdyż w Polsce prąd w znacznej



ZANIECZYSZCZENIE	EMISJA ZANIECZYSZCZENIA PRZED URUCHOMIENIEM CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ W RÓŻNYCH WARIANTACH - E <sub>1</sub>		
	100% WĘGIEL KAMIENNY	100% GAZ ZIEMNY	100% LEKKI OLEJ OPAŁOWY
	[KG/ROK]	[KG/ROK]	[KG/ROK]
SO <sub>x</sub>	83 461	45,4	5 886
NO <sub>x</sub>	11 476	4 926	6 924,8
CO	234 733	972	1 974
CO <sub>2</sub>	9 650 000	6 482 000	9 349 000
Pył zawieszony	52 163	1,62	1 177,2
Benzo(α)piren	73,0	0	0,90

Tabela 6.1.

Emisja zanieczyszczeń w Obornikach przed uruchomieniem ciepłowni geotermalnej (E<sub>1</sub>) (tzw. tło zanieczyszczeń dla różnych wariantów źródeł ciepła). W przypadku lokalnych kotłowni emisja lokalna jest praktycznie równa emisji globalnej

ZANIECZYSZCZENIE	LOKALNA EMISJA ZANIECZYSZCZENIA PO URUCHOMIENIU CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ						
	Emisja E <sub>2</sub> lokalnie	OGRANICZENIE EMISJI (E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> ) W STOSUNKU DO					
		100% węgiel kamienny		100% gaz ziemny		100% lekki olej opałowy	
		Emisja uniknięta lokalnie	Redukcja emisji lokalnie	Emisja uniknięta lokalnie	Redukcja emisji lokalnie	Emisja uniknięta lokalnie	Redukcja emisji lokalnie
	[kg/rok]	[kg/rok]	[%]	[kg/rok]	[%]	[kg/rok]	[%]
SO <sub>x</sub>	17,13	83 443	>99,9	28,3	62,3	5 869	99,7
NO <sub>x</sub>	2 141	9 335	81,3	2 786	56,6	4 785	69,1
CO	293,6	234 438	99,9	678	69,8	1 679	85,1
CO <sub>2</sub>	2 447 000	7 203 000	74,6	4 035 000	62,3	6 902 000	73,8
Pył całkowity (TSP)	0,612	52 161	>99,9	1,01	62,2	1 177	>99,9
Benzo(α)piren	n/d	73,0	>99,9	n/d	n/d	0,90	>99,9

Tabela 6.2.

Szacowana emisja lokalna związana z funkcjonowaniem ciepłowni geotermalnej (E<sub>2</sub>) w Obornikach i uzyskane po jej uruchomieniu ograniczenie emisji lokalnej – wariant komunalny. Redukcja emisji została obliczona wg wzoru:  $100\% \cdot (E_1 - E_2)/E_1$

mierze produkowany jest w elektrowniach opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Tak więc zużywanie energii elektrycznej obarcza środowisko pewną ilością zanieczyszczeń. Ilości te podawane są co roku jako wskaźniki emisyjności. Globalny efekt ekologiczny jest w związku z tym zmienny w czasie w zakresie, w którym zmieniają się wskaźniki emisyjności dla energii elektrycznej dostępnej w krajowym systemie elektroenergetycznym. Ich zmniejszenie lub wykorzystanie energii elektrycznej pochodzącej z innych źródeł (w tym odnawialnych) może znacząco poprawić globalny efekt ekologiczny.

**Należy jednak podkreślić, że dla większości zanieczyszczeń pozytywny efekt ekologiczny jest utrzymany niezależnie od przyjętego alternatywnego sposobu zaspokojenia zapotrzebowania na energię.**

W szczególności dotyczy to CO<sub>2</sub> oraz CO, nie odnotowuje się też emisji benzo(α)pirenu. Jedynie w przypadku emisji pyłów oraz tlenu siarki i azotu mogą wystąpić zwiększenia emisji tych zanieczyszczeń do atmosfery. Wynika to z faktu, iż paliwa gazowe i płynne są niemal całkowicie pozbawione siarki oraz substancji mogących tworzyć istotne ilości pyłu unoszonego ze spalinami do atmosfery, zaś paliwa stosowane w elektrowniach konwencjonalnych zawierają znaczące ilości prekursorów tych zanieczyszczeń.

Zaopatrzenie ciepłowni geotermalnej w energię elektryczną pochodzącą ze źródeł o niskich współczynnikach emisyjności poprawi globalny efekt ekologiczny, jednak jego obliczenie wymagałoby przeprowadzenia analiz dla zakładu ciepłowniczego o szczegółowo opisanej specyfikacji i harmonogramie funkcjonowania.

ZANIECZYSZCZENIE	GLOBALNA EMISJA ZANIECZYSZCZENIA PO URUCHOMIENIU CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ						
	Emisja E <sub>2</sub> globalnie	OGROMACZENIE EMISJI (E <sub>1</sub> – E <sub>2</sub> ) W STOSUNKU DO					
		100% węgiel kamienny		100% gaz ziemny		100% lekki olej opałowy	
		Emisja uniknięta globalnie	Redukcja emisji globalnie	Emisja uniknięta globalnie	Redukcja emisji globalnie	Emisja uniknięta globalnie	Redukcja emisji globalnie
[kg/rok]	[kg/rok]	[%]	[kg/rok]	[%]	[kg/rok]	[%]	
SO <sub>x</sub>	1 009	82 452	98,8	-963,6	-2 123,4	4 878	82,9
NO <sub>x</sub>	3 149	8 327	72,6	1 778	36,1	3 777	54,5
CO	654	2 340 78	99,7	318	32,7	1 319	66,9
CO <sub>2</sub>	3 505 000	6 145 000	63,7	2 977 000	45,9	5 844 000	62,5
Pył całkowity (TSP)	60,5	52 102,8	99,9	-58,9	-3 635,8	1 116,7	94,9
Benzo(α)piren	n/d	73,0	100,0	n/d	n/d	0,90	100,0

Tabela 6.3.

Szacowana emisja globalna (z uwzględnieniem energii elektrycznej) związana z funkcjonowaniem ciepłowni geotermalnej (E<sub>2</sub>) w Obornikach i uzyskane po jej uruchomieniu ograniczenie emisji globalnej – wariant komunalny. Redukcja emisji została obliczona wg wzoru:  $100\% \cdot (E_1 - E_2)/E_1$

# 7 PROGNOZA STANU TERMODYNAMICZNEGO I MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA WÓD TERMALNYCH

Zasadniczy wpływ na powstawanie minerałów wtórnych w systemach geotermalnych mają takie czynniki, jak: temperatura, ciśnienie, skład mineralogiczny i typ litologiczny skał zbiornikowych, przepuszczalność skał, ilość i dostępność płynów złożowych (warunkowanych przepuszczalnością skał), skład płynów geotermalnych, czas życia systemu i trwania procesów hydrotermalnych. Zwykle oddziałują one we wzajemnym powiązaniu.

Minerały wtórne mogą być wytrącane z wody termalnej na skutek zmiany stanu termodynamicznego wody, najczęściej spowodowanej zmianą jej temperatury, odczynu pH, układu redox, a zatem problem może pojawić się już na samym początku eksploatacji i narastać w miarę upływu czasu, w skrajnych przypadkach aż do unieruchomienia instalacji. Prognozę stanu termodynamicznego wody termalnej w Obornikach, zrealizowano na podstawie dostępnych danych hydrogeochemicznych stwierdzonych w otworze Objezierze IG-1.

Należy zaznaczyć, że zakres oznaczeń wykonanych w otworach referencyjnych, był znikomy, a wiarygodność wielu oznaczeń budziła duże wątpliwości, z tego względu nie powinny one stanowić podstawy dokonywania prognoz termodynamicznych w układzie woda – skała. Nie stanowiły materiału odpowiedniego do wykonania modelowania termodynamicznego. Nie można również na ich podstawie określić wiarygodnie bezpiecznej temperatury schłodzenia w instalacji geotermalnej. Z tego względu, przedstawione wyniki badań mają charakter przybliżony, a stan roztworu wodnego (bilansu, specjacji, stopnia jego nasycenia względem określonych faz mineralnych), przy uwzględnieniu wpływu zmienności temperatury na wartość obliczanych parametrów, ma charakter czysto orientacyjny. W obliczeniach przyjęto:

- prognozowaną mineralizację wody 62 g/dm<sup>3</sup>,
- odczyn wody lekko kwaśny (pH 6,75) – zgodnie z wynikami analiz pochodzących z otworów archiwalnych (Bank Wód Podziemnych Zaliczo-

nych do Kopalni), w otworze Objezierze IG-1, pH wynosiło 6,75;

- środowisko redukcyjne (Eh -120 mV) – przyjęto arbitralnie, na podstawie własnego doświadczenia, zgodnie z wynikami analiz pochodzących z otworów archiwalnych (Bank Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalni) – brak danych dot. Eh – podstawowego parametru wymaganego do modelowania geochemicznego;
- temperatura wody złożowej 56,5°C i głowicowej 55,5°C przy wydobywaniu na poziomie 125 m<sup>3</sup>/h. Jest to woda typu chlorkowo-sodowego, jodkowa.

**W obliczeniach przyjęto zakres zmienności temperatury wody od prognozowanej temperatury złożowej, poprzez temperaturę głowicową, do 20°C, co pozwoliło na wskazanie prognozowanej, optymalnej temperatury schłodzenia wody zatłaczanej do górotworu. Zatem na wykresach zobrazowano prognozę nasycenia wody względem wybranych minerałów, dla temperatury wody w górotworze, temperatury wody na głowicy oraz dla wody schłodzonej od 40°C i dalejco 5, 35, 30, 25°C i końcowej 20°C.**

Prognoza stanu równowagi termodynamicznej wody wykazała, że przy temperaturze 56,5°C, woda wykazuje stan równowagi z kwarcem i przesylenie kalcytem, aragonitem i dolomitom, co jest tendencją sprzyjającą dla wytrącania osadów węglanowych z wody. Nie stwierdzono natomiast tendencji do wytrącania osadów siarczanowych. Zarówno anhydryt, jak również gips, wykazują stan nienasycenia w całym spektrum temperatur, od złożowej, poprzez temperaturę wody głowicowej i schłodzenia do 20°C. Wyniki prognozy przedstawiono na rysunku 7.1.

W kolejnym etapie dokonano analizy stanu termodynamicznego wody w warunkach wydobywczych w Obornikach, przy eksploatacji z temperaturą 55,5°C. W warunkach rozpatrywanej temperatury stwierdzono podobną tendencję jak w warunkach złożowych, z wyraźnym stanem przesylenia aragonitem, kalcytem i dolomitom, co może powodować wytrącanie minera-

łów wtórnych w instalacji. Nie stwierdzono tendencji do wytrącania osadów siarczanowych.

Analizując wyniki modelowania geochemicznego przedstawione na rysunku 7.1, zauważa się, że schłodzenie wody do temperatury nawet 20°C zmniejsza stopniowo tendencję do wytrącania węglanowych form mineralnych (aragonitu, kalcytu i dolomitu). Jednak takie schłodzenie powoduje, że odpowiednio wzrasta tendencja do wytrącania krzemionkowych form mineralnych. Woda osiąga stan przesylenia kwarcem już przy temperaturze 30–35°C. Za optymalne należy zatem uznać zatłaczanie wody schłodzonej o wskazanej temperaturze (30–35°C), choć przy schłodzeniu wody do 20-25 stopni C rośnie efektywność odzysku energii. Podstawą badań modelowych były równania wynikające z bilansu masy i prawa działania mas dla danej rozpatrywanej analizy chemicznej wody oraz przyjętych parametrów fizycznych. Wyniki obliczeń równowagi termodynamicznej dla wody termalnej opracowano, przyjmując dane pomierzone w otworze Objezierze IG-1 oraz znane i stwierdzone w innych otworach wskaźniki fizyczne. Należy jednak mieć na uwadze, że występowanie gazów w wodzie, zwłaszcza kwaśnych, czy inny niż założono odczyn pH wody, jak również układ redoks, może wpłynąć na prognozę stanu termodynamicznego w układzie woda–skała.

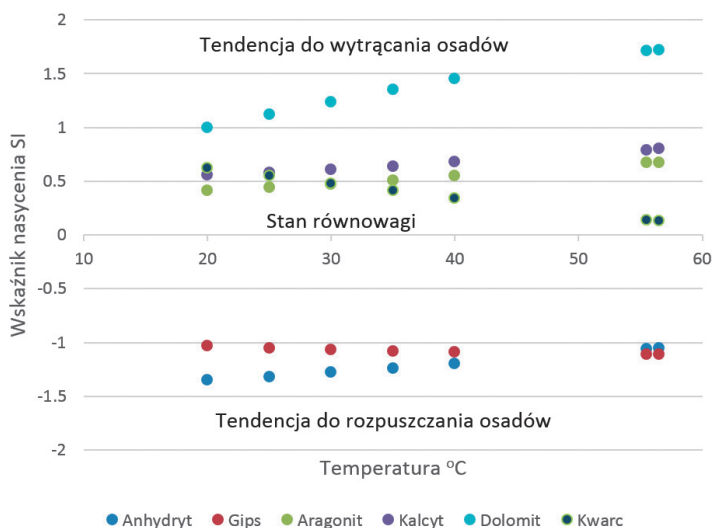
Przewiduje się, że woda w temperaturze złożowej, ok. 56,5°C, będzie nasycona głównymi minerałami budującymi skały zbiornikowe (piaskowce) tj. krzemianami, glinokrzemianami i minerałami ilastymi. Wykazywać będzie również lekkie przesylenie minerałami

węglanowymi. Obliczenia wskazują ponadto, że woda termalna będzie niedosycona minerałami siarczanowymi (anhydrytem i gipsem), mogą one zatem być rozpuszczane przez wodę.

Wody jury dolnej w rejonie Obornik, to solanki o prognozowanej mineralizacji ok. 62 g/dm<sup>3</sup>. Spełniają one kryterium wykorzystania w balneoterapii, jednak pod warunkiem co najmniej 2-krotnego rozcieńczenia. Cechą szczególną tak wysoko zasolonych wód jest zwykle podwyższona zawartość siarczanów, chlorków, sodu, wapnia i magnezu, żelaza, jodu, bromków, boru, strontu, fluoru, ale często również kwasu metakrzemowego, co potwierdzone zostało również w otworze Objezierze IG-1. Wody te pod względem hydrochemicznym klasyfikuje się jako wody chlorkowo-sodowe, jodkowe.

W przypadku występowania mikroelementów o znaczeniu leczniczym rozcieńczanie wody zwykle generuje utratę walorów wynikających z podwyższonej zawartości w wodzie składników swoistych. Szczególnie w przypadku jonów jodkowych, rozcieńczanie wody powoduje ich utratę.

Z wód termalnych solankowych, możliwy jest odzysk soli jodowo-bromowych oraz soli wykorzystywanych w kosmetologii. Prognozowana mineralizacja wody termalnej w Obornikach klasyfikuje je do pozyskiwania produktu stałego, soli kąpielowych i leczniczych. Zalecane jest w tym przypadku wykorzystanie procesów hybrydowych, opartych na technikach membranowych oraz metodach wyparnych (najczęściej odwrócona osmoza – metody wyparne lub nanofiltracja–odwrócona osmoza–metody wyparne). Będą również interesu-



Rysunek 7.1.  
Prognoza stanu termodynamicznego wody termalnej w Obornikach

jącym surowcem składowym kremów, toników, płynów micelarnych, maseczek, przy wykorzystaniu niewielkiego strumienia wody i dozowaniu wody w niewielkich ilościach lub w formie rozcieńczonej.

Wykazana w wyniku modelowania geochemicznego skłonność do wytrącania faz krzemionkowych w wodzie schłodzonej, zdecydowanie bez wątpliwości konieczności zastosowania wstępnego uzdatniania wody lub zastosowania antyskalantów/inhibitorów ograniczających wytrącanie osadów w instalacjach ciepłowniczych, rurociągach i/lub procesach załadunku.

W kontekście balneoterapeutycznego wykorzystania chlorek sodu jest jednym z najważniejszych związków

chemicznych powszechnie stosowanych w lecznictwie, kosmetologii ale również w przemyśle. Sole powstałe na bazie wód termalnych, bogate w mikroelementy, takie jak jodki i krzemionka, są szczególnie cenione w tym zakresie. Składniki te wpływają bowiem pozytywnie na kondycję skóry oraz mają korzystny wpływ na układ oddechowy. Szczególnym przykładem potwierdzającym tę kwestię jest kąpielisko Blue Lagun na Islandii.

Wody termalne w Obornikach mogą być również wykorzystywane w rekreacji, przy co najmniej 3-4-krotnym rozcieńczeniu, co wymagałoby zapewnienia stosownych zasobów wody studzkiej.

## 8

# WNIOSKI

W tabeli 8.1 zaprezentowano najbardziej istotne dane dotyczące spodziewanego funkcjonowania ciepłowni geotermalnej. Cena wytworzenia jednostki energii jest wprost zależna od udziału OZE (źródła geotermalnego) w produkcji całkowitej. Im jest on mniejszy, tym więcej paliwa konwencjonalnego zostaje zużyte, co zwiększa koszty funkcjonowania

przy tych samych kosztach wykonania odwiertu. Wody termalne w Obornikach mogą być wykorzystywane w celach balneoterapeutycznych pod warunkiem co najmniej 2-krotnego rozcieńczenia, oraz w rekreacji i kosmetologii. Na etapie eksploatacji należy się liczyć z możliwością wytrącania węglanowych i krzemionkowych form mineralnych z wody.

PARAMETR	WARIANT		
	KOMUNALNY	REKREACJA	KASKADA
Roczna produkcja ciepła [TJ]:			
- geotermalnego	71,9	58,1	102,6
- z kotłów szczytowych i napędu pomp ciepła	39,0	3,32	69,0
Roczna produkcja energii [TJ] / moc maksymalna [MW]	110,8 / 20,0	61,5 / 5,4	171,7 / 28,5
Udział OZE w produkcji ciepła [%]	64,8	94,6	59,8
Nakłady inwestycyjne [tys. zł]	36 389	19 563	47 474
Cena wytworzenia energii [PLN/GJ]	51	33	49
Wskaźniki emisji jednostkowej	(lokalnie/globalnie)	(lokalnie/globalnie)	(lokalnie/globalnie)
CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	23,53/37,75	3,30/26,68	25,93/34,77
SO <sub>2</sub> [kg/GJ]	<0,01/0,09	<0,01/0,15	<0,01/0,06
NO <sub>x</sub> [kg/GJ]	0,02/0,04	<0,01/0,05	0,02/0,03
Pył [kg/GJ]	<0,01/0,01	0,01/0,01	<0,01/<0,01

**Tabela 8.1.**  
Zestawienie najważniejszych parametrów technicznych, ekonomicznych i środowiskowych ciepłowni geotermalnej w trzech wariantach

## 9

# FINANSOWANIE PROJEKTU

Inwestycje związane z wykorzystaniem wód termalnych charakteryzują się dużymi początkowymi nakładami finansowymi oraz długim okresem zwrotu poniesionych nakładów. Dlatego powinny one korzystać ze wszelkiej możliwej pomocy, także finansowej, oferowanej przez takie instytucje państwa jak Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) czy Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Inicjatorami bądź promotorami projektów geotermalnych mogą być zarówno podmioty gospodarcze jak i jednostki samorządu terytorialnego tj. miasta i gminy. W związku z faktem, że projekty geotermalne, w szczególności we wstępnym etapie poszukiwania i rozpoznania złoża, obarczone są ryzykiem geologicznym, wsparcie ze strony państwa obejmuje różne formy dofinansowania, w tym pożyczki i dotacje. Intensywność dofinansowania jest uzależniona od charakteru beneficjenta oraz formy dofinansowania. W powyższym zakresie w chwili obecnej funkcjonują dwa programy wsparcia, finansowane ze środków krajowych, których operatorem jest NFOŚiGW, a mianowicie:

### 9.1.

#### **UDOSTĘPNIANIE WÓD TERMALNYCH W POLSCE:**

W nowym programie priorytetowym NFOŚiGW oraz Ministerstwo Klimatu i Środowiska stawiają na zwiększenie liczby dotowanych odwiertów geotermalnych. Program powinien pozwolić na uzyskanie lepszych efektów w zakresie rozwoju geotermii w Polsce przy mniejszych nakładach finansowych i mniejszym ryzyku udostępnienia zasobów wód termalnych niż miało to miejsce dotychczas. W celu usprawnienia przygotowania wniosków oraz załączonych do nich projektów robót geologicznych, Ministerstwo Klimatu i Środowiska przekazało do NFOŚiGW katalog rekomendacji i zaleceń dotyczących projektowania robót geologicznych w celu udostępnienia wód termalnych w Polsce, które są dostępne dla wnioskodawców jako część dokumentów programowych.

Celem tego programu jest wsparcie jednostek samorządu terytorialnego w wykonywaniu prac i robót geologicznych związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż wód termalnych, umożliwiających wykorzystanie pozyskanego ciepła lub energii do ogrzewania.

Formą dofinansowania jest dotacja. Dofinansowanie możliwe jest do 100% kosztów kwalifikowanych dla przedsięwzięć takich jak poszukiwanie i rozpoznawanie złóż wód termalnych.

Po rozpoznaniu złóż wód termalnych, kontynuacja przedsięwzięć może nastąpić np. w ramach programu priorytetowego NFOŚiGW pn. „Polska Geotermia Plus”.

### 9.2.

#### **POLSKA GEOTERMIA PLUS**

Z programu tego dofinansowane mogą być budowa nowej, rozbudowa lub modernizacja istniejącej ciepłowni geotermalnej, opartej na źródle geotermalnym, lub modernizacja lub rozbudowa istniejących źródeł wytwarzania energii o ciepłownię geotermalną, opartej na źródle geotermalnym.

Beneficjentami tego programu mogą być Przedsiębiorcy w rozumieniu ustawy z dnia 6 marca 2018 r. Prawo przedsiębiorców (Dz. U. z 2018 r. poz. 646, z późn. zm.) wykonujący działalność gospodarczą.

Podstawowymi formami dofinansowania jest dotacja i pożyczka. Dofinansowanie w formie pożyczki do 100% kosztów kwalifikowanych, dofinansowanie w formie dotacji do 40% kosztów kwalifikowanych, w ramach budowy nowej, rozbudowy lub modernizacji istniejącej ciepłowni geotermalnej lub modernizacji lub rozbudowy istniejących źródeł wytwarzania energii o ciepłownię geotermalną do 50% kosztów kwalifikowanych. Warunkiem udzielenia dotacji jest zaciągnięcie pożyczki z NFOŚiGW, w części stanowiącej uzupełnienie do 100% kosztów kwalifikowanych.

Wsparcie finansowe przy realizacji projektów geotermalnych można uzyskać również ze środków bezwrotnej pomocy finansowej dla Polski w postaci dwóch instrumentów pod nazwą: Mechanizm Finansowy EOG oraz Norweski Mechanizm Finansowy (potocznie znanych jako fundusze norweskie), pochodzi z trzech krajów EFTA (Europejskiego Stowarzyszenie Wolnego Handlu), będących zarazem członkami EOG (Europejskiego Obszaru Gospodarczego), tj. Norwegii, Islandii i Liechtensteinu.

Obecnie obywa się nabór wniosków w ramach obszaru programowego:

### 9.3.

#### **ENERGIA ODNAWIALNA, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE (BUDOWA ŹRÓDEŁ CIEPŁA WYKORZYSTUJĄCYCH ENERGIĘ GEOTERMALNĄ – GEOTERMIA GŁĘBOKA)**

Celem tego programu jest zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych poprzez budowę systemów produkcji energii z wykorzystaniem geotermii głębokiej w miejscach, w których, poprzez wykonanie odwiertów badawczo-poszukiwawczych, potwierdzono obecność opłacalnych ekonomicznie źródeł i możliwość ich wykorzystania do celów grzewczych lub energetycznych. Do dofinansowania kwalifikują się projekty z zakresu budowy systemów do produkcji energii na bazie źródeł geotermii głębokiej, polegające na:

- konstrukcji otworów zatlaczających/produkcyjnych na obszarach, na których potencjał geotermalny został potwierdzony poprzez realizację odwiertów próbných w ramach zrealizowanych projektów badawczych;

- budowie lub rozbudowie ciepłowni/elektrowni geotermalnych;
  - budowie infrastruktury ciepłowniczej (węzłów ciepłych, wymienników ciepła, połączeń sieciowych) służącej włączeniu ciepła geotermalnego do istniejących systemów ciepłowniczych;
  - wprowadzeniu zmian technologicznych i infrastrukturalnych w istniejących systemach ciepłowniczych (przebudowa), mających na celu włączenie ciepła ze źródeł geotermalnych do ciepła systemowego;
- Dodatkowo zakres przedmiotowy projektów może obejmować działania edukacyjno-szkoleniowe, które mogą być realizowane, jako działania uzupełniające dla działań inwestycyjnych.

O dofinansowanie w ramach naboru wniosków, w tym programie mogą ubiegać się małe, średnie i duże przedsiębiorstwa, jednostki samorządu terytorialnego, a także ich związki. Poziom dopuszczalnego wnioskowanego dofinansowania projektu wynosi maksymalnie 50% kosztów kwalifikowalnych.

## **LITERATURA**

KACZMARCZYK M. [RED.] I IN., 2015: NISKA EMISJA. OD PRZYCZYN WYSTĘPOWANIA DO SPOSOBÓW ELIMINACJI, GEOSYSTEM BUREK, KOTYZA S.C., KRAKÓW, 2015;  
SKOMPSKI S, 1993. Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski arkusz Oborniki Wielkopolskie (433);  
Plan Gospodarki Niskoemisyjnej Miasta i Gminy Oborniki. Consus Carbon Engineering Sp. z o.o., 2014;  
[www.pecoborniki.pl](http://www.pecoborniki.pl).





