

Wstępne studium techniczno-ekonomiczne  
wykorzystania wód termalnych

# WRZEŚNIA



PAŃSTWOWY  
INSTYTUT  
GEOLOGICZNY



Ministerstwo  
Klimatu i Środowiska

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy  
Program Geologii Żyłowej 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 Sowizdżał<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 Zapora<sup>2</sup>

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

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

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	3
1.3.	WARUNKI ŚRODOWISKOWE I HYDROGEOTERMALNE	3
<b>2.</b>	<b>OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RYNKU CIEPŁOWNICZEGO</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>KONCEPCJA BUDOWY CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ</b>	<b>6</b>
3.1.	GŁÓWNE PARAMETRY TECHNICZNE PROJEKTU	7
3.2.	BILANS ENERGETYCZNY ANALIZOWANEGO ODBIORCY ENERGII	8
3.2.1.	Odbiorca komunalny – sieć ciepłownicza	8
3.2.2.	Obiekty rekreacyjne – baseny geotermalne	10
3.2.3.	Wykorzystanie energii geotermalnej w systemie kaskadowym – – sieć ciepłownicza oraz baseny geotermalne	10
<b>4.</b>	<b>WSTĘPNA OCENA FINANSOWA</b>	<b>15</b>
4.1.	ZAŁOŻENIA DO WSTĘPNEJ OCENY FINANSOWEJ	15
4.2.	ODBIORCA KOMUNALNY – SIEĆ CIEPŁOWNICZA	18
4.2.1.	Nakłady inwestycyjne	16
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	16
4.3.3.	Ocena finansowa	16
4.4.	WYKORZYSTANIE ENERGII GEOTERMALNEJ W SYSTEMIE KASKADOWYM – SIEĆ CIEPŁOWNICZA ORAZ BASENY GEOTERMALNE	19
4.4.1.	Nakłady inwestycyjne	19
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>24</b>
<b>8.</b>	<b>WNIOSKI</b>	<b>27</b>
<b>9.</b>	<b>INICJATORZY / PROMOTORZY PROJEKTU</b>	<b>28</b>

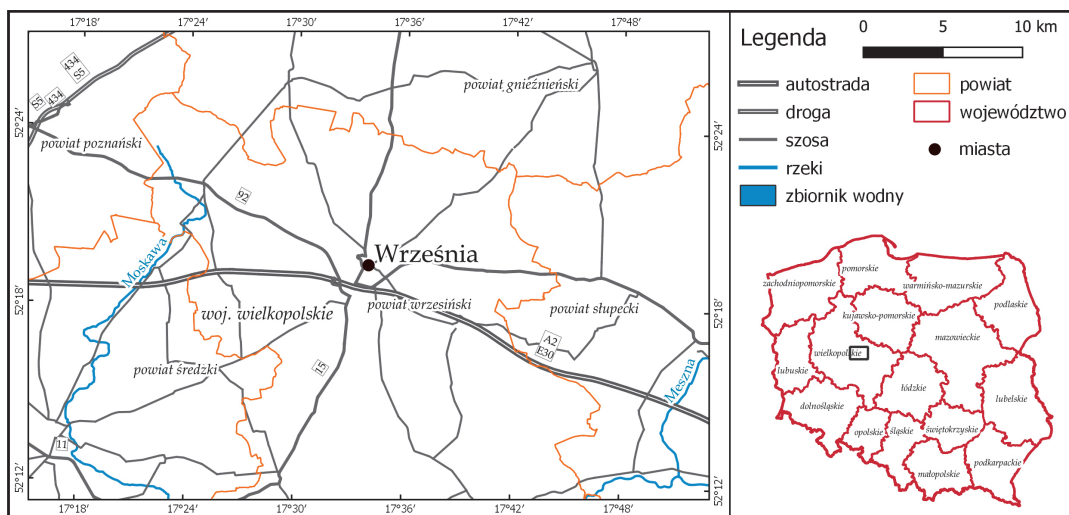
# 1 CHARAKTERYSTYKA MIASTA | GMINY

## 1.1. LOKALIZACJA

Gmina Września położona jest w powiecie wrzesińskim, w centralnej części województwa wielkopolskiego, na skrzyżowaniu głównych szlaków komunikacyjnych ze wschodu na zachód (autostrada A2) i z północy na południe (droga krajowa nr 15). Gmina Września graniczy z ośmioma gminami: od północy z gminami Czarniejewo, Niechanowo i Witkowo (powiat gnieźnieński), od wschodu z gminą Strzałkowo (powiat słupecki), od południa z gminami Kołaczkowo i Miłosław (powiat wrzesiński),

od zachodu z gminami Nekla (powiat wrzesiński) oraz Dominowo (powiat średzki).

Gmina Września podzielona jest na 33 sołectwa. Obszar gminy zamieszkiwany jest przez ok. 44 736 mieszkańców. Września usytuowana jest 50 km od Poznania i Konina oraz 25 km od Gniezna. Przez teren gminy Września przebiega autostrada A2 łącząca Warszawę i Berlin, a także dwie drogi o charakterze krajowym – droga nr 15 i 92. Lokalizację gminy Września na tle mapy podziału administracyjnego pokazano na rysunku 1.1.



Rysunek 1.1.  
Lokalizacja gminy Września na tle mapy podziału administracyjnego



### 1.2.

#### FIZJOGRAFIA

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kon-dracki, 2000) opisywany obszar jest położony w pod-prowincji Pojezierza Południowobałtyckiego, w zasięgu makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego, w mezoregionie Równina Wrzesińska. Równina Wrze-sińska rozpościera się na południe i zachód od zasięgu poznańskiej fazy zlodowacenia wisły od północy i wschodu graniczy z Pojezierzem Gnieźnieńskim, od południa z Kotliną Śremską i Doliną Konińską, nato-miast od zachodu z Poznańskim Przełomem Warty. W budowie geologicznej obszaru można wyróżnić utwory neogeńskie i czwartorzędowe. Na utwory neogeńskie składają się utwory pliocenu (ił poznański pstry, piaski, żwiry) oraz utwory miocenu (piaski, iły, miki oraz węgiel brunatny). Czwartorzęd pokrywa osady neogeńskie utworami o miąższości 60–120 m.

### 1.3.

#### WARUNKI ŚRODOWISKOWE I HYDROGEOTERMALNE

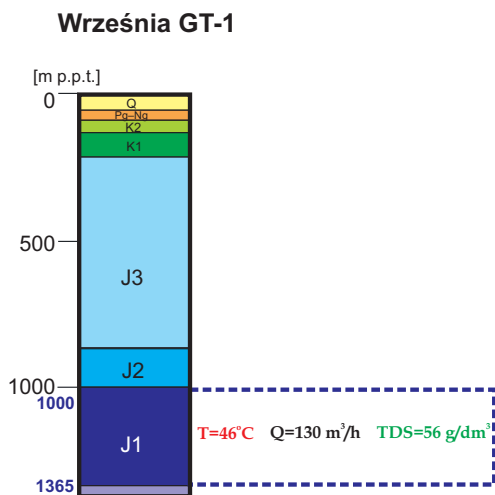
W gminie Września dni pogodne występują średnio 50 razy w roku. Średnia temperatura z wielolecia wy-nosi 8,3°C. Opisywany teren charakteryzuje się niskimi opadami. Najmniejsze opady notuje się w okresie zimowym: styczeń–marzec, natomiast największe w okresie letnim: lipiec–sierpień. Średnia wieloletnia suma opadów wynosi ok. 550 mm.

Września jest położona na pograniczu dwóch regional-nych jednostek strukturalnych: synklinorium szczecińsko-mogileńsko-łódzkiego oraz monokliny przedsudec-kiej (Faleński, 2001). Rozdzielające obie jednostki w sensie geologicznym wyznaczają podkenozoiczne wy-chodnie kredy górnej. Najstarszymi utworami stwier-dzonymi na omawianym obszarze są osady górnopale-ozoiczne reprezentowane przez: sole, anhydryty oraz iłowce permu. W mezozoiku sedymentacja trwała od triasu do kredy. Mezozoiczne piętro strukturalne cha-rakteryzuje się w większości spokojną budową. Silnie zaburzona tektonicznie jest strefa Radlin–Mirośław (Petecki, Józwiak, 1990).

Najbardziej perspektywicznym zbiornikiem geoter-malnym w rejonie Wrześni jest zbiornik dolnojurajski zalegający na głębokości 1 000–1 365 m p.p.t. (miąższość 365 m). Wody tego zbiornika będą charakteryzowały się temperaturą w złożu rzędu 46°C i mineralizacją na

Analizowany teren leży w obrębie Równiny Wrze-sińskiej, która jest zbudowana z glin zwałowych, lokalnie warstwowych piasków, czasem żwirów i gładów. W miarę zbliżania się do Pradoliny Warszawsko-Ber-lińskiej miąższość piasków wyraźnie maleje, na po-wierzchnię wychodzi glina zwałowa. Największy ob-szar zajmują gliny zwałowe wykształcone, jako gliny piaszczyste i piaski gliniaste. Stropowe ich partie do głębokości ok. 1 m, są silnie zwietrzałe, odwapnione oraz spiaszczone głównie w skutek działania czynn-ików mechanicznych. Lokalnie zaobserwować można wyniesienia zbudowane z utworów piaszczysto-żwi-rowych zaliczanych do moren czołowych, bądź do kemów. Wymienione wyniesienia budują głównie warstwowane piaski i żwiry przykryte piaskami bez-strukturalnymi. Ponadto wydzielono również osady dolinnych obniżień, które stanowią głównie torfy, na-muły i mułki.

poziomie 56 g/dm<sup>3</sup>. Przewiduje się wydajność otworów udostępniających wody zbiornika dolnojurajskiego na poziomie 130 m<sup>3</sup>/h. Przewidywany profil stratygraficz-ny rejonu Wrześni przedstawiono na rysunku 1.2.



Rysunek 1.2. Przewidywany profil stratygraficzny rejonu Wrześni

## 2 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA RYNKU CIEPŁOWNICZEGO

W gminie występuje sieć ciepłownicza. Dostarcza ona 258 630 508 kWh energii cieplnej rocznie. Dystrybutorem ciepła sieciowego na terenie Wrześni jest Veolia Energia Poznań SA Zakład Września. Charakterystyka sieci ciepłowniczej na terenie gminy Września:

ciepłownia C-22 ul. Sikorskiego 25. Moc zainstalowana: 39,508 MW, 3 kotły WR-10-011, rodzaj paliwa: miał węglowy. Długość sieci cieplnej: 15 853 m, średnice od 20 do 350 mm;

- kotłownia ul. Fromborska 17. Moc zainstalowana: 1,44 MW, 2 kotły Paromat Simplex firmy Viessmann o mocy grzewczej 720 kW, rodzaj paliwa: gaz GZ50. Długość sieci: 477 m, średnice od 50 do 125 mm;

- kotłownia ul. Rynek 4. Moc zainstalowana: 99,5 kW. Kocioł: BUDERUS LOBOMAT + GB 162-80/100, rodzaj paliwa: gaz GZ50;

- kotłownia ul. Wrocławska 32. Moc zainstalowana: 200 kW. Kocioł Żywiec KDOECONOMIC 200, rodzaj paliwa: ekogroszek;

- kotłownia ul. Przemysłowa 9. Moc zainstalowana: 50 kW. Kocioł Dziubarczyk KWM-SR 50 kW, rodzaj paliwa: ekogroszek;

- kotłownia ul. Daszyńskiego 4. Moc zainstalowana: 70 kW. Kocioł Żywiec KDO-ECONOMIC 75, rodzaj paliwa: ekogroszek (Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Miasta i Gminy Września).

SYSTEM CIEPŁOWNICZY MIASTA	scentralizowany	95,5%			
	zdecentralizowany	4,5%			
STOSOWANE PALIWO	miał węglowy	95,5%			
	gaz typu E (GZ50)	3,7%			
	ekogroszek	0,8%			
STRUKTURA ZUŻYCIA CIEPŁA SIECIOWEGO WG ENERGII POBIERANEJ PRZEZ ODBIORCĘ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przemysł – 1%</li> <li>• gospodarstwa domowe – 71%</li> <li>• użyteczność publiczna – 10%</li> <li>• handel/usługi – 3%</li> <li>• pozostali – 15%</li> </ul>				
	<b>razem w skali roku</b>	<b>36,49 MW</b>	<b>159,44 TJ/rok</b>		
	<b>Uwagi:</b> dane zestawione na podstawie informacji udostępnionych przez Veolia Energia Poznań S.A. oraz PGN				

Tabela 2.1.  
Szacunkowe zapotrzebowanie miasta Września na moc grzewczą

NAZWA ŹRÓDŁA CIEPŁA	1 CIEPŁOWNIA (C-18)	5 KOTŁOWNI LOKALNYCH				
		1	2	3	4	5
Właściciel	Veolia Energia Poznań SA					
Moc cieplna źródła [MW]	39,51	1,44	0,0995	0,200	0,050	0,070
Roczna produkcja ciepła	159 438,83 [TJ/rok]	b.d.*	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Stosowane paliwo	miał węglowy	gaz ziemny typu E		ekogroszek		
Parametry sieci ciepłowniczej (temp. zasilania/powrotu)	100/65°C zimą 65/50°C latem	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Dostawy ciepła	c.o. / c.w.u.*	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Sieci ciepłownicze	24 063,88 m (własne)	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
<b>Uwagi:</b> Dane zestawione na podstawie informacji udostępnionych przez Veolia Energia Poznań S.A. oraz PGN						

\*b.d. – brak danych, c.o. – centralne ogrzewanie, c.w.u. – ciepła woda użytkowa

Tabela 2.2.  
Charakterystyka wytwórców ciepła we Wrześni

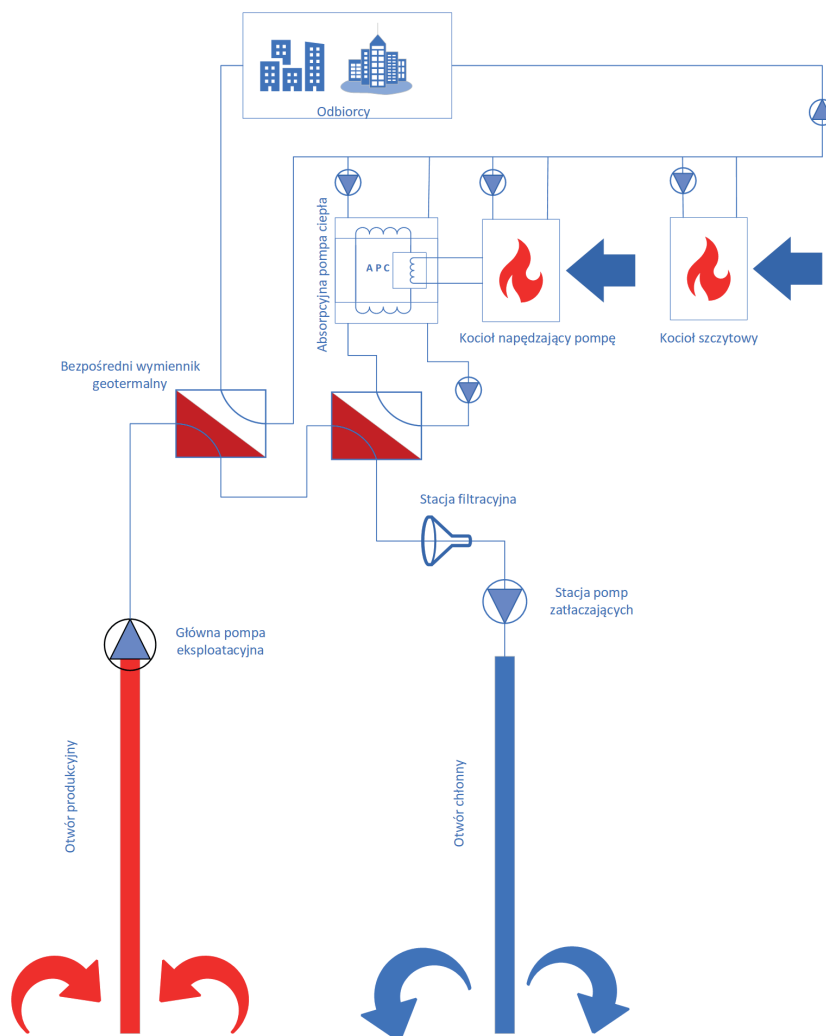
### 3

## KONCEPCJA BUDOWY CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ

Ciepłownia geotermalna bazuje na dostępnych, prognozowanych warunkach złożowych (tab. 3.1) oraz dostępnym rynku zbytu na ciepło. W rozdziale przedstawiono analizowane charakterystyki odbiorcy energii oraz sposoby pokrycia zapotrzebowania dostępnymi źródłami energii. Koncepcja budowy ciepłowni geotermalnej wykorzystuje ogólny schemat techno-

logiczny instalacji źródła energii przedstawiony na rysunku 3.1.

Schemat pracy źródła energii jest następujący: woda termalna jest wydobywana na powierzchnię otworem produkcyjnym, o głębokości stosownej do głębokości zalegania horyzontu wodonośnego. Wypływając ze strefy filtra otworu produkcyjnego, woda termalna traci część



Rysunek 3.1.

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



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. Fakt ten jest brany pod uwagę w obliczeniach.

Następnie 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). Podgrzewa tam wodę powrotną instalacji ciepłowniczej do możliwie wysokiej temperatury. Ten stopień odzysku energii z 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 przesyle). Granicę temperatury, do której zakłada się ochładzanie wody termalnej w pompach ciepła, stanowi temperatura 20°C.

Moc źródła dolnego możliwa do pozyskania limituje zatem moc pomp ciepła. Jeżeli w źródle energii nadal istnieje deficyt mocy (temperatura wody obiegu ciepłowniczego nadal nie osiągnęła temperatury wymaganej), to niezbędną część mocy dostarczają kotły wspomaganie szczytowego – zasilane sieciowym gazem ziemnym. W ocenie konsumpcji nośników energii brana jest pod uwagę energia elektryczna, wykorzystywana do napędu pomp eksploatacyjnych i zatłaczających. Ilość zużywanej energii elektrycznej uzależniona jest od parametrów złożowych i strumienia eksploatowanej wody termalnej. W bilansie emisji globalnej brana jest również pod uwagę emisja związana ze zużywaną energią elektryczną.

### 3.1

#### GŁÓWNE PARAMETRY TECHNICZNE PROJEKTU

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 związana jest kaskadowym wykorzystaniem energii. Kaskada składa się z połączonych dwóch grup odbiorców, tzw. odbiorcy komunalnego i odbiorcy wykorzystującego zasoby geotermalne w obiekcie o charakterze balneorekreacyjnym. Przewidywane parametry ujęcia wód termalnych zestawiono w tabeli 3.1.

PARAMETR	WARTOŚĆ
Udostępniony poziom wodonośny	jura dolna
Liczba otworów	2
Głębokość otworu (dipola) ( $\pm 10\%$ )	1 365 m
Głębokość zalegania stropu poziomu wodonośnego	1 000 m p.p.t.
Mineralizacja ogólna wody termalnej	56 g/dm <sup>3</sup>
Temperatura wody w złożu / na wyphywie	46/45°C
Potencjalna wydajność eksploatacyjna ujęcia	130 m <sup>3</sup> /h

Tabela 3.1.  
Ważniejsze parametry eksploatacyjne źródła termalnego we Wrześni



### 3.2.

#### BILANS ENERGETYCZNY ANALIZOWANEGO ODBIORCY ENERGII

W poniższych rozdziałach przedstawiono charakterystykę wykorzystania energii geotermalnej w celu zaspokojenia potrzeb analizowanych grup odbiorców we Wrześni.

##### 3.2.1.

#### ODBIORCA KOMUNALNY – SIĘĆ CIEPŁOWNICZA

Odbiorca komunalny wykorzystuje energię geotermalną w celu zaspokojenia potrzeb związanych z centralnym ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Zapotrzebowanie na całkowitą moc grzewczą określono przy wykorzystaniu dostępnych danych na temat systemu. Szacuje się je na ok. 41 MW, biorąc pod uwagę sumaryczną moc w kotłowniach zlokalizowanych na analizowanym obszarze. Ilość energii z systemu ciepłowniczego dostarczana do mieszkańców wyniosła w 2018 roku 159,438 TJ. Zapotrzebowanie na energię dla całej gminy szacowane jest na ponad 931 TJ/rok. Prawdopodobnie ujmuje ono moc znacznie przekraczającą cele komunalne. Świadczy o tym między innymi średnioroczny współczynnik wykorzystania mocy zainstalowanej, który dla podanych danych wynosi ok. 7,5%, przy wartościach, które można uznać za realne w zakresie 18–35% (w przypadku obiektów komunalnych o charakterze mieszkalnym).

Zbiorną charakterystykę odbiorców energii włączonych do sieci przedstawiono na rysunkach 3.2 i 3.3. Krzywe z rysunku 3.2 przedstawiają chwilowe, uporządkowane malejąco zapotrzebowanie na moc grzewczą związaną z centralnym ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej. Ważniejsze parametry eksploatacyjne systemu przedstawiono w tabeli 3.2. Z zestawionych w tabeli danych i ich porównania do aktualnego zapotrzebowania na energię (tab. 2.1) wynika, że zbyt wytworzonej energii nie powinien być problematyczny. Bieżące potrzeby ciepłe przekraczają możliwości instalacji geotermalnej. Na rysunku 3.2 przedstawiono uporządkowany malejąco wykres zapotrzebowania na moc grzewczą odbiorcy komunalnego, natomiast rysunku 3.3 – wykres uporządkowany malejąco sterowania mocą dostarczoną.

Wykorzystując model matematyczny źródła energii oraz charakterystykę odbiorcy, a także uwzględniając straty na przesyłanie energii, określono harmonogram pracy geotermalnego źródła energii, który przedstawiono na krzywych uporządkowanych malejąco (rys. 3.4).

Na podstawie wykresu można stwierdzić, że źródło energii wykorzystuje energię geotermalną przy pomocy pomp ciepła w dość wyrównany sposób. Pompy ciepła są bazowym źródłem energii w sezonie grzewczym. Przez ok. 3,5 miesiąca w sezonie grzewczym

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	kocioł gazowy
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	22,4 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	0 MW
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	9,3 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	13,1 MW
Roczna produkcja ciepła:	200,9 TJ (100%)
– geotermalnego	73,0 TJ (36%)
– z kotłów szczytowych i kotłów napędzających pompy ciepła	127,9 TJ (64%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,272
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E – GZ 50)	4 013,2 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 440 MWh
Dostawy ciepła	184,3 TJ c.o./ c.w.u.(w sezonie letnim 100% c.g.*)

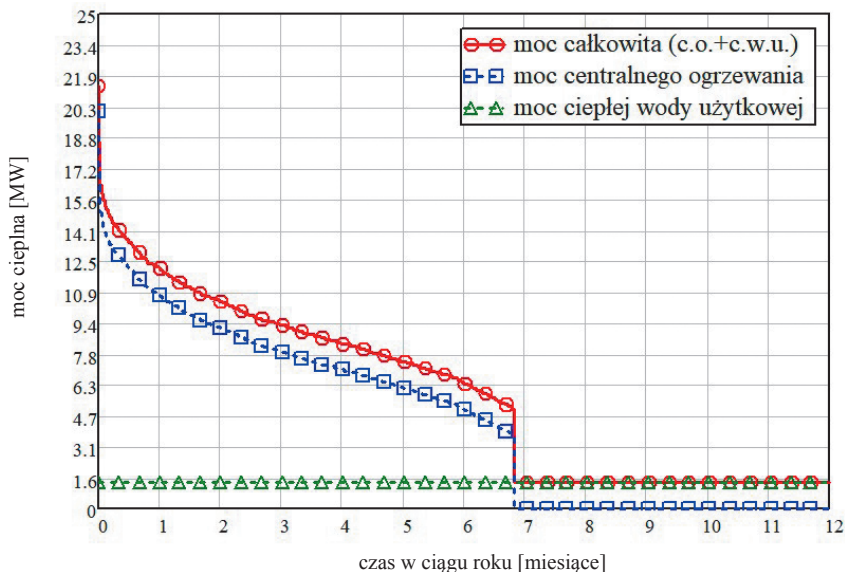
\*c.g. – ciepło geotermalne

Tabela 3.2.

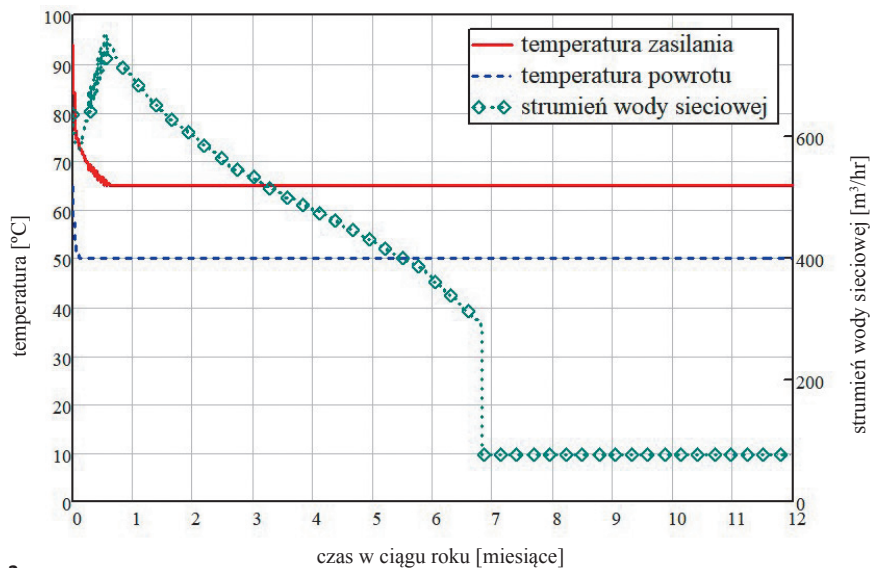
Bilans energetyczny geotermalnego systemu ciepłowniczego we Wrześni

wspomagają kotły zasilania szczytowego. Poza sezonem grzewczym pompy ciepła stanowią jedyne źródło energii dla odbiorcy komunalnego. Niestety

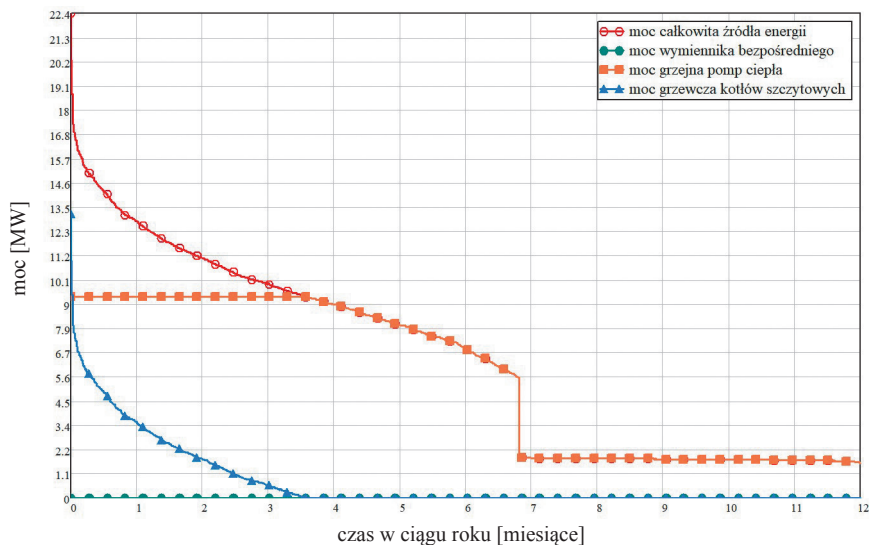
w przypadku odbiorcy komunalnego bezpośrednie wykorzystanie energii geotermalnej (wymyennik bezpośredni) nie jest możliwe.



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



Rysunek 3.3.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy komunalnego we Wrześni



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 we Wrześni

### 3.2.2.

#### OBIEKTY REKREACYJNE – BASENY GEOTERMALNE

Podstawowe dane dotyczące wykorzystania energii geotermalnej w celu zaspokojenia potrzeb cieplnych obiektu rekreacyjnego zestawiono w tabeli 3.3.

Na rysunku 3.5 przedstawiono chwilowe, uporządkowane malejąco zapotrzebowanie na moc grzewczą kompleksu rekreacyjnego, natomiast na rysunku 3.6 uporządkowany malejąco wykres sterowania mocą dostarczoną 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 cieplnych obiektu źródłem energii wykorzystującym geotermię. Z harmonogramu pracy źródła wynika, że zapotrzebowanie na energię pokrywane jest przede wszystkim przez bezpośredni wymiennik geotermalny, niedobory mocy lub temperatury uzupełniają pompy ciepła, które pracują ze znaczną mocą przez ok. 5 miesięcy/rok. W pozostałym czasie uzupełniają niedobory temperatury zasilania instalacji odbiorcy.

Dostępne zasoby pozwalają zaspokoić potrzeby obiektu przy wykorzystaniu wymiennika bezpośredniego i pomp ciepła.

### 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 systemu kaskadowego przedstawia tabela 3.4.

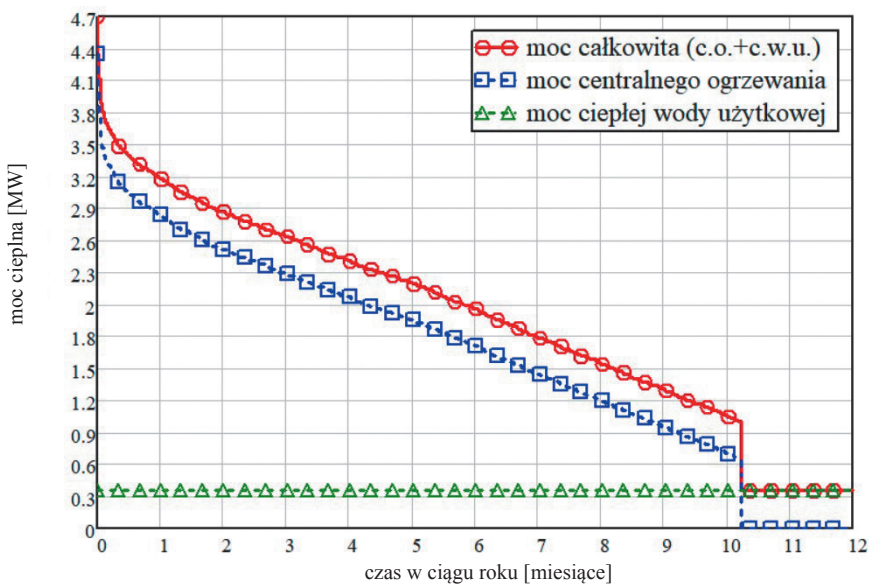
Na rysunku 3.8 przedstawiono uporządkowaną malejąco krzywą zapotrzebowania na moc odbiorcy kaskadowego, jest ona sumą krzywych opisujących zapotrzebowanie na moc odbiorcy komunalnego i rekreacyjnego, a rysunek 3.9 przedstawia krzywą uporządkowaną malejąco sterowania mocą dostarczoną.

Analiza ilości energii oddanej przez poszczególne źródła możliwa jest na podstawie wykresu (rys. 3.10), który przedstawia sposób pokrycia zapotrzebowania na moc odbiorcy. Wymiennik bezpośredni nie jest wykorzystywany w ogóle. Moc kotłów wspomaganego wykorzystywana jest do wyrównania przez większą część sezonu grzewczego (ok. 5,5 miesiąca). Wiodącym źródłem energii zarówno w sezonie grzewczym, jak i poza nim są pompy ciepła.

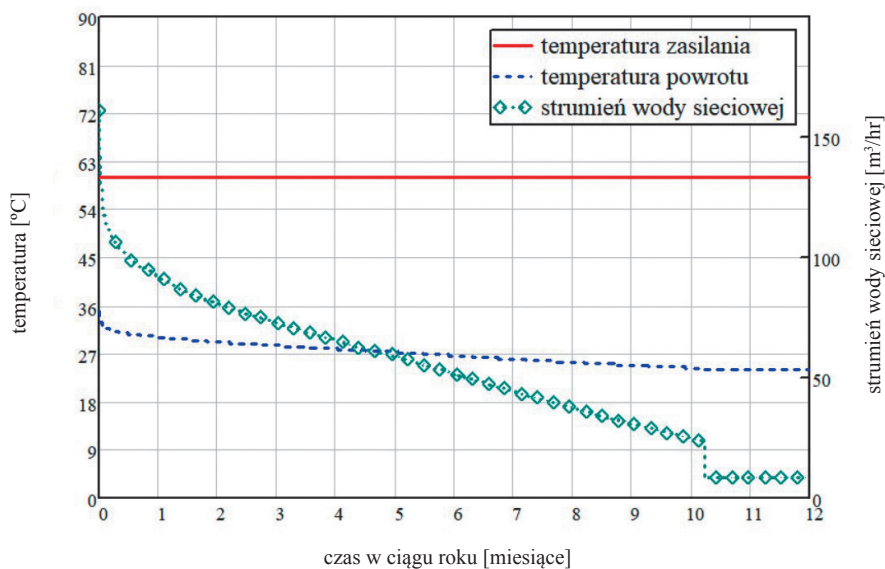
Na rysunku 3.10 przedstawiono uporządkowaną malejąco krzywą pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, przy wykorzystaniu analizowanych źródeł kaskadowego wykorzystania energii we Wrześni.

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	brak
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	5,9 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	2,1 MW
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	3,7 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	n/d
Roczna produkcja ciepła: – geotermalnego – z kotłów szczytowych i kotłów napędzających pompy ciepła	61,5 TJ (100%) 51,8 TJ (84%) 9,7 TJ (16%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,412
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E – GZ 50)	305,0 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 440 MWh
Dostawy ciepła	60,9 TJ c.o./ c.w.u.(w sezonie letnim 100% c.g.)

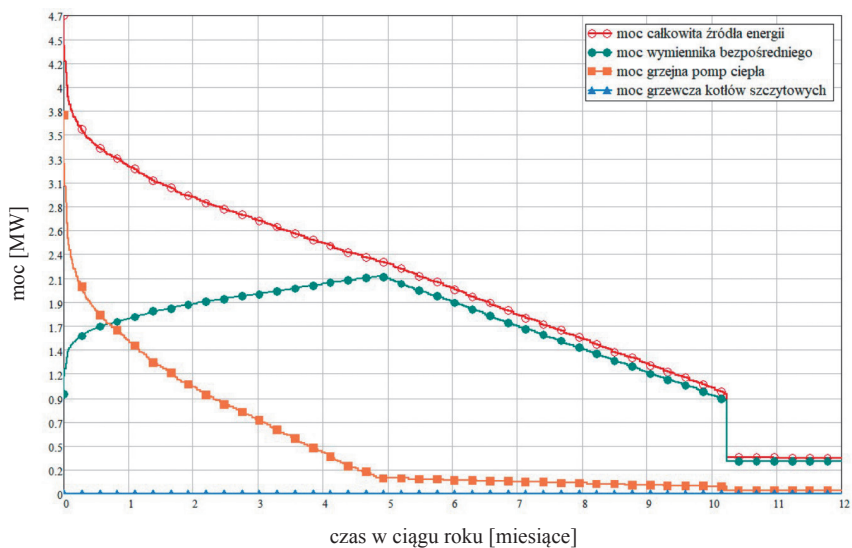
Tabela 3.3.  
Bilans energetyczny systemu geotermalnego (rekreacja) we Wrześni



Rysunek 3.5.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej dla obiektów typu baseny rekreacyjne we Wrześni



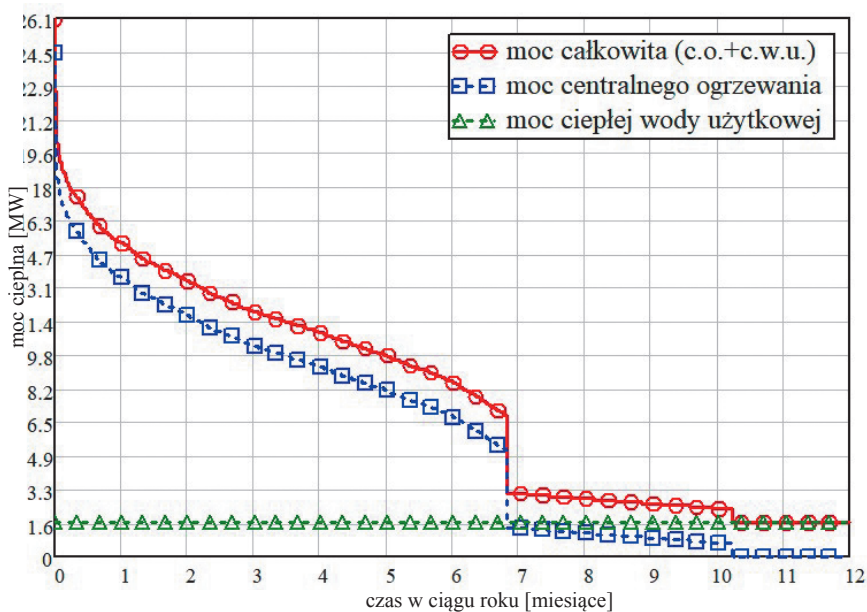
Rysunek 3.6.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną dla obiektów typu baseny rekreacyjne we Wrześni



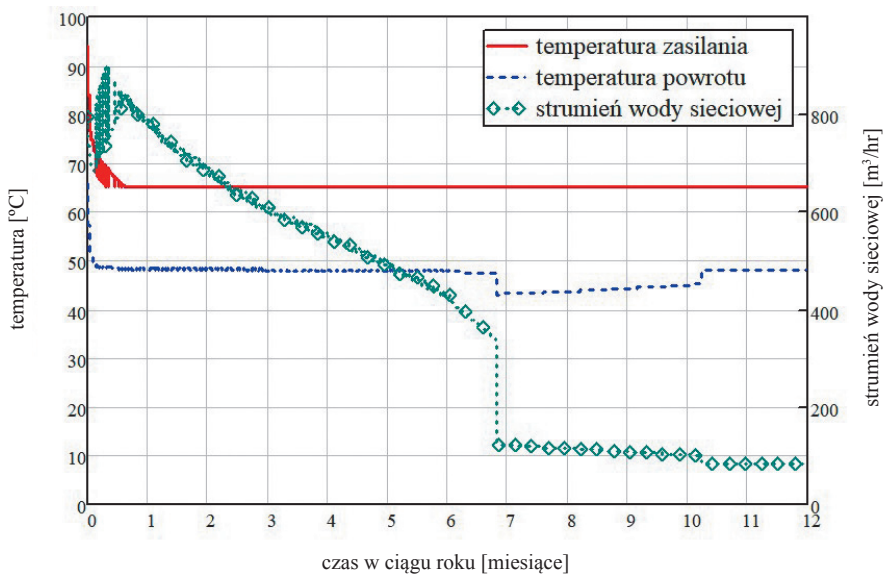
Rysunek 3.7.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, przy wykorzystaniu analizowanych źródeł dla obiektów typu baseny rekreacyjne we Wrześni

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ
Szczytowe źródło ciepła	kocioł gazowy
Nominalna moc ciepłowni geotermalnej	27,1 MW
Nominalna moc wymiennika geotermalnego	n/d
Nominalna moc grzewcza pomp ciepła	9,3 MW
Nominalna moc kotła szczytowego	17,8 MW
Roczna produkcja ciepła: – geotermalnego – z kotłów szczytowych i kotłów napędzających pompy ciepła	261,3 TJ (100%) 83,3 TJ (32%) 178,0 TJ (68%)
Roczny współczynnik obciążenia wymiennika	0,297
Roczne zużycie paliwa kopalnego (gazu ziemnego typu E – GZ 50)	5 587,0 tys. m <sup>3</sup>
Roczne zużycie energii elektrycznej	1 440 MWh
Dostawy ciepła	245,2 TJ c.o./ c.w.u.(w sezonie letnim 100% c.g.)

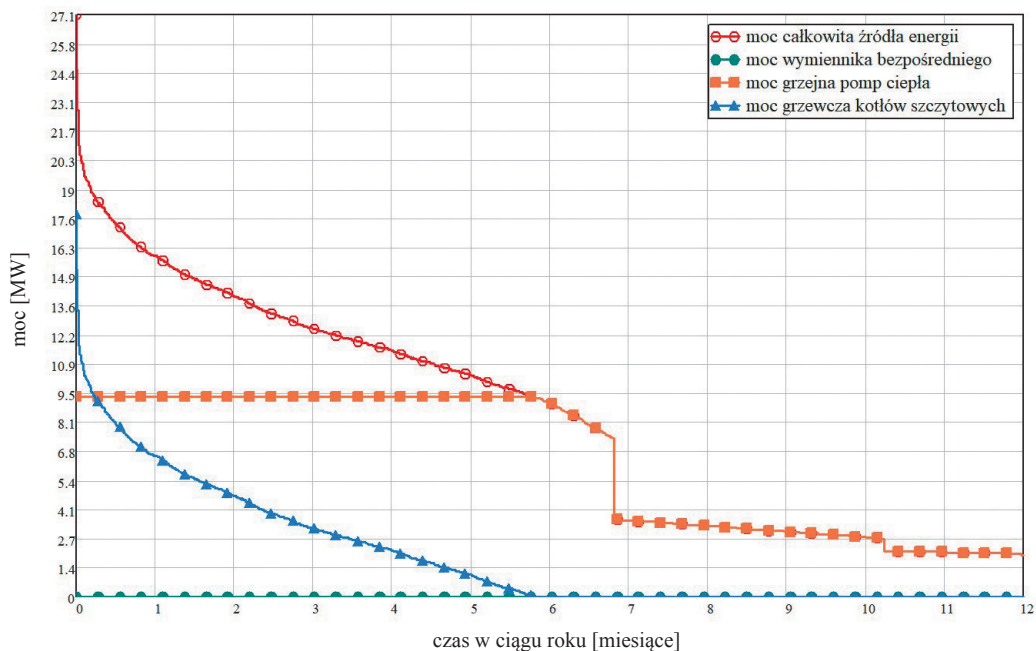
Tabela 3.4.  
Bilans energetyczny systemu geotermalnego w kaskadzie dla Wrześni



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



Rysunek 3.9.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) sterowania mocą dostarczoną do odbiorcy typu kaskadowego we Wrześni



Rysunek 3.10.  
Krzywa (uporządkowana malejąco) zapotrzebowania na moc grzewczą związaną z ogrzewaniem i przygotowaniem ciepłej wody użytkowej w kaskadowym wykorzystaniu energii we Wrześni



## 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 cieplną

w cenie równej 53,45 zł (wg 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-tego roku funkcjonowania instalacji został podany jako końcowa wartość NPV inwestycji i użyty do dalszych obliczeń. Na wartość współczynnika NPV w długim okresie miała zarówno różnica w cenie jednostki energii uzyskanej w ciepłowni geotermalnej a przyjętą referencyjną ceną energii z ciepłowni węglowej, jak i wielkość odbiorcy i jego parametry odbioru ciepła.

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*) – $p$	97
Ryzyko projektu (do obliczeń stopy dyskontowej) $r_{proj} = 100\% - p$	3
Realna stopa dyskontowa (oszacowana przy wykorzystaniu równania Fishera)	7,55

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

**Tabela 4.1.**  
Założenia do wstępnej oceny finansowej dla Wrześni

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.

W przypadku, gdy NPV przybiera wartości większe od zera, inwestycja powinna przynieść zwrot poniesionych nakładów oraz zysk równy obliczonemu NPV. Dodatnia wartość wskaźnika NPV oznacza, że nastąpił zwrot z inwestycji i zarobek w warunkach w pełni komercyjnych. Ujemna wartość wskaźnika NPV nie przesądza o nieopłacalności inwestycji, jeśli wewnętrzna stopa zwrotu IRR jest większa od 0. W takiej sytuacji inwestycja nie jest w pełni atrakcyjna ekonomicznie, jednak stabilna finansowo, a podmioty zainteresowane nieco niższą stopą zwrotu, efektami pozafinansowymi lub prowadzone *not-for-profit* mogą postrzegać ciepłownię geotermalną jako atrakcyjną inwestycję.

#### 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 31 763 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną we Wrześni, uwzględniającą wyłącznie odbiorcę komunalnego, przedstawiono w tabeli 4.2.

#### 4.2.2.

### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej oszacowano na 10 706 tys. zł/rok. Zestawienie przewidywanych kosztów operacyjnych instalacji we Wrześni, 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

### NAKŁADY INWESTYCYJNE

Prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła energii cieplnej wynoszą 11 736 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną we Wrześni, uwzględniającą wykorzystanie do celów rekreacyjnych przedstawiono w tabeli 4.5.

#### 4.3.2

### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej to 2 111 tys. zł/rok. Zestawienie przewidywanych kosztów operacyjnych instalacji we Wrześni, uwzględniającej wykorzystanie wód do celów rekreacyjnych, przedstawiono w tabeli 4.6.

#### 4.3.3.

### OCENA FINANSOWA

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

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ]
Otwór produkcyjny	0 (dotacja)
Otwór chłonnny	3 532
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	192
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	13 972
Kotły szczytowe na gaz ziemny	7 878
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	600
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	4 889
<b>Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła</b>	<b>31 763</b>

**Tabela 4.2.**  
Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację we Wrześni – odbiorca komunalny

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	10 706
– Koszty stałe, w tym:	2 751
– amortyzacja środków trwałych	2 152
– koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	599
– Koszty zmienne (w tym głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	7 955

**Tabela 4.3.**  
Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji we Wrześni – odbiorca komunalny

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	53 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	-4 695 617,05 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	-
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	-4 660 708,53 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	> 25 lat

**Tabela 4.4.**  
Wskaźniki finansowej efektywności geotermalnego systemu ciepłowniczego we Wrześni – odbiorca komunalny

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ]
Otwór produkcyjny	3 532
Otwór chłonny	0 (dotacja)
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	184
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	5 601
Kotły szczytowe na gaz ziemny	0
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	126
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	1 593
<b>Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła</b>	<b>11 736</b>

**Tabela 4.5.**  
Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację we Wrześni – baseny geotermalne

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	2 111
– Koszty stałe, w tym:	907
– amortyzacja środków trwałych	719
– koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	188
– Koszty zmienne (w tym głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	1 204

**Tabela 4.6.**  
Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji we Wrześni – baseny geotermalne

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	34 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	6 647 145,08 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	19,30%
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	6 341 770,73 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	8 lat

**Tabela 4.7.**  
Wskaźniki finansowej efektywności geotermalnego systemu ciepłowniczego we Wrześni – baseny geotermalne

#### 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 ciepłej to 35 277 tys. zł. Zestawienie prognozowanych nakładów inwestycyjnych na instalację geotermalną we Wrześni, uwzględniającą wykorzystanie wód termalnych w systemie kaskadowym, przedstawiono w tabeli 4.8.

4.4.2.

#### KOSZTY OPERACYJNE

Koszty całkowite eksploatacji rocznej to 13 893 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]
Otwór produkcyjny	3 532
Otwór chłonny	0 (dotacja)
Wymiennik bezpośredni oraz wymiennik źródła dolnego pomp ciepła	192
Pompy ciepła (wraz z kołami napędowymi)	13 972
Kotły szczytowe na gaz ziemny	10 691
Rurociągi połączeniowe i magistrale przesyłowe	700
Budynki	724
Koszt montażu, rezerwa na wydatki niespodziewane	5 466
<b>Sumaryczne prognozowane nakłady inwestycyjne na wytworzenie źródła</b>	<b>35 277</b>

Tabela 4.8.

Zestawienie nakładów inwestycyjnych na instalację we Wrześni – system kaskadowy

POZYCJA BILANSU	WARTOŚĆ [TYS. ZŁ/ROK]
Koszty całkowite eksploatacji rocznej	13 893
– Koszty stałe, w tym:	3 073
– amortyzacja środków trwałych	2 402
– koszty remontów, konserwacji i napraw bieżących	671
– Koszty zmienne (głównie koszty zakupu konwencjonalnych nośników energii)	10 820

Tabela 4.9.

Zestawienie kosztów operacyjnych instalacji we Wrześni – system kaskadowy

KRYTERIUM	WARTOŚĆ
<b>SPOSÓB FINANSOWANIA INWESTYCJI</b>	<b>1. OTWÓR DOTOWANY</b>
Cena wytworzenia ciepła	53 zł/GJ
Wartość zaktualizowana netto (NPV)	–2 459 808,66 zł
Wewnętrzna stopa zwrotu (IRR)	–
Oczekiwany efekt finansowy (EMV)	–2 491 974,40 zł
Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych	>25 lat

Tabela 4.10.

Wskaźniki finansowej efektywności termalnego systemu ciepłowniczego we Wrześni – system kaskadowy

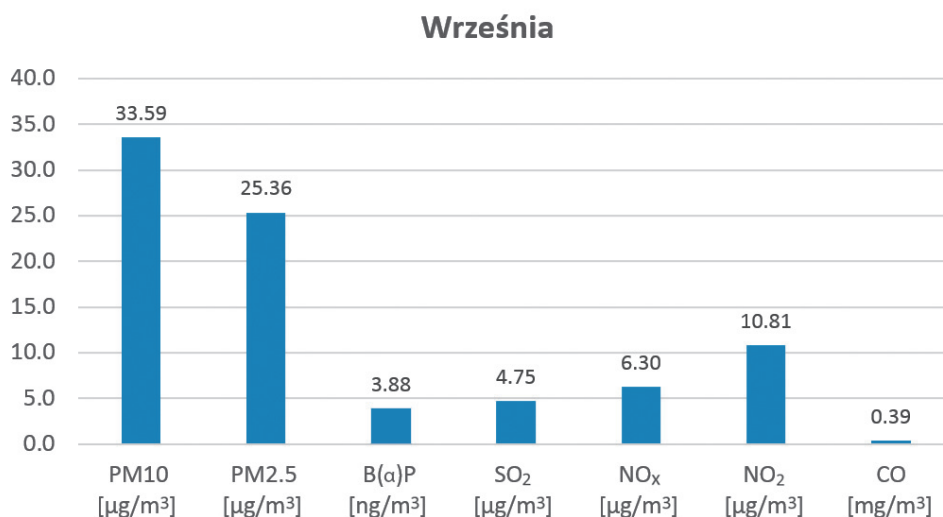
## 5 STAN ŚRODOWISKA

Jako źródła powierzchniowej emisji zanieczyszczeń wskazane w *Planie Gospodarki Niskoemisyjnej...* (2015) (PGN) wymieniono kotłownie indywidualne. W PGN wskazano środki zaradcze, są to: zmiana paliwa, wymiana kotła, ograniczenie zapotrzebowania na ciepło (termomodernizacja), wykorzystanie OZE. W PGN wskazano również źródła liniowej emisji zanieczyszczeń, których ograniczenie można uzyskać poprzez: wymianę środków transportu miejskiego, wytyczanie nowych tras rowerowych oraz promocję korzystania z rowerów przez mieszkańców. Źródła punktowej emisji zanieczyszczeń nie są wskazane w PGN. Nie dokonano klasyfikacji stanu jakości powietrza ze względu na poszczególne substancje zanieczyszczające. Całkowita emisja dwutlenku węgla

w gminie Września w 2014 roku była nieznana. Podział na sektory jest następujący:

- sektor komunalny – nieznany;
- transport kołowy – pojazdy gminne – nieznany;
- transport kołowy na terenie gminy – ogółem – 215 994,63 Mg;
- gospodarka odpadami – nieznany;
- gospodarka wodna – nieznany;
- gospodarka ściekami – 218 809,64 Mg;
- konsumpcja energii elektrycznej – nieznany Mg;
- oświetlenie ulic – 392,34 Mg.

Zestawienie danych pomiarowych zanieczyszczeń powietrza dla Wrześni w 2018 roku przedstawiono na wykresie (rys. 5.1).



**Rysunek 5.1.**  
Zestawienie wyników analizy danych pomiarowych zanieczyszczenia powietrza w gminie Września 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 ziemnym;
  - 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 miksów 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 jest związane 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 konwencjonalnych źródeł ciepła, jednak różnice są marginalne).

W ujęciu lokalnym (w lokalizacji funkcjonującej instalacji geotermalnej) emisja jest bardzo silnie redukowana. 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 związana jest 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 jest 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) została przedstawiona w tabeli 3.2.

Efekt ekologiczny wynikający z wykorzystania energii geotermalnej w wytypowanych lokalizacjach został obliczony na podstawie oszacowanej ilości energii jaką instalacja geotermalna dostarczy do odbiorców (tab. 3.2). Posłużyła ona jako punkt wyjścia do obliczenia ilości paliwa konwencjonalnego,

które musiałyby 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:

$$E = B \cdot W$$

gdzie: [wzór 6.2]

$E$  – 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

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>	151 256	82,2	10 667
NO <sub>x</sub>	20 798	8 928	12 549,9
CO	425 408	1 762	3 577
CO <sub>2</sub>	17 489 000	11 748 000	16 942 000
Pył zawieszony	94 535	2,94	2 133,5
Benzo(α)piren	132,3	0	1,63

Tabela 6.1.

Emisja zanieczyszczeń we Wrześni 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

lokalną (tak rozumiana tab. 6.1 i tab. 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. Emisja w elektrowniach to tzw. wysoka emisja, w której spaliny są oczyszczane w instalacjach przemysłowych i odprowadzane w sposób umożliwiający szybkie rozcieńczenie zanieczyszczeń i w niewielkim stopniu przyczynia 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 mierze jest produkowany w elektrowniach opalanych węglem kamiennym i brunatnym. Tak więc zużywanie energii elektrycznej obciąża środowisko pewną ilością zanieczyszczeń. Ilości te są podawane 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 tlenku siarki i azotu mogą wystąpić zwiększenia emisji tych zanieczyszczeń do atmosfery. Wynika to z faktu, że 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.

ZANIECZYSZCZENIE	LOKALNA EMISJA ZANIECZYSZCZENIA PO URUCHOMIENIU CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ						
	Emisja E <sub>2</sub> lokalnie	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 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>	56,18	151 200	>99,9	26,0	31,6	10 611	99,5
NO <sub>x</sub>	7 023	13 774	66,2	1 905	21,3	5 527	44,0
CO	963,2	424 444	99,8	799	45,3	2 613	73,0
CO <sub>2</sub>	8 026 000	9 463 000	54,1	3 721 000	31,7	8 916 000	52,6
Pył całkowity (TSP)	2,007	94 533	>99,9	0,93	31,8	2 131	>99,9
Benzo(α)piren	n/d	132,3	>99,9	n/d	n/d	1,63	>99,9

**Tabela 6.2.** Szacowana wielkość emisji lokalnej związanej z funkcjonowaniem ciepłowni termalnej (E<sub>2</sub>) we Wrześni i uzyskane po jej uruchomieniu ograniczenie emisji lokalnej – wariant komunalny. Redukcja emisji została obliczona wg wzoru:  $100\% \cdot (E_1 - E_2)/E_1$

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	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 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>	1 106	150 151	99,3	-1 023,9	-1 245,2	9 562	89,6
NO <sub>x</sub>	8 090	12 707	61,1	838	9,4	4 460	35,5
CO	1 345	424 063	99,7	418	23,7	2 232	62,4
CO <sub>2</sub>	9 147 000	8 342 000	47,7	2 601 000	22,1	7 796 000	46,0
Pył całkowity (TSP)	65,4	94 470,1	99,9	-62,5	-2 125,9	2 068,1	96,9
Benzo(α)piren	n/d	132,3	100,0	n/d	n/d	1,63	100,0

Tabela 6.3.

Szacowana wielkość emisja globalnej (z uwzględnieniem energii elektrycznej) związana z funkcjonowaniem ciepłowni termalnej (E<sub>2</sub>) we Wrześni 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

Na powstawanie minerałów wtórnych w systemach geotermalnych zasadniczy wpływ 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. Minerale 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 we Wrześni zrealizowano na podstawie dostępnych danych hydrogeochemicznych stwierdzonych w otworze Września IG-1. Należy zaznaczyć, że zakres oznaczeń wykonanych w otworach referencyjnych, był znikomym, 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 56 g/dm<sup>3</sup>,
- odczyn wody lekko kwaśny (pH 6,5) – zgodnie z wynikami analiz pochodzących z otworów archiwalnych (Bank Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalini), w otworze Września IG-1,
- środowisko redukcyjne (Eh -120 mV) – przyjęto arbitralnie, na podstawie własnego doświadczenia, zgodnie z wynikami analiz pochodzących z otworów archiwalnych (Bank Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalini) – brak danych dotyczących Eh – podstawowego parametru wymaganego do modelowania geochemicznego;
- temperatura wody złożowej 46°C i głowicowej 45,5°C przy wydobywaniu na poziomie 130 m<sup>3</sup>/h.
- 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 i dalej, dla wody schłodzonej.**

Prognoza stanu równowagi termodynamicznej wody wykazała, że przy temperaturze 46°C, woda wykazuje stan przesylenia kalcytem, aragonitem i dolomitem oraz kwarcem, co jest tendencją sprzyjającą wytrącaniu osadów węglanowych i krzemionkowych z wody. Nie stwierdzono natomiast tendencji do wytrącania osadów siarczanowych. Zarówno anhydryt, jak i 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.

Na kolejnym etapie dokonano analizy stanu termodynamicznego wody w warunkach wydobywczych we Wrześni, przy eksploatacji z temperaturą 45,5°C. W warunkach rozpatrywanej temperatury, stwierdzono podobną tendencję jak w warunkach złożowych, z wyraźnym stanem przesylenia aragonitem, kalcytem i dolomitem oraz kwarcem, co może powodować wytrącanie minerałów 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). Przy takim schłodzeniu wody wzrasta tendencja do wytrącenia 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 schładzając wodę do 20–25°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 równowag termodynamicznych dla wody termalnej opracowano przyjmując dane pomierzone w otworze Września 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. 46°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 rozpuszczone przez wodę.

Wody zbiornika geotermalnego jury dolnej w rejonie Wrześni, to solanki o prognozowanej mineralizacji ok. 56 g/dm<sup>3</sup>. Spełniają one kryterium wykorzystania w balneoterapii, jednakże 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 Września 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 wpływa na obniżanie ich stężeń i utratę walorów leczniczych wody.

Z wód termalnych solankowych, możliwy jest odzysk soli jodowo-bromowych oraz soli wykorzystywanych w kosmetologii. Prognozowana mineralizacja wody termalnej we Wrześni, predestynuje je do pozyskiwa-

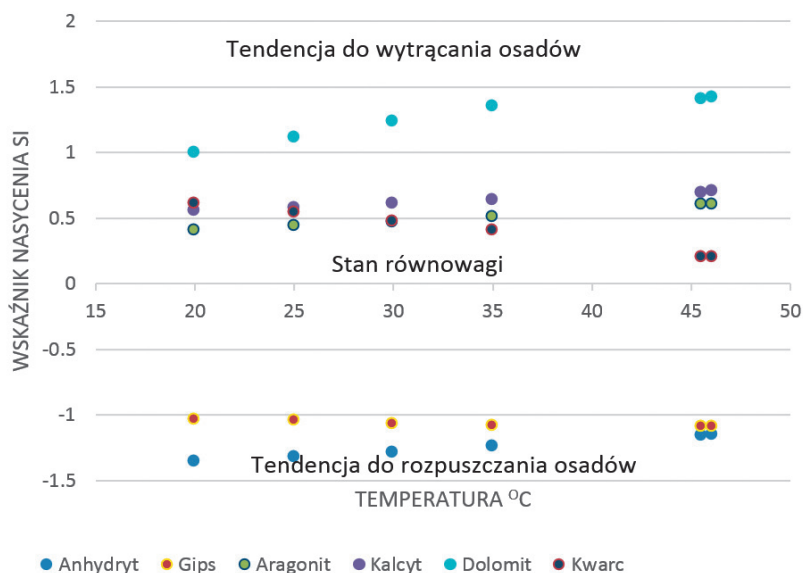
nia produktu stałego, soli kąpielowych i leczniczych. Zalecane jest w tym przypadku wykorzystanie procesów hybrydowych, opartych na technikach membranowych oraz metodach wyparnych (najczęściej odwrócona osmoza–metody wyparne lub nanofiltracja–odwrócona osmoza–metody wyparne). Będą również interesującym 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, zdecyduje bez wątpienia o konieczności zastosowania wstępnego uzdatniania wody lub zastosowania antyskalantów/inhibitorów, ograniczających wytrącanie osadów w instalacjach

ciepłowniczych, rurociągach i lub procesach zęzania.

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 krzemionkę, są szczególnie cenione w tym zakresie. Składniki te wpływają bowiem pozytywnie na kondycję skóry lub mają korzystny wpływ na układ oddechowy. Szczególnym przykładem potwierdzającym tę kwestię jest kąpielisko Blue Lagun na Islandii. Szerzej przykład ten opisano na I etapie opracowania.

Wody termalne we Wrześni mogą być również wykorzystywane w rekreacji, przy co najmniej 3–4-krotnym rozcieńczeniu, co wymagałoby zapewnienia stosownych zasobów wody słodkiej.



Rysunek 7.1.  
Prognoza stanu termodynamicznego wody termalnej we Wrześni

## 8 WNIOSKI

Wysoki udział odnawialnych źródeł energii w zaopatrzeniu odbiorcę w ciepło może być oczekiwany jedynie w przypadku odbiorcy, którym są aquaparki i/lub obiekty balneoterapeutyczne (tab. 8.1). Zmianę takiego stanu rzeczy może przynieść obniżenie oczekiwań odbiorcy komunalnego względem dostarczanej temperatury w sieci ciepłowniczej. Wykorzystanie paliw konwencjonalnych przekłada się bezpośrednio na cenę ciepła produkowanego przez ciepłownię geotermalną oraz wskaźniki emisyjności.

W przypadku Wrześni zaobserwować można wyraźną zależność pomiędzy ceną energii cieplnej a udziałem

ciepła z odnawialnego źródła ciepła w produkcji. Jest to związane ze zwiększonym zużyciem gazu ziemnego w przypadku zaopatrywania istniejącej sieci ciepłowniczej, co prowadzi do podwyższonych cen oraz wskaźników emisji jednostkowej.

Wody termalne we Wrześni 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	73,0	51,8	83,3
– z kotłów szczytowych i napędu pomp ciepła	127,9	9,72	178,0
Roczna produkcja energii [TJ] / moc maksymalna [MW]	200,9 / 22,4	61,5 / 5,9	261,3 / 27,1
Udział OZE w produkcji ciepła [%]	36,4	84,2	31,9
Nakłady inwestycyjne [tys. zł]	31 763	11 735	35 277
Cena wytworzenia energii [zł/GJ]	53	34	53
Wskaźniki emisji jednostkowej	(lokalnie/globalnie)	(lokalnie/globalnie)	(lokalnie/globalnie)
CO <sub>2</sub> [kg/GJ]	41,97/50,15	9,65/34,42	43,91/50,07
SO <sub>2</sub> [kg/GJ]	<0,01/0,05	<0,01/0,15	<0,01/0,04
NO <sub>x</sub> [kg/GJ]	0,03/0,04	0,01/0,05	0,03/0,04
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 we Wrześni, 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 bezzwrotnej 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 zatłaczających/produkcyjnych na obszarach, na których potencjał geotermalny został potwierdzony poprzez realizację odwiertów próbnych 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 wnioskowego dofinansowania projektu wynosi maksymalnie 50% kosztów kwalifikowalnych.

## **LITERATURA**

FALEŃSKI P., 2001. Objąsnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Września (510). Państw. Inst. Geol.-PIB, Warszawa.

KONDRACKI J., 2000. Geografia regionalna Polski. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa.

PETECKI Z., JÓŹWIAK W., 1990. Mapa geofizyczna elementów strukturalnych permo-mezozoiku z rejonu niecki szczecińsko-mogileńsko-łódzkiej i warszawskiej, ark. Gniezno. NAG PIG-PIB, Warszawa.

PLAN GOSPODARKI NISKOEMISYJNEJ dla Miasta i Gminy Września, 2015. Centrum Doradztwa Energetycznego Sp. z o.o.



