

*Zamawiający:*



**Gmina Dębno**  
ul. Piłsudskiego 5,  
74-400 Dębno

*Wykonawca:*

**Multiconsult**  
POLSKA

**Multiconsult Polska Sp. z o.o.**  
ul. Bonifraterska 17,  
00-203 Warszawa

|                           |                                                                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Nazwa opracowania:</i> | <b>PLAN WYKORZYSTANIA DOFINANSOWANEGO OTWORU<br/>BADAWCZEGO DĘBNO GT-1</b>                   |
| <i>Lokalizacja:</i>       | Województwo: zachodniopomorskie<br>Powiat: myśliborski<br>Gmina: Dębno<br>Miejscowość: Dębno |

| <i>Zespół autorski:</i> | <i>Imię i nazwisko:</i>  | <i>Nr uprawnień:</i> | <i>Podpis:</i> |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------|
| Opracował:              | dr inż. Bogdan Noga      | IV-0460              |                |
| Opracował:              | mgr Jarosław Wagner      | IV-0458              |                |
| Opracował:              | mgr Jakub Sokołowski     | IV-0430              |                |
| Opracował:              | mgr Krzysztof Waśkiewicz | IV-0470              |                |
| Opracował:              | mgr inż. Konrad Lukaj    |                      |                |

|                          |                     |                 |    |
|--------------------------|---------------------|-----------------|----|
| <i>Data opracowania:</i> | październik 2025 r. | <i>Rewizja:</i> | 02 |
|--------------------------|---------------------|-----------------|----|



## SPIS TREŚCI

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Informacje o wykonanym otworze.....</b>                                                 | <b>5</b>  |
| 1.1. Podstawowe dane.....                                                                     | 5         |
| 1.2. Dokumentacja geologiczna .....                                                           | 6         |
| 1.3. Dokumentacja górnicza .....                                                              | 6         |
| 1.4. Założenia projektowe.....                                                                | 7         |
| 1.5. Założenia projektowe – ujęcie poziomu wodonośnego jury dolnej.....                       | 7         |
| 1.6. Założenia projektowe – ujęcie poziomu wodonośnego triasu środkowego .....                | 7         |
| 1.7. Projektowana konstrukcja otworu.....                                                     | 8         |
| 1.8. Rzeczywista konstrukcja i zarurowanie otworu .....                                       | 9         |
| 1.9. Projektowany profil stratygraficzny otworu .....                                         | 10        |
| 1.10. Rzeczywisty profil stratygraficzny otworu .....                                         | 11        |
| 1.11. Proces wiercenia otworu.....                                                            | 13        |
| 1.12. Wyniki badań wody z utworów jury dolnej.....                                            | 18        |
| 1.13. Wyniki badań wody z utworów triasu środkowego .....                                     | 24        |
| 1.13. Dokumentacja hydrogeologiczna.....                                                      | 26        |
| <b>2. Możliwości zagospodarowania wody termalnej .....</b>                                    | <b>26</b> |
| 2.1. Parametry geotermalne otworu.....                                                        | 28        |
| 2.2. Energetyka – energia elektryczna .....                                                   | 29        |
| 2.3. Ciepłownictwo (bezpośrednie wykorzystanie wody termalnej) .....                          | 31        |
| 2.4. Ciepłownictwo (z wykorzystaniem pomp ciepła).....                                        | 35        |
| 2.5. Analiza finansowa .....                                                                  | 39        |
| 2.5.1. Prognoza nakładów inwestycyjnych .....                                                 | 40        |
| 2.5.2. Prognoza kosztów eksploatacyjnych .....                                                | 44        |
| 2.5.3. Prognoza przychodów .....                                                              | 47        |
| 2.5.4. Montaż finansowy przedsięwzięcia.....                                                  | 47        |
| 2.5.6. Prosty okres zwrotu .....                                                              | 48        |
| 2.5.7. Zdyskontowane przepływy pieniężne .....                                                | 49        |
| 2.5.8. Wewnętrzna stopa zwrotu .....                                                          | 50        |
| 2.6. Aspekty formalno-prawne zagospodarowanie wód termalnych w celach<br>ciepłowniczych ..... | 50        |
| 2.6.1. Wykonanie otworów chłonnych .....                                                      | 50        |
| 2.6.2. Plan Ruchu Zakładu .....                                                               | 51        |
| 2.6.3. Dokumentowanie wyników robót geologicznych .....                                       | 52        |
| 2.6.4. Wniosek o koncesję na eksploatację wód termalnych .....                                | 53        |
| 2.6.5. Projekt zagospodarowania złoża .....                                                   | 54        |
| 2.6.6. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach .....                                         | 54        |
| 2.6.7. Utworzenie Zakładu Górniczego.....                                                     | 55        |

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. Opis możliwego wykorzystania otworu do celów balneologiczno-rekreacyjnych.....</b>                                       | <b>55</b> |
| 3.1. Balneologia .....                                                                                                         | 55        |
| 3.2. Rekreacja .....                                                                                                           | 65        |
| 3.3. Koncepcja wykorzystania wody termalnej do celów balneologiczno-rekreacyjnych .....                                        | 69        |
| 3.4. Ilość odprowadzanej wody.....                                                                                             | 70        |
| 3.5. Prognoza nakładów inwestycyjnych w celu wykorzystania wody termalnej w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych ..... | 71        |
| 3.6. Aspekty formalno-prawne zagospodarowania wód termalnych w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych.....               | 73        |
| <b>4. Podsumowanie .....</b>                                                                                                   | <b>74</b> |

# 1. Informacje o wykonanym otworze

## 1.1. Podstawowe dane

**Tabela 1** Zestawienie podstawowych danych otworu geotermalnego Dębno GT-1

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Nazwa otworu wiertniczego:</b>        | Dębno GT-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| <b>Głębokość otworu:</b>                 | 1900,0 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |               |
| <b>Współrzędne otworu (PUWG 2000/5):</b> | x: 5843322,73                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | y: 5478516,14 |
| <b>Rzędna otworu:</b>                    | +41,55 m n.p.m.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
| <b>Województwo:</b>                      | zachodniopomorskie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| <b>Powiat:</b>                           | myśliborski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| <b>Gmina:</b>                            | Dębno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
| <b>Trajektoria otworu:</b>               | otwór pionowy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
| <b>Zlecniodawca:</b>                     | Gmina Dębno<br>ul. Piłsudskiego 5, 74-400 Dębno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |
| <b>Wykonawca otworu:</b>                 | Algeo Sp. z o.o.<br>Grabownica Starzeńska 609, 36-207 Grabownica Starzeńska                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| <b>Nadzór geologiczny:</b>               | Multiconsult Polska Sp. z o.o.<br>ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa<br>(mgr Jarosław Wagner – upr. nr IV-0458; dr inż. Bogdan Noga – upr. nr IV-0460;<br>mgr Jakub Sokołowski – upr. nr. IV-0425)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
| <b>Dozór geologiczny:</b>                | Multiconsult Polska Sp. z o.o.<br>ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa<br>(J. Wagner, B. Noga., P. Bielecki, P. Łaski, G. Przybylik, A. Tkocz, M. Walasek,<br>K. Waśkiewicz, J. Sokołowski, J. Kurkowski, K. Jańczak, K. Lukaj)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |               |
| <b>Profilowanie rdzeni i pobór prób:</b> | Multiconsult Polska Sp. z o.o.<br>ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa<br>(J. Wagner., B. Noga., P. Bielecki, P. Łaski, G. Przybylik, M., A. Tkocz, Walasek,<br>K. Waśkiewicz, J. Sokołowski, J. Kurkowski, K. Jańczak, K. Lukaj)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |               |
| <b>Pomiary geofizyczne:</b>              | BLWM Sp. z o.o.<br>ul. Kozuchowska 20c, 65-364 Zielona Góra<br><br>iWS Sp. z o.o.<br>ul. Dąbrowskiego 25a, 65-021 Zielona Góra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |               |
| <b>Serwis płuczkowy:</b>                 | Chemfor Poland Sp. z o.o.<br>ul. Towarowa 29, 38-200 Jasło                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |               |
| <b>Serwis żwirujący:</b>                 | Algeo Sp. z o.o.<br>Grabownica Starzeńska 609, 36-207 Grabownica Starzeńska                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| <b>Obsługa pomiarowa:</b>                | Algeo Sp. z o.o.<br>Grabownica Starzeńska 609, 36-207 Grabownica Starzeńska                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |               |
| <b>Badania:</b>                          | <u>Badania węglanowości:</u><br>Multiconsult Polska Sp. z o.o., ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa<br><u>Badania petrograficzne:</u><br>Petrogeo Przedsiębiorstwo Usług Laboratoryjnych i Geologicznych Sp. z o.o.<br>ul. Przemysłowa 11, 38-200 Jasło<br><u>Badania petrofizyczne:</u><br>Instytut Nafty i Gazu, ul. Lubicz 25A, 31-503 Kraków<br><u>Badania hydrogeologiczne:</u><br>Multiconsult Polska Sp. z o.o., ul. Bonifraterska 17, 00-203 Warszawa<br><u>Badania fizyczno-chemiczne i mikrobiologiczne wód:</u><br>Eurofins OBiKŚ Polska Sp. z o.o., ul. Owocowa 8, 40-158 Katowice<br><u>Badania radiologiczne wód:</u><br>Główny Instytut Górnictwa<br>pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice |               |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <p><u>Badania składu izotopowego wód:</u><br/>Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie<br/>al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków</p> <p><u>Badania gazów wydzielających się z wód:</u><br/>Petrogeo Przedsiębiorstwo Usług Laboratoryjnych i Geologicznych Sp. z o.o.<br/>ul. Przemysłowa 11, 38-200 Jasło</p> |                                                                                                                                                                   |
| <b>Inwentaryzacja geodezyjna</b>                                     | <p><u>Usługi geodezyjne Jan Krecak</u><br/>ul. Plac Zwycięstwa 5a/3, 74-400 Dębno</p>                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                   |
| <b>Zarzurowanie otworu [m p.p.t.]:</b>                               | 0,0-60,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | rury stalowe Ø20" (508 mm), gr. ścianki 19,05 mm                                                                                                                  |
|                                                                      | 0,0-300,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | rury stalowe Ø13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " (340 mm), stal L80, gr. ścianki 10,92 mm                                                                           |
|                                                                      | 246,0-891,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | rury stalowe Ø9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (244 mm), stal P110, gr. ścianki 10,03 mm                                                                           |
|                                                                      | 857,8-861,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | wieszak filtra z pakierem rozprężnym i łącznikiem dielektrycznym                                                                                                  |
|                                                                      | 861,0-895,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | rura nadfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 6 odcinków                                                                          |
|                                                                      | 895,3-918,4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | część robocza filtra Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 4 odcinki                                                                       |
|                                                                      | 918,4-930,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | rura międzyfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 2 odcinki                                                                        |
|                                                                      | 930,8-953,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | część robocza filtra Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 4 odcinki                                                                       |
|                                                                      | 953,2-959,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | rura międzyfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 1 odcinek                                                                        |
|                                                                      | 959,6-994,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | część robocza filtra Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 6 odcinków                                                                      |
|                                                                      | 994,3-1000,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | rura międzyfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 1 odcinek                                                                        |
|                                                                      | 1000,6-1011,8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | część robocza filtra Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 2 odcinki                                                                       |
|                                                                      | 1011,8-1017,3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | rura międzyfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 1 odcinek                                                                        |
|                                                                      | 1017,3-1023,2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | część robocza filtra Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 1 odcinek                                                                       |
|                                                                      | 1023,2-1041,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | rura podfiltrowa Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (168 mm), stal nierdzewna – 3 odcinki                                                                           |
|                                                                      | 1049,0-1614,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | rury stalowe Ø7" (178 mm), stal N80-P110, gr. ścianki 9,19-11,50 mm<br>(wycięte w interwale 862,4-1049,0 m; korek cementowy w rurach w interwale 1050,0-1614,0 m) |
| <b>Termin wykonania prac wiertniczych i badań hydrogeologicznych</b> | Data rozpoczęcia wiercenia:<br>30.07.2024 r.                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Data zakończenia prac:<br>16.06.2025                                                                                                                              |

## 1.2. Dokumentacja geologiczna

Otwór geotermalny Dębno GT-1 został wykonany na podstawie:

- Projektu robót geologicznych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 w miejscowości Dębno (Bystroń i in., 2020)
- Decyzji Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego z dn. 23.09.2020 r. (znak WOŚ.III.7430.22.2020.ZZ) zatwierdzającej ten projekt

## 1.3. Dokumentacja górnicza

Przed przystąpieniem do wykonania otworu geotermalnego Dębno GT-1 wykonawca wiercenia musiał wykonać:

- Plan ruchu zakładu wykonującego roboty geologiczne niepodlegające na badaniach geofizycznych wymagających użycia środków strzałowych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 na okres do 23.09.2025 r. w ramach realizacji „Projektu robót geologicznych na wykonanie otworu poszukiwawczo-rozpoznawczego wód termalnych Dębno GT-1 w miejscowości Dębno”
- Decyzja Dyrektora okręgowego Urzędu Górniczego w Poznaniu zatwierdzająca plan ruchu znak POZ.9206.9.2024.WW z dnia 28 lutego 2024 r.

#### **1.4. Założenia projektowe**

Zgodnie z „Projektem robót geologicznych...” konstrukcja otworu geotermalnego Dębno GT-1 została zaprojektowana w taki sposób, aby umożliwić dwa warianty konstrukcji technicznej otworu geotermalnego. Wybór jednego z dwóch wariantów uzależniono od panujących warunków złożowych rozpoznanych w poziomach zbiornikowych triasu środkowego (wapienia muszlowego) i jury dolnej.

Zgodnie z PRG należało wykonać badania hydrogeologiczne w 2 potencjalnych poziomach wodonośnych:

- jura dolna w interwale 750,0-1030,0 m p.p.t.
- trias środkowy (wapień muszlowy) w interwale 1540,0-1840,0 m p.p.t.

Przewidywana głębokość otworu geotermalnego Dębno GT-1

- 1860,00 m p.p.t (+/-10%)

#### **1.5. Założenia projektowe – ujęcie poziome wodonośnego jury dolnej**

W utworach geologicznych jury dolnej przewidywano:

- głębokość zalegania – 750,0-1030,0 m p.p.t.
- temperatura wody – 42°C
- wydajność wody – 150 m<sup>3</sup>/h
- mineralizacja – ok. 50 g/l

#### **1.6. Założenia projektowe – ujęcie poziome wodonośnego triasu środkowego**

W utworach geologicznych triasu środkowego przewidywano:

- głębokość zalegania – 1540,0-1840,0 m p.p.t.
- temperatura wody – 60°C
- wydajność wody – 50 m<sup>3</sup>/h
- mineralizacja – 120-150 g/l

### 1.7. Projektowana konstrukcja otworu

Projektowana konstrukcja otworu przedstawiona została poniżej.

**Tabela 2** Wariant I – ujęcie utworów triasu środkowego

| Głębokość<br>[m p.p.t.] | Stal           | Rury                                         | Cementacja                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------|----------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,0-10,0                | -              | Ø18 5/8" (473,1 mm)                          | do wierzchu                                                                                                                                                                                                                                            |
| 0,0-300,0               | N80 lub wyższa | Ø13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " (339,7 mm) | do wierzchu                                                                                                                                                                                                                                            |
| 250,0-780,0             | N80 lub wyższa | Ø9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (244,5 mm)  | na całej długości                                                                                                                                                                                                                                      |
| 750,0-1615,0            | N80 lub wyższa | Ø7" (177,8 mm)                               | Rury zawieszone na wieszaku z pakierem oraz cementowane w interwale od buta rur do gł. 1030 m (tj. spągu utworów jury dolnej). W przypadku braku perspektyw złożowych w interwale dolnej jury przewiduje się zacementowanie kolumny na całej długości. |
| 1585,0-1850,0           | 316L           | Ø5" (127 mm)                                 | Kolumna filtrowa na wieszaku z pakierem w rurach 7" – filtry szczelinowe lub rury perforowane (długość kolumny i interwały części czynnej będą wyznaczone decyzją nadzoru geologicznego w oparciu o stwierdzone warunki złożowe)                       |

**Tabela 3** Wariant II – ujęcie utworów jury dolnej

| Głębokość<br>[m p.p.t.] | Stal           | Rury                                         | Cementacja                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------|----------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,0-10,0                | -              | Ø18 5/8" (473,1 mm)                          | do wierzchu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 0,0-300,0               | N80 lub wyższa | Ø13 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " (339,7 mm) | do wierzchu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 250,0-780,0             | N80 lub wyższa | Ø9 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (244,5 mm)  | na całej długości                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 750,0-1030,0            | 316L           | Ø6 <sup>5</sup> / <sub>8</sub> " (177,8 mm)  | <b>Udostępnienie interwału złożowego:</b><br>Etap I – wycięcie rur okładzinowych 7" nad stropem cementu, sfrezowanie górnych szczęk kotwicy wieszaka, a następnie wyciągnięcie rur do wierzchu.<br>Etap II – zapuszczenie kolumny filtrowej. Kolumna filtrowa na wieszaku w rurach 9 5/8" uszczelniona będzie pakierem. Grubość warstwy obsypki oraz średnica kulek powinny zostać dobrane z uwzględnieniem przewidywanych warunków złożowych. |
| 1050,0-1615,0           | N80 lub wyższa | Ø7" (177,8 mm)                               | Przewidziany do pozostawienia w otworze zacementowany odcinek rur 7". Odcinek otworu zlikwidowany korkami cementowymi.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1615,0-1860,0           | -              | otwór bosy                                   | Odcinek otworu zlikwidowany korkami cementowymi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



### 1.8. Rzeczywista konstrukcja i zarurowanie otworu

W związku ze stwierdzonymi podczas opróbowania słabymi własnościami kolektorskimi poziomemu triasu środkowego, podjęto decyzję o realizacji wariantu II – udostępnienie utworów wodonośnych jury dolnej. W związku z tym, otwór w interwale 1900,0-1050,0 zlikwidowano korkami cementowymi, wycięto rury 7” w interwale 862,0-1049,0 m i ujęto utwory wodonośne dolnej jury filtrem rurowo-prętowym typu Johnson  $\varnothing 6 \frac{5}{8}$ ” o szczelinie 0,5 mm, wokół którego wykonano obsypkę filtracyjną o granulacji 0,8-1,4 mm. Rzeczywistą konstrukcję otworu przedstawia Tabela 4.

**Tabela 4** Zarurowanie otworu geotermalnego Dębno GT-1

| Głębokość [m p.p.t]                                     |               | Stal       | Rury                                                                                                   | Cementacja                                     |
|---------------------------------------------------------|---------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 0,0-60,0                                                |               | -          | $\varnothing 20$ ” (508 mm)                                                                            | do wierzchu                                    |
| 0,0-300,0                                               |               | L80        | $\varnothing 13 \frac{3}{8}$ ” (340 mm)                                                                | do wierzchu                                    |
| 246,0-891,0                                             |               | P110       | $\varnothing 9 \frac{5}{8}$ ” (244 mm)                                                                 | na zakładkę                                    |
| Kolumna filtrowa $\varnothing 6 \frac{5}{8}$ ” (168 mm) | 857,8-861,0   | nierdzewna | wieszak filtra<br>z pakierem rozprężnym<br>i łącznikiem dielektrycznym                                 | obsypka kwarcowa<br>o granulacji<br>0,8-1,4 mm |
|                                                         | 861,0-895,3   | nierdzewna | rura nadfiltrowa pełna,<br>6 odcinków, dł. 34,2 m                                                      |                                                |
|                                                         | 895,3-918,4   | nierdzewna | część robocza, 4 odcinki,<br>dł. 23,1                                                                  |                                                |
|                                                         | 918,4-930,8   | nierdzewna | rura międzyfiltrowa pełna,<br>2 odcinki, dł. 12,4 m                                                    |                                                |
|                                                         | 930,8-953,2   | nierdzewna | część robocza, 4 odcinki,<br>dł. 22,4                                                                  |                                                |
|                                                         | 953,2-959,6   | nierdzewna | rura międzyfiltrowa pełna,<br>1 odcinek, dł. 6,4 m                                                     |                                                |
|                                                         | 959,6-994,3   | nierdzewna | część robocza, 6 odcinków,<br>dł. 34,7 m                                                               |                                                |
|                                                         | 994,3-1000,6  | nierdzewna | rura międzyfiltrowa pełna,<br>1 odcinek, dł. 6,3 m                                                     |                                                |
|                                                         | 1000,6-1011,8 | nierdzewna | część robocza, 2 odcinki,<br>dł. 11,2 m                                                                |                                                |
|                                                         | 1011,8-1017,3 | nierdzewna | rura międzyfiltrowa pełna,<br>1 odcinek, dł. 5,4 m                                                     |                                                |
|                                                         | 1017,3-1023,2 | nierdzewna | część robocza, 1 odcinek,<br>dł. 5,9 m                                                                 |                                                |
|                                                         | 1023,2-1041,0 | nierdzewna | rura podfiltrowa pełna,<br>3 odcinki, dł. 16,6 m                                                       |                                                |
| 1049,0-1614,0                                           |               | N80-P110   | $\varnothing 7$ ” (178 mm)<br>wycięte w int. 862,4-1049,0 m;<br>korek cementowy w int. 1050,0-1614,0 m | w int.<br>1614,0-1100,0 m                      |

### 1.9. Projektowany profil stratygraficzny otworu

Projektowana głębokość otworu Dębno GT-1 wynosiła 1860,0 m (+/-10%), tj. do nawiercenia ok. 20 m utworów triasu dolnego (pstry piaskowiec górny – ret).

Projektowany profil stratygraficzny otworu Dębno GT-1 przedstawiono poniżej:

**Czwartorzęd**

0,0 – 40,0 m

**Neogen**

*Miocen*

40,0 – 120,0 m

**Paleogen**

*Oligocen*

120,0 – 190,0 m

**Kreda górna**

*Cenoman – kampan*

190,0 – 740,0 m

**Kreda dolna**

*Alb górny*

740,0 – 750,0 m

**Jura środkowa**

750,0 – 1030,0 m

**Jura dolna**

750,0 – 1033,0 m

*Toark górny (fm. borucicka)*

750,0 – 770,0 m

*Toark dolny (fm. ciechocińska)*

770,0 – 820,0 m

*Pliensbach górny (fm. komorowska)*

820,0 – 870,0 m

*Pliensbach dolny (fm. gielniowska)*

870,0 – 900,0 m

*Synemur (fm. ostrowiecka)*

900,0 – 1000,0 m

*Hetang (fm. skłobska)*

1000,0 – 1020,0 m

*Hetang (fm. skłobska)*

1020,0 – 1030,0 m

**Trias górny**

1030,0 – 1540,0 m

*Noryk (w-wy zbąszynieckie + w-wy jarkowskie)*

1030,0 – 1240,0 m

*Karnik – (w-wy gipsowe górne + piaskowiec trzcinowy+ w-wy gipsowe dolne)*

1240,0 – 1540,0 m

**Trias środkowy**

1540,0 – 1840,0 m

*Kajper dolny (w-wy sulechowskie)*

1540,0 – 1615,0 m

*Wapień muszlowy*

1615,0 – 1840,0 m

**Trias dolny**

*Pstry piaskowiec górny*

1840,0 – 1860,0 m

#### **1.10. Rzeczywisty profil stratygraficzny otworu**

W wyniku zmian profilu litologicznego w stosunku do założeń projektowych, otwór wykonano ostatecznie do głębokości końcowej 1900,0 m i zakończono po nawierceniu ok. 24 m utworów triasu dolnego.

Rzeczywisty profil stratygraficzny otworu Dębno GT-1 przedstawiono poniżej:

**Czwartorzęd**

0,0 – 27,0 m

**Neogen**

*Miocen*

27,0 – 137,0 m

**Paleogen**

*Oligocen*

137,0 – 192,0 m

**Kreda górna**

*Cenoman – kampan*

192,0 – 736,0 m

**Kreda dolna**

*Alb górny*

736,0 – 739,0 m

**Jura środkowa**

739,0 – 763,0 m

**Jura dolna**

763,0 – 1033,0 m

*Toark górny (fm. borucicka)*

763,0 – 847,0 m

*Toark dolny (fm. ciechocińska)*

847,0 – 855,0 m

*Pliensbach górny (fm. komorowska)*

855,0 – 868,0 m

*Pliensbach dolny (fm. gielniowska)*

868,0 – 890,0 m

*Synemur (fm. ostrowiecka)*

890,0 – 995,0 m

*Hetang (fm. skłobska + fm. zagajska)*

995,0 – 1033,0 m

**Trias górny**

1033,0 – 1528,0 m

*Noryk (w-wy zbączyńskie)*

1033,0 – 1089,0 m

*Noryk (w-wy jarkowskie)*

1089,0 – 1203,0 m

*Karnik – kajper górny (w-wy gipsowe górne)*

1203,0 – 1386,0 m

*Karnik – kajper górny (piaskowiec trzciniowy)*

1386,0 – 1421,0 m

*Karnik – kajper górny (w-wy gipsowe dolne)*

1421,0 – 1528,0 m

**Trias środkowy**

1528,0 – 1876,0 m

*Kajper dolny (w-wy sulechowskie)*

1528,0 – 1605,0 m

*Wapień muszlowy górny*

1605,0 – 1675,0 m

*Wapień muszlowy środkowy*

1675,0 – 1730,0 m

*Wapień muszlowy dolny*

1730,0 – 1876,0 m

**Trias dolny**

*Pstry piaskowiec górny*

1876,0 – 1900,0 m

### **1.11. Proces wiercenia otworu**

W okresie 15-29.07.2024 r. trwał montaż urządzenia wiertniczego Wirth B5R. Wiercenie otworu Dębno GT-1 rozpoczęto w dniu 30.07.2024 r. za pomocą szapy Ø760 mm do głębokości 9,5 m, po osiągnięciu której w otworze zabudowano rury osłonowe Ø700 mm.

Dalsze wiercenie prowadzono świdrem Ø311 mm BM1XC przy użyciu płuczki bentonitowej do głębokości 63,0 m, po czym wyciągnięto przewód i przystąpiono do poszerzania otworu za pomocą świdra gryzowego Ø17<sup>1</sup>/<sub>2</sub>” Y11. Po poszerzeniu otworu do głębokości 60,0 m wyciągnięto zestaw i wymieniono na świder Ø24”, którym poszerzono otwór do głębokości 60,0 m. Po wykonaniu marszu kontrolnego świdrem Ø24” w dn. 09.08.2024 r. na głębokości 60,0 m postawiono rury Ø20” i przystąpiono do zabiegu ich cementowania przy użyciu agregatu cementacyjnego CA-320. Po przepłukaniu otworu dwoma obiegami do otworu wtłoczono 1,0 m<sup>3</sup> wody o gęstości 1,0 g/cm<sup>3</sup> jako przemywkę i ciecz buforową, a następnie zatłoczono 6,89 m<sup>3</sup> zaczynu cementowego o ciężarze właściwym 1,75 g/cm<sup>3</sup>. Zastosowano przybitkę z wody o gęstości 1,0 g/cm<sup>3</sup> w ilości 1,3 m<sup>3</sup>. Cement wyszedł do wierzchu, w związku z czym zarządzono 24-godzinną stójkę na wiązanie cementu.

Po stójce do otworu zapuszczono zestaw ze świdrem Ø17<sup>1</sup>/<sub>2</sub>”, zwiercono korek cementowy i kontynuowano głębienie otworu przy użyciu płuczki polimerowo-potasowej i ciężarze 1,25 g/dm<sup>3</sup> i filtracji 5,5 do głębokości 300,0 m. W dn. 20.08.2024 r. wyciągnięto zestaw i przy głębokości otworu 300,0 m przeprowadzono pomiary geofizyczne w interwale 0,0-299,0 m w zakresie: profilowanie średnicy,

profilowanie gamma i profilowanie krzywizny. Po zakończeniu badań wykonano marsz kontrolny zestawem ze świdrem  $\varnothing 17\frac{1}{2}$ ", przepłukano otwór i przystąpiono do zapuszczania rur  $13\frac{3}{8}$ ". Parametry płuczki polimerowo-potasowej podczas płukania wynosiły: ciężar właściwy –  $1,25\text{ g/cm}^3$ ; viskoza –  $74\text{ s/1000 cm}^3$ ; filtracja –  $5\text{ cm}^3/30\text{ min}$  i pH – 11,0. Kolumnę rur postawiono w głębokości 300,0 m, a następnie ją zacementowano na całej długości przy użyciu agregatu cementacyjnego CA-320. Wtłoczono  $1,0\text{ m}^3$  wody jako bufor, a następnie  $24,8\text{ m}^3$  zaczynu cementowego o ciężarze właściwym  $1,8\text{ g/cm}^3$  oraz przybitkę z płuczki w ilości  $1,46\text{ m}^3$ , po czym pozostawiono otwór na 72 godz. na czas wiązania cementu.

Po stójce do otworu zapuszczono zestaw ze świdrem gryzowym  $\varnothing 12\frac{1}{4}$ " po czym zwiercono zawór zwrotny i korek cementowy i kontynuowano wiercenie otworu do głębokości 475,0 m. Ze względu na słaby postęp wiercenia dnia 06.09.2024 r. podjęto decyzję o wyciągnięciu zestaw z świdrem gryzowym  $\varnothing 12\frac{1}{4}$ " oraz zamianie świdra na świder PDC  $\varnothing 12\frac{1}{4}$ ". Po wymianie świdra zapuszczono zestaw do głębokości 475,0 m po czym kontynuowano wiercenie do głębokości 889,0 m, którą osiągnięto 27.09.2024 r. W głębokości 868,0-889,0 m stwierdzono zanik płuczki w ilości  $2\text{ m}^3$ . Łącznie w interwale 851,0-889,0 m ubytek płuczki wyniósł  $12\text{ m}^3$ . W kolejnych dniach kontynuowano wiercenie do głębokości 893,0 m, po czym wyciągnięto zestaw i rozpoczęto przygotowania do rdzeniowania. Podczas wiercenia stosowano płuczkę o ciężarze właściwym  $1,27\text{ g/cm}^3$ , lepkości 45 s i pH = 9. W dn. 29.09.2024 r. rdzeniowano interwał 883,0-899,0 m przy użyciu koronki PDC F  $\varnothing 8\frac{1}{2}$ ", uzyskując 2,5 m rdzenia (tj. 42%). Po rdzeniowaniu zapuszczono zestaw ze świdrem  $\varnothing 12\frac{1}{4}$ " i przerobiono interwał rdzeniowany do głębokości 893,0 m, po czym przepłukano otwór i przystąpiono do pomiarów geofizycznych. Pomiary geofizyczne przeprowadzono w dn. 02.10.2024 r. w interwale 275,0-883,8 m w zakresie: profilowanie średnicy, profilowanie gamma i profilowanie krzywizny. Średnia średnica w interwale 298,0-883,8 m wyniosła 320,4 mm. W kolejnym etapie prac zapuszczono przewód  $\varnothing 3\frac{1}{2}$ " w celu przepłukania otworu, po czym ustabilizowano parametry płuczki i wykonano zasyp ze żwiru 2-8 mm w głębokości 899,0-890,0 m.

Następnie ponownie przepłukano otwór i wyciągnięto zestaw do wierzchu. Po zamontowaniu świda PDC  $\varnothing 12\frac{1}{4}$ " zapuszczono zestaw i przerobiono otwór od buta rur do głębokości 890,0 m, przejeżdżając wielokrotnie z płukaniem interwały, w których zachodziło zaciąganie. Po zakończeniu prac przystąpiono do zapuszczania kolumny rur traconych (liner)  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ ". Rury posadowiono w głębokości 891,0 m, zalano je płuczką i po rozkręceniu łącznika lineru wyciągnięto przewód do wierzchu. Strop lineru znajdował się w głębokości 246,0 m. W dalszej kolejności przepłukano otwór i w dn. 14.10.2024 r. przystąpiono do zabiegu cementowania. Wtłoczono 2,0 m<sup>3</sup> wody jako przemywkę, a następnie zatłoczono przy użyciu agregatu cementacyjnego CA-320 25,07 m<sup>3</sup> zaczynu cementowego o ciężarze właściwym 1,73 g/cm<sup>3</sup>. Jako przybitkę wykorzystano wodę w ilości 1,0 m<sup>3</sup> oraz 3,2 m<sup>3</sup> płuczki. Po wypłukaniu nadmiaru zaczynu cementowego znad kolumny traconej wyciągnięto przewód i zarządzono stójkę na wiązanie cementu przez 48 godz. Po tym czasie do otworu zapuszczono zestaw ze świdrem PDC  $\varnothing 8\frac{1}{2}$ ". Strop korka cementowego stwierdzono w głębokości 859,0 m. Korek zwiercono do głębokości 867,0 m, po czym wyciągnięto zestaw i rozpoczęto przygotowanie do demontażu urządzenia.

W okresie od 29.10.2024 r. do 02.01.2025 r. trwały prace związane z demontażem urządzenia Wirth B5R oraz montażem w jego miejsce urządzenia wiertniczego Gefco 185K, a także prowadzono prace ziemne związane z wykonaniem zbiornika na wodę. W dn. 03.01.2025 r. rozpoczęto zapuszczanie do otworu zestawu ze świdrem słupkowym  $\varnothing 8\frac{1}{2}$ ", którym zwiercono korek cementowy do głębokości 886,0 m. Wykonano próbę szczelności rur  $\varnothing 9\frac{5}{8}$ " przy ciśnieniu 30 bar w ciągu 15 min., stwierdzając ich szczelność. W związku z powyższym zwiercono cały korek cementowy, wypłukano zasyp do głębokości 889,0 m i przystąpiono do głębinienia otworu przy użyciu płuczki bezitowej. Wiercenie prowadzono do głębokości 905,0 m, po czym wyciągnięto zestaw i rozpoczęto przygotowania do rdzeniowania. Przy użyciu aparatu rdzeniowego  $\varnothing 6\frac{3}{4}$ " z koronką PDC  $\varnothing 8\frac{1}{2}$ " rdzeniowano interwał 905,0-914,0 m, uzyskując 9 m rdzenia (tj. 100%). Po zakończeniu rdzeniowania do

otworu zapuszczono ponownie zestaw ze świdrem PDC Ø8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>", którym wiercono do głębokości 952,0 m. Przy głębokości 952,0 m przystąpiono do kolejnego rdzeniowania w interwale 952,0-961,0 m. Zastosowano to samo narzędzie, co przy rdzeniowaniu interwału poprzedniego, uzyskując 7,1 m rdzenia, tj. ok. 79%. Po zapuszczeniu świdra PDC Ø8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" i przepłukaniu otworu wiercono do głębokości 1000,0 m. Przy tej głębokości wykonano kolejne rdzeniowanie w interwale 1000,0-1009,5 m. Uzysk rdzenia wyniósł 100%. Następnie skręcono i ponownie zapuszczono do otworu aparat rdzeniowy. Po przepłukaniu otworu przeprowadzono rdzeniowanie interwału 1009,5-1015,5 m, uzyskując 5,5 m rdzenia (ok. 92%). Po rdzeniowaniu dopuszczono zestaw ze świdrem PDC Ø8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" do spodu otworu i wiercono do głębokości 1040,0 m.

W dn. 14.01.2025 r. rozpoczęto przygotowania do opróbowania otworu. W otworze wymieniono płuczkę na solankę, nie stwierdzając samowypływu, po czym zapuszczono rury wydobywcze Ø2<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" do głębokości 162,0 m. W dn. 22.01.2025 r. uruchomiono sprężarkę i rozpoczęto próbne pompowanie z wydajnością 150-175 m<sup>3</sup>/h. Poziom statyczny ustabilizował się na głębokości 13,0 m. Po zakończeniu pompowania wymieniono wodę na płuczkę i zapuszczono zestaw ze świdrem PDC Ø216 mm do głębokości 1000,0 m. Po przerobieniu interwału 1000,0-1040,0 wiercono do głębokości 1046,0 m. Z uwagi na słaby postęp wiercenia wyciągnięto przewód i zmieniono narzędzie na świder gryzowy Ø216 mm, którym wiercono do głębokości 1251,0 m. Z uwagi na spadek postępu wiercenia w dn. 30.01.2025 r. wymieniono świder na nowy, po czym kontynuowano wiercenie otworu do głębokości 1366,0 m. W dn. 05.02.2025 r. ponownie wymieniono świder na nowy, a następnie wierci do głębokości 1505,0 m. Wymianę świdra na nowy powtórzono w dn. 12.02.2025 r. Dalej wiercono do głębokości 1615,0 m, a następnie z powodu zaciskania rozpoczęto przerabianie otworu w interwale występowania łowców. Po odplukaniu zasypu i płukaniu otworu w dn. 08.03.2025 r. przystąpiono do pomiarów geofizycznych kawernomierzem. W dn. 11.03.2025 r. do otworu zapuszczono rury Ø7", związane na wieszaku w głębokości 868,0 m (paker linera w



głębokości 862,0 m). W celu zacementowania rur  $\varnothing 7''$  do otworu wtłoczono 19 m<sup>3</sup> cementu o gęstości 1,8 g/cm<sup>3</sup>, a następnie przybitkę z płuczki w ilości 20,7 m<sup>3</sup>. Próba szczelności wykazała szczelność cementacji, w związku z czym przystąpiono do zapuszczania do otworu świdera gryzowego  $\varnothing 6''$ . Strop korka stwierdzono w głębokości 1575,0 m. Po zwierceniu korka cementowego i buta rur wiercono w interwale 1615,0-1749,0 m, a następnie przystąpiono do rdzeniowania interwału 1749,0-1758,0 m za pomocą aparatu rdzeniowego  $\varnothing 4^{3/4}''$  z koronką 6''. Uzyskano rdzeń o długości 6,9 m (uzysk 77%). Po rdzeniowaniu do otworu zapuszczono ponownie świder gryzowy  $\varnothing 6''$ , którym wiercono w interwale 1758,0-1787,0 m. Po osiągnięciu głębokości 1787,0 m wyciągnięto zestaw do wierzchu i zapuszczono do otworu aparat rdzeniowy  $\varnothing 4^{3/4}''$  z koronką 6'' w celu rdzeniowania interwału 1787,0-1796,0 m i 1796,0-1805,0 m. W obu przypadkach uzyskano rdzeń o długości 9,0 m (uzysk 100%). W dalszym etapie prac zapuszczono do otworu świder gryzowy  $\varnothing 6''$ , którym przerobiono interwał po aparacie rdzeniowym, a następnie wiercono do głębokości 1830,0 m. Po osiągnięciu głębokości 1830,0 przystąpiono do kolejnego rdzeniowania aparatem rdzeniowym  $\varnothing 4^{3/4}''$  z koronką 6'' w interwale 1830,0-1839,0 m. Uzyskano rdzeń o długości 9,0 m (uzysk 100%). Po zakończeniu rdzeniowania do otworu ponownie zapuszczono zestaw ze świdrem gryzowym  $\varnothing 6''$ , którym wiercono do głębokości 1900,0 m. Wiercenie otworu zakończono w dn. 27.03.2025 r.

Po osiągnięciu głębokości 1900,0 m wykonano badania geofizyczne, a następnie przygotowano otwór do pompowania metodą *air-lift*, które przeprowadzono w dn. 01-02.04.2025 r. Po analizie uzyskanych wyników hydrogeologicznych nadzór geologiczny zdecydował o wykonaniu pompowania przy użyciu pompy głębinowej, które przeprowadzono w dn. 04.04.2025 r. Rejestrację odbudowy zwierciadła wody prowadzono do dn. 08.04.2025 r., po czym wyciągnięto pompę z otworu. Wyniki pompowania wykazały, że utwory triasu środkowego są praktycznie bezwodne, w związku z czym podjęto decyzję o ujęciu poziomym jury dolnej. W tym celu odpłukano zasyp i przygotowano urządzenie do likwidacji spodu otworu. Przewód

3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>” zapuszczono do głębokości 1899,0 m, po czym zatłoczono cement w interwał 1900,0-1600,0 m, a następnie po podciągnięciu przewodu w interwały 1600,0-1300,0 m i 1300,0-1050,0 m. Ostatecznie strop korka stwierdzono w głębokości 1026,0 m. Przy użyciu świdra gryzowego Ø6” zwierca korek do głębokości 1050,0 m, po czym przystąpiono do wycinania rur Ø7”. Po pozytywnym wycięciu uwolniono rury Ø7” i wyciągnięto je na powierzchnię. W dalszym etapie prac poszerzono otwór w interwale 891,0-1048,0 m, po czym wykonano pomiary geofizyczne średnicy poszerzonego interwału. Po wymianie płuczki na solankę przystąpiono do zapuszczenia kolumny filtracyjnej do otworu. Otwór zafiltrowano w dn. 13.05.2025 r., po czym przystąpiono do obsypywania kolumny filtrowej. Łącznie do otworu wprowadzono 10,6 t obsypki. Stan obsypywania otworu sprawdzono kontrolnymi pomiarami geofizycznymi. W dn. 26.05.2025 r. dopuszcza zestaw *air-lift*, po czym rozpoczyna pompowanie oczyszczające. W dn. 28.05.2025 r. rozpoczęto prace przygotowawcze do pompowania pomiarowego przy użyciu pompy głębinowej. Szczegółowy opis badań hydrogeologicznych zawarto w rozdz. 8.7. Następnie, w dn. 16.06.2025 r. wykonano badania geofizyczne – profilowanie temperaturowe w warunkach ustalonych. Prace w otworze zakończono w dn. 16.06.2025 r.

#### **1.12. Wyniki badań wody z utworów jury dolnej**

Charakterystykę właściwości fizyczno-chemicznych wód termalnych z utworów jury dolnej przedstawiono na podstawie wyników uzyskanych pod koniec III stopnia pompowania pomiarowego, które uznano za najbardziej miarodajne.

W ujętym poziomie występują wody mineralne, termalne typu Cl-Na o mineralizacji ogólnej, wyrażonej sumą rozpuszczonych składników mineralnych, wynoszącej 50,8 g/dm<sup>3</sup> (podano mineralizację określoną metodą obliczeniową na podstawie bilansu jonowego).

Wody te zalicza się do wód o odczynie zbliżonym do obojętnego, wynoszącym pH = 6,95. Potencjał redoks przyjmuje w przybliżeniu wartość -372,5 mV i wskazują na panujące w poziomie jury dolnej warunki redukcyjne. Przewodność elektrolityczna wody wynosi 60,1 S/cm. Maksymalna temperatura wody pod koniec pompowania

pomiarowego na III stopniu wynosiła 38,4°C. Wartości parametrów szybkozmien-  
nych podano na podstawie wyników badań terenowych podczas próbnego pom-  
powania.

Barwa wody pod koniec pompowania na III stopniu wynosiła 15 mg Pt/dm<sup>3</sup>, a jej  
mętność 66 NTU. Woda wykazywała zapach w badaniu organoleptycznym  
(16 TON). W wodzie występuje tlen rozpuszczony w ilości 0,5 mg/dm<sup>3</sup>. Twardość  
ogólna badanej wody wynosi 6700 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>, a jej zasadowość ogólna ok.  
192 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>.

W składzie jonowym wody dominuje anion chlorkowy występujący w ilości  
29 000 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 97,2% mval wszystkich anionów (tab. 31÷34). Pozo-  
stałe aniony główne występują w ilości: jony siarczanowe 990 mg/dm<sup>3</sup> (2,4% mval)  
i jony wodorowęglanowe 178 mg/dm<sup>3</sup> (0,3% mval). Wśród kationów przeważa jon  
sodowy występujący w ilości 18 100 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 84,9% mval. Ponadto  
w wodzie w większych ilościach są obecne kationy: wapniowe 1160 mg/dm<sup>3</sup> (6,2%  
mval) i magnezowe 929 mg/dm<sup>3</sup> (8,2% mval). Jon amonowy występuje w ilości  
8,9 mg/dm<sup>3</sup>. Błąd analizy wynosi 4,4%.

Formy niezdysocjowane, takie jak kwas metakrzemowy i kwas metaborowy, wy-  
stępują w ilości odpowiednio: 15,4 mg/dm<sup>3</sup> i 22,3 mg/dm<sup>3</sup>. W badanych wodach  
nie stwierdzono pozostałych składników swoistych w stężeniach farmakodyna-  
micznie czynnych, podwyższonych zawartości pestycydów, wielopierścieniowych  
węglowodorów aromatycznych i lotnych węglowodorów aromatycznych.

Całkowita aktywność promieniowania jonizującego wody wynosi: α (jądra helu  
<sup>4</sup><sub>2</sub>He) – 7,9 Bq/dm<sup>3</sup> i β (strumień elektronów i neutronów) – 6,5 Bq/dm<sup>3</sup>. Aktywność  
radiowodoru <sup>3</sup>H (trytu) jest minimalna i wynosi <5 Bq/dm<sup>3</sup>, a promieniowanie alfa  
radonu (<sup>222</sup>Rn) – 4,0 Bq/dm<sup>3</sup>. Stężenie radionuklidów promieniotwórczych wynosi:  
<sup>226</sup>Ra – 2,4 Bq/dm<sup>3</sup>, <sup>235</sup>U – poniżej 0,2 Bq/dm<sup>3</sup> i <sup>238</sup>U – poniżej 2,9 Bq/dm<sup>3</sup>.

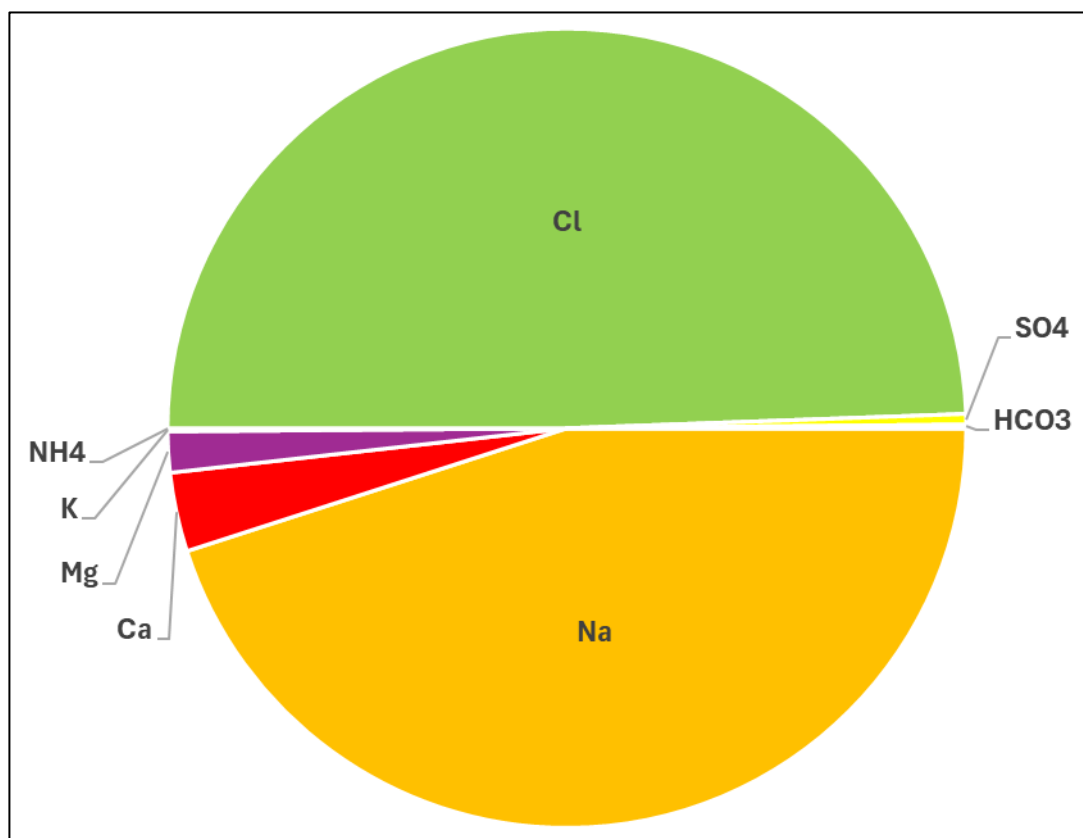
Ocenę stanu bakteriologicznego przeprowadzono na podstawie analizy mikrobi-  
ologicznej próby wody pobranej podczas pompowania pomiarowego na III stopniu.  
W wodzie stwierdzono ogólną liczbę mikroorganizmów w ilości powyżej 300 jtk/ml

oraz bakterie grupy coli w ilości >100 jtk/100 ml. W badanej wodzie nie wykryto bakterii *Escherichia coli*, enterokoków kałowych, bakterii *Pseudomonas aeruginosa* oraz *Clostridium perfringens* (0 jtk/100 ml). Stwierdzony skład mikrobiologiczny wskazuje na niepełne oczyszczenie otworu. Wraz z oczyszczeniem otworu należy spodziewać się spadku ogólnej liczby mikroorganizmów oraz całkowitego wyeliminowania bakterii z grupy coli.

Skład jonowy wód z poziomu jury dolnej pobranej na poszczególnych etapach pompowania przedstawiono w tabelach oraz rysunkach poniżej.

**Tabela 5** Bilans jonowy wody – pompowanie testowe poziomu J<sub>1</sub>

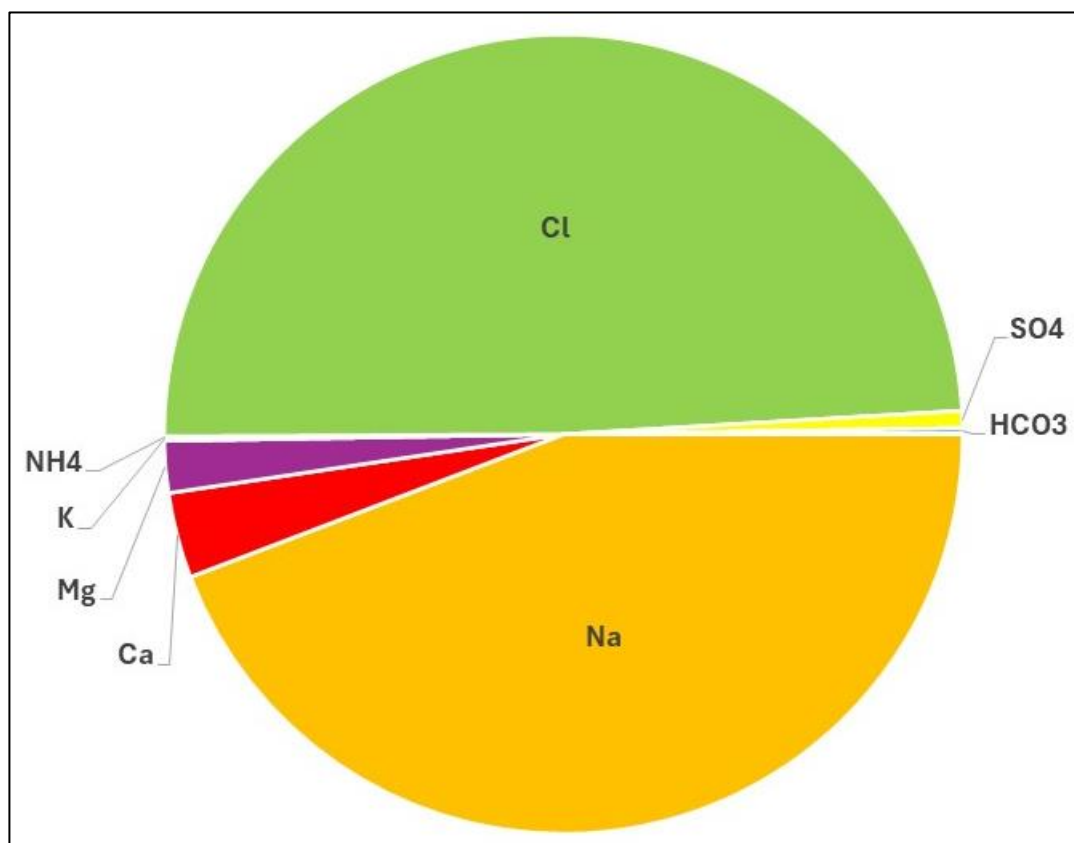
| Składnik                      | Zawartość             |                         |          |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                               | [mg/dm <sup>3</sup> ] | [mval/dm <sup>3</sup> ] | [% mval] |
| Aniony                        |                       |                         |          |
| Cl <sup>-</sup>               | 32 100                | 905,614                 | 98,86    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 160                   | 2,619                   | 0,29     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 380                   | 7,813                   | 0,85     |
| Suma anionów                  | -                     | 916,046                 | 100,00   |
| Kationy                       |                       |                         |          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 9,2                   | 0,509                   | 0,05     |
| Mg <sup>2+</sup>              | 403                   | 33,173                  | 3,30     |
| K <sup>+</sup>                | 76,9                  | 1,966                   | 0,20     |
| Na <sup>+</sup>               | 21 000                | 904,552                 | 90,05    |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1290                  | 64,272                  | 6,40     |
| Suma kationów                 | -                     | 1004,472                | 100,00   |
| Suma rozp. skł. min           | 55 221,2              | -                       | -        |
| Błąd analizy [%]              | 4,6                   |                         |          |
| Typ wody                      | Cl-Na                 |                         |          |



**Rysunek 1** Wykres kołowy Udłufu przedstawiający zawartość głównych jonów w wodzie termalnej z otworu Dębno GT-1 – pompowanie testowe poziomu J<sub>1</sub>

**Tabela 6** Bilans jonowy wody – I stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

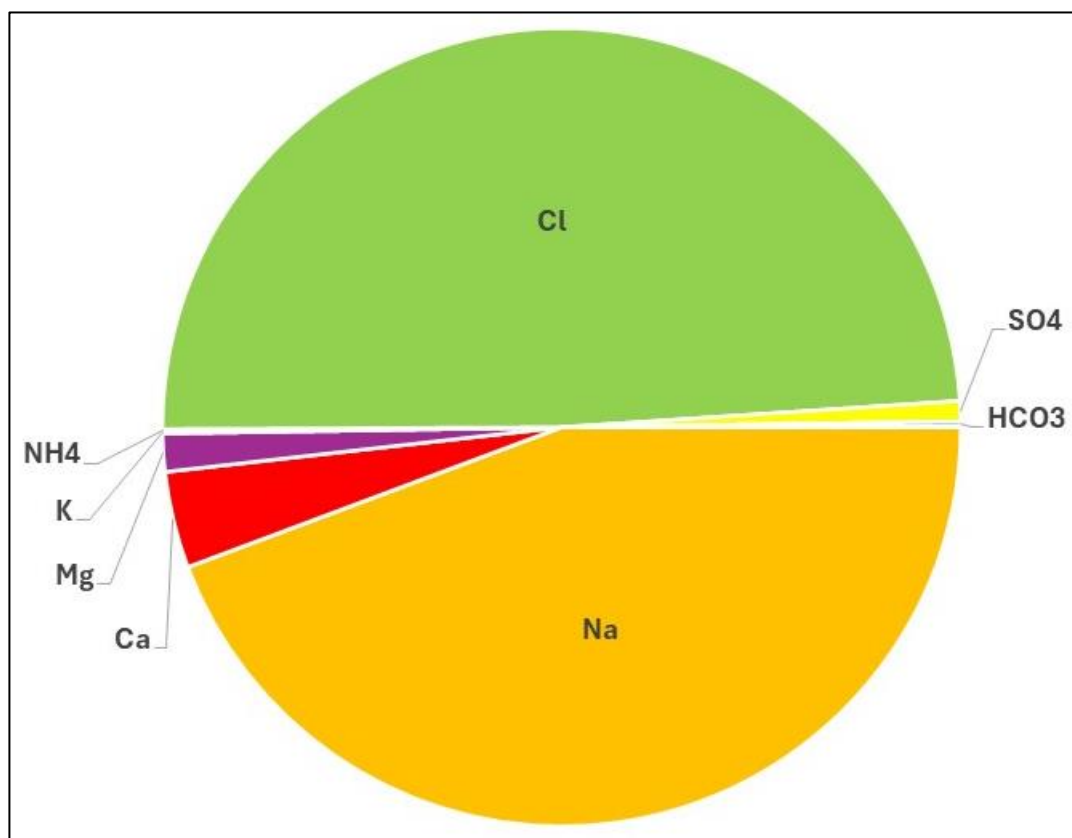
| Składnik                      | Zawartość             |                         |          |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                               | [mg/dm <sup>3</sup> ] | [mval/dm <sup>3</sup> ] | [% mval] |
| Aniony                        |                       |                         |          |
| Br <sup>-</sup>               | 22                    | 0,275                   | 0,00     |
| Cl <sup>-</sup>               | 27 000                | 761,636                 | 98,09    |
| F <sup>-</sup>                | <0,10                 | 0,012                   | 0,00     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 227                   | 3,727                   | 0,48     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 520                   | 10,833                  | 1,39     |
| Suma anionów                  | -                     | 776,483                 | 100,00   |
| Kationy                       |                       |                         |          |
| Ba <sup>2+</sup>              | 0,880                 | 0,013                   | 0,00     |
| Zn <sup>2+</sup>              | 0,202                 | 0,006                   | 0,00     |
| Al <sup>3+</sup>              | 0,033                 | 0,004                   | 0,00     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 8,9                   | 0,492                   | 0,06     |
| Li <sup>+</sup>               | 0,685                 | 0,099                   | 0,01     |
| Mg <sup>2+</sup>              | 432                   | 35,577                  | 4,17     |
| Mn <sup>2+</sup>              | 0,971                 | 0,035                   | 0,00     |
| K <sup>+</sup>                | 99,8                  | 2,553                   | 0,30     |
| Na <sup>+</sup>               | 17 300                | 751,739                 | 88,18    |
| Sr <sup>2+</sup>              | 130                   | 2,932                   | 0,34     |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1180                  | 58,86                   | 6,90     |
| Fe <sub>og.</sub>             | 6,18                  | 0,221                   | 0,03     |
| Suma kationów                 | -                     | 852,527                 | 100,00   |
| Suma rozp. skł. min           | 46 918                | 1629,010                | -        |
| Błąd analizy [%]              | 4,67                  |                         |          |
| Typ wody                      | Cl-Na                 |                         |          |



**Rysunek 2** Wykres kołowy Udłufta przedstawiający zawartość głównych jonów w wodzie termalnej z otworu Dębno GT-1 – I stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

**Tabela 7** Bilans jonowy wody – II stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

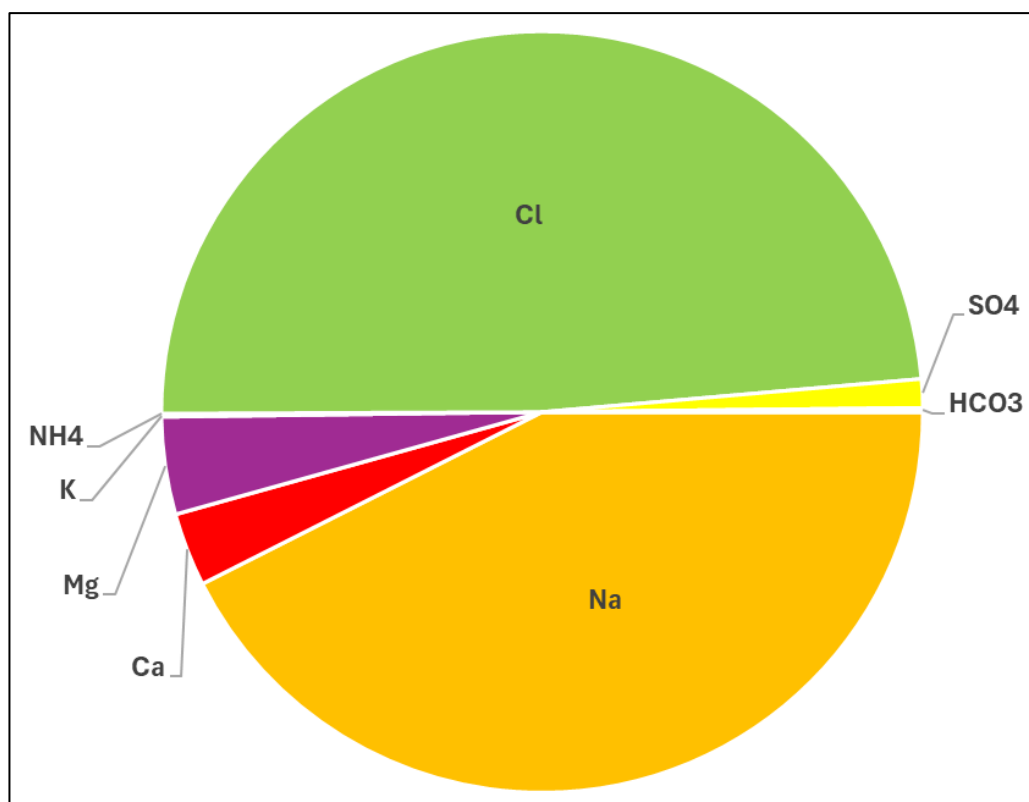
| Składnik                      | Zawartość             |                         |          |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                               | [mg/dm <sup>3</sup> ] | [mval/dm <sup>3</sup> ] | [% mval] |
| Aniony                        |                       |                         |          |
| Br <sup>-</sup>               | 31                    | 0,388                   | 0,05     |
| Cl <sup>-</sup>               | 25 000                | 699,238                 | 97,85    |
| F <sup>-</sup>                | <0,10                 | 0,010                   | 0,00     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 196                   | 3,209                   | 0,45     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 560                   | 11,750                  | 1,64     |
| Suma anionów                  | -                     | 714,595                 | 100,00   |
| Kationy                       |                       |                         |          |
| Ba <sup>2+</sup>              | 0,975                 | 0,014                   | 0,00     |
| Zn <sup>2+</sup>              | 0,306                 | 0,009                   | 0,00     |
| Al <sup>3+</sup>              | 0,071                 | 0,008                   | 0,00     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 8,8                   | 0,489                   | 0,06     |
| Li <sup>+</sup>               | 0,369                 | 0,053                   | 0,01     |
| Mg <sup>2+</sup>              | 295                   | 24,288                  | 3,07     |
| Mn <sup>2+</sup>              | 0,748                 | 0,027                   | 0,00     |
| K <sup>+</sup>                | 85,4                  | 2,185                   | 0,28     |
| Na <sup>+</sup>               | 16 100                | 700,261                 | 88,40    |
| Sr <sup>2+</sup>              | 120                   | 2,654                   | 0,33     |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1240                  | 61,868                  | 7,81     |
| Fe <sub>og.</sub>             | 7,47                  | 0,268                   | 0,03     |
| Suma kationów                 | -                     | 792,124                 | 100,00   |
| Suma rozp. skł. min           | 43 440,9              | 1506,72                 | -        |
| Błąd analizy [%]              | 5,15                  |                         |          |
| Typ wody                      | Cl-Na                 |                         |          |



**Rysunek 3** Wykres kołowy Udłufta przedstawiający zawartość głównych jonów w wodzie termalnej z otworu Dębno GT-1 – II stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

**Tabela 8** Bilans jonowy wody – III stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

| Składnik                      | Zawartość             |                         |          |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                               | [mg/dm <sup>3</sup> ] | [mval/dm <sup>3</sup> ] | [% mval] |
| Aniony                        |                       |                         |          |
| Br <sup>-</sup>               | 37                    | 0,463                   | 0,06     |
| Cl <sup>-</sup>               | 29 000                | 824,965                 | 97,17    |
| F <sup>-</sup>                | <0,10                 | 0,011                   | 0,00     |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 178                   | 2,912                   | 0,34     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 990                   | 20,625                  | 2,43     |
| Suma anionów                  | -                     | 848,976                 | 100,00   |
| Kationy                       |                       |                         |          |
| Ba <sup>2+</sup>              | 0,932                 | 0,014                   | 0,00     |
| Zn <sup>2+</sup>              | 0,128                 | 0,004                   | 0,00     |
| Al <sup>3+</sup>              | 0,091                 | 0,010                   | 0,00     |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 8,9                   | 0,495                   | 0,05     |
| Li <sup>+</sup>               | 0,419                 | 0,060                   | 0,01     |
| Mg <sup>2+</sup>              | 929                   | 76,454                  | 8,25     |
| Mn <sup>2+</sup>              | 0,692                 | 0,025                   | 0,00     |
| K <sup>+</sup>                | 78,6                  | 2,011                   | 0,22     |
| Na <sup>+</sup>               | 18 100                | 787,043                 | 84,92    |
| Sr <sup>2+</sup>              | 120                   | 2,715                   | 0,29     |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1160                  | 57,748                  | 6,23     |
| Fe <sub>og.</sub>             | 7,42                  | 0,266                   | 0,03     |
| Suma kationów                 | -                     | 926,845                 | 100,00   |
| Suma rozp. skł. min           | 50 954,8              | 1775,82                 | -        |
| Błąd analizy [%]              | 4,38                  |                         |          |
| Typ wody                      | Cl-Na                 |                         |          |



**Rysunek 4** Wykres kołowy Udłufka przedstawiający zawartość głównych jonów w wodzie termalnej z otworu Dębno GT-1 – III stopień pompowania pomiarowego J<sub>1</sub>

### 1.13. Wyniki badań wody z utworów triasu środkowego

Znikomy dopływ wód z poziomu triasu środkowego, w warunkach zatłoczenia otworu solanką z poziomu jury dolnej, uniemożliwił pobranie reprezentatywnej próbki wody. W związku z tym przedstawiony poniżej opis nie może być traktowany jako rzeczywisty obraz warunków hydrochemicznych panujących w utworach triasu środkowego.

Na podstawie wyników badań wody pobranej z otworu Dębno GT-1 podczas pompowania testowego stwierdza się, że w poziomie triasu środkowego występują wody mineralne, termalne typu Cl-Na o mineralizacji ogólnej, wyrażonej sumą rozpuszczonych składników mineralnych, wynoszącej 50,4 g/dm<sup>3</sup> (podano mineralizację określoną metodą obliczeniową na podstawie bilansu jonowego skróconej analizy wody).

Wody te zalicza się do wód obojętnych o odczynie w skali pH wynoszącym 6,7-7,2. Potencjał utleniająco-redukujący przyjmuje wartość ok. -170 mV i wskazują na panujące w poziomie triasu środkowego warunki przejściowe pomiędzy

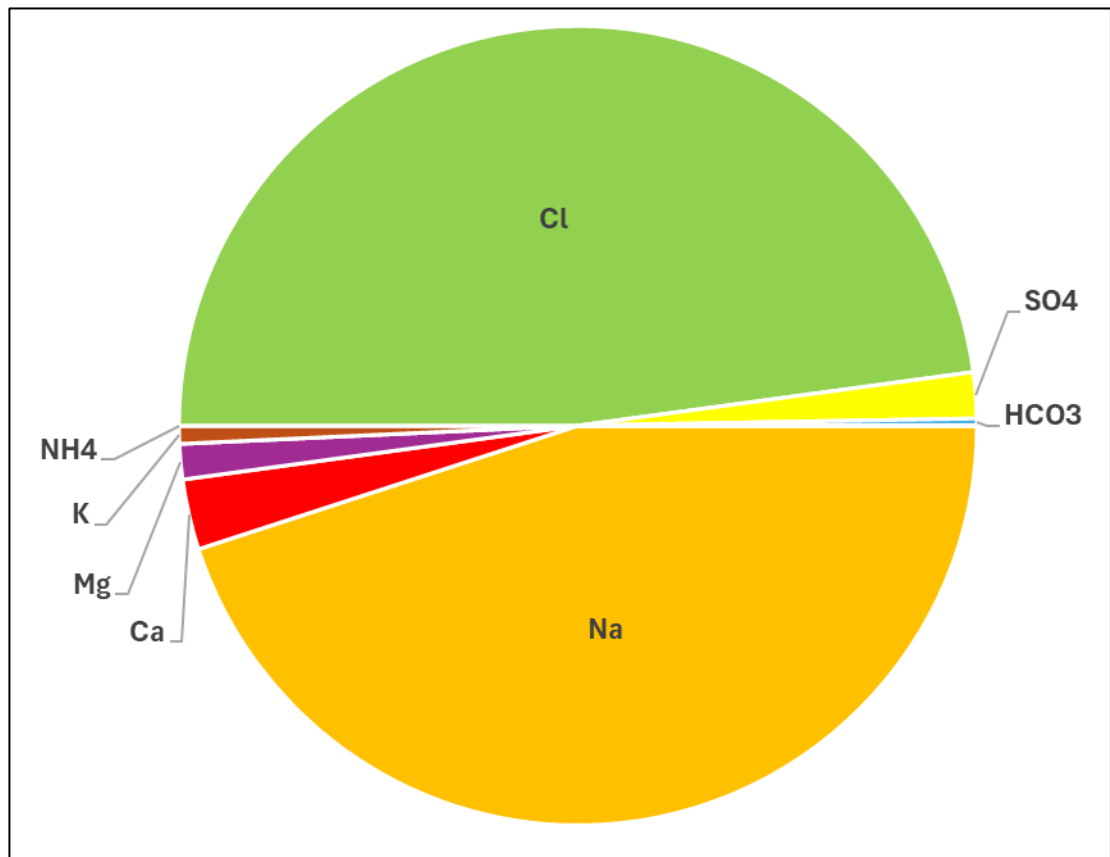


utleniającymi a redukcyjnymi. Przewodność elektrolityczna wody wynosi ok. 50,5 mS/cm. Wartości parametrów szybkozmiennych podano na podstawie pomiarów terenowych wykonanych podczas pompowania testowego.

W składzie jonowym wody dominuje anion chlorkowy występujący w ilości 27 000 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 95,7% mval wszystkich anionów (tab. 30). Pozostałe aniony główne występują w ilości: jony siarczanowe 1400 mg/dm<sup>3</sup> (3,7% mval) i jony wodorowęglanowe 281 mg/dm<sup>3</sup> (0,6% mval). Wśród kationów przeważa jon sodowy występujący w ilości 18 100 mg/dm<sup>3</sup>, co stanowi 90,0% mval. Ponadto w wodzie w większych ilościach są obecne kationy: wapniowe 998 mg/dm<sup>3</sup> (5,7% mval), potasowe 490 mg/dm<sup>3</sup> (1,4% mval) i magnezowe 303 mg/dm<sup>3</sup> (2,8% mval). Jon amonowy występuje w ilości 5,8 mg/dm<sup>3</sup>. Błąd analiz wynosi 3,9%.

**Tabela 9** Bilans jonowy wody – pompowanie testowe poziomu T<sub>2</sub>

| Składnik                      | Zawartość             |                         |          |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|
|                               | [mg/dm <sup>3</sup> ] | [mval/dm <sup>3</sup> ] | [% mval] |
| Aniony                        |                       |                         |          |
| Cl <sup>-</sup>               | 27 000                | 774,048                 | 95,71    |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 281                   | 4,613                   | 0,57     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 1400                  | 30,042                  | 3,71     |
| Suma anionów                  | -                     | 808,703                 | 100,00   |
| Kationy                       |                       |                         |          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>  | 5,8                   | 0,322                   | 0,04     |
| Mg <sup>2+</sup>              | 303                   | 24,921                  | 2,85     |
| K <sup>+</sup>                | 490                   | 12,507                  | 1,43     |
| Na <sup>+</sup>               | 18 100                | 787,761                 | 90,00    |
| Ca <sup>2+</sup>              | 998                   | 49,79                   | 5,69     |
| Suma kationów                 | -                     | 875,301                 | 100,00   |
| Suma rozp. skł. min           | 50 440,0              | -                       | -        |
| Błąd analizy [%]              | 3,9                   |                         |          |
| Typ wody                      | Cl-Na                 |                         |          |



**Rysunek 5.** Wykres kołowy Udłufu przedstawiający zawartość głównych jonów w wodzie termalnej z otworu Dębno GT-1 – pompowanie testowe poziomu T<sub>2</sub>

### 1.13. Dokumentacja hydrogeologiczna

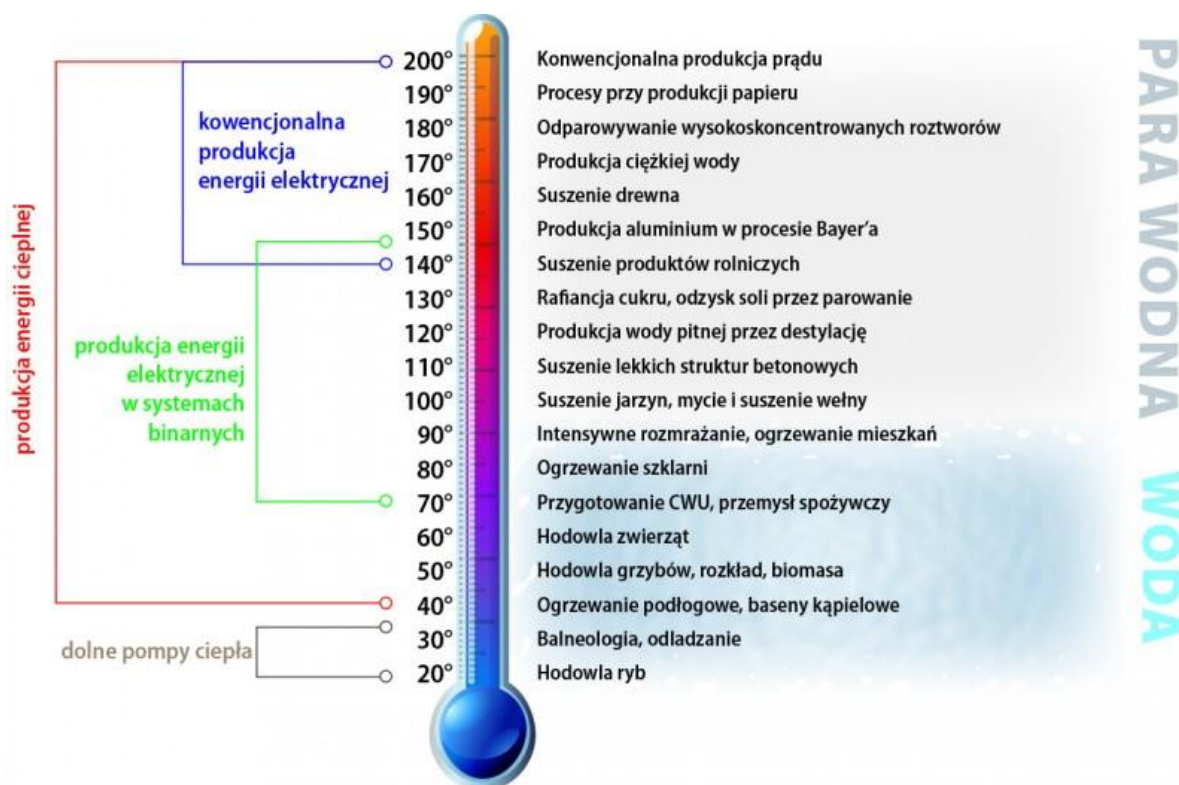
Zasoby eksploatacyjne wody termalnej z utworów jury dolnej ujętej otworem Dębno GT-1 zostały ustalone w „Dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne ujęcia wód termalnych Dębno GT-1 z utworów jury dolnej w miejscowości Dębno”.

Dokumentacja została zatwierdzona Decyzją Marszałka Województwa Zachodniopomorskiego znak WOŚ-IV.7431.22.2025.ZZ z dnia 2 października 2025 r.

## 2. Możliwości zagospodarowania wody termalnej

Możliwości wykorzystania wód termalnych zależą głównie od ich temperatury. Wy różnić można dwa główne sposoby wykorzystania wód termalnych (Rysunek 6). Z jednej strony jest to wykorzystanie płynów o odpowiednio wysokiej temperaturze (powyżej 100°C) i ciśnieniu do wykonania pracy w turbinie napędzającej generator energii elektrycznej, z drugiej – bezpośrednie wykorzystanie złóż nisko- i średnio-

temperaturowych głównie w ciepłownictwie (wody o temperaturze powyżej 50°C), ale także do celów rekreacyjnych, leczniczych, balneologicznych, czy też w rolnictwie (wody o temperaturze poniżej 50°C)<sup>1</sup>.



**Rysunek 6** Wykorzystanie wody termalnej w zależności od jej temperatury<sup>2</sup>

Większość zasobów wód termalnych występujących na terenie Polski nie posiada temperatury przekraczającej 100°C, co jednoznacznie określa możliwości ich wykorzystania (Rysunek 6). Wśród sposobów bezpośredniego wykorzystania wód termalnych na świecie dominuje dziewięć głównych dziedzin<sup>3</sup>. Woda termalna może stanowić dolne źródło ciepła dla absorpcyjnych lub sprężarkowych pomp ciepła<sup>4,5</sup>. Bardzo popularne jest również wykorzystanie wód termalnych

<sup>1</sup> Oniszk-Popławska A., Zowski M., Rogulska M.: *Ciepło z wnętrza ziemi. Podstawowe informacje na temat wykorzystania energii geotermalnej*. EC BREC/IBMER, Gdańsk-Warszawa 2003

<sup>2</sup> <https://geotermia-uniejow.pl/woda-geotermalna/wykorzystanie>

<sup>3</sup> Lund J.W.: *Sposoby bezpośredniego wykorzystania energii geotermalnej*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 5/89, s. 39 - 40

<sup>4</sup> Bloomquist R.G.: *Ekonomika zastosowania systemów geotermalnych pomp ciepła dla budynków komercyjnych i użyteczności publicznej*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia nr 5/2001, s. 25 - 40

<sup>5</sup> Smal W., Nienartowicz J.: *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii za pomocą pomp ciepłych*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 5/89, s. 29 - 37

w kąpieliskach, na pływalni oraz w balneologii<sup>6,7</sup>. W ogrzewnictwie wykorzystywane jest około 20% wydobywanych wód termalnych<sup>8</sup>. Energia cieplna odebrana wodzie termalnej wykorzystywana jest jeszcze dość powszechnie również w ogrodnictwie szklarniowym i hydrouprawach<sup>9</sup>, w przemyśle<sup>10</sup>, inne wykorzystania stanowią około 0,4%.

## **2.1. Parametry geotermalne otworu**

Pompowanie pomiarowe rozpoczęto po ok. 56 godzinnej stabilizacji zwierciadła wody. Przed rozpoczęciem pompowania pomiarowego zwierciadło wody w otworze znajdowało się na głębokości 6,41 m p.p.t.

Pompowanie pomiarowe wykonano na trzech stopniach w dn. 30.05.2025 r. przy użyciu pompy głębinowej Grundfos MMS8000, No. 96221395 Model C zapuszczonej do otworu na głębokość 83,0 m p.p.t. Woda trafiała do zbiornika rozprężnego, z którego przez skrzynię przelewową była wylewana do zbiornika zrzutowego. Sonda hydrostatyczna została zapuszczona na głębokość 100,0 m. Wydajność mierzono z wykorzystaniem dwóch przepływomierzy elektromagnetycznych zamontowanych przy głowicy otworu. Na wypływie z otworu zamontowano sondy do pomiaru temperatury, przewodności elektrolitycznej właściwej wody, odczynu pH i potencjału redox. Pomiar wydajności, ciśnienia (położenia zwierciadła wody) i temperatury, a także odczynu, Eh i PEW prowadzone były automatycznie z częstotliwością zapisu co 10 sekund. Woda była odprowadzana do skrzyni przelewowej, a następnie do dołu zrzutowego.

Parametry eksploatacyjne otworu Dębno GT-1 wynoszą:

- Temperatura wody na wypływie: 38,4°C;

---

<sup>6</sup> Latur T.: *Aktualny stan i dalsze możliwości wykorzystania w Polsce wód termalnych do celów leczniczych, profilaktycznych oraz rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2007, s. 63 - 67

<sup>7</sup> Madeyski A.: *Użytkowanie wód geotermalnych do celów kąpieliskowych*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 4/2004, s. 25 – 28.

<sup>8</sup> Lemale J.: *Zastosowanie geotermii niskiej entalpii w ogrzewaniu mieszkań*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 2/95, s. 5 – 11.

<sup>9</sup> Rosik-Dulewska Cz., Grabda M.: *Wykorzystanie ciepła niskotemperaturowych wód geotermalnych w produkcji ogrodniczej pod osłonami*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 5/2001, s. 163 – 173.

<sup>10</sup> Lindal B.: *Przegląd przemysłowych zastosowań geotermii*. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 6/95, s. 55 – 63.

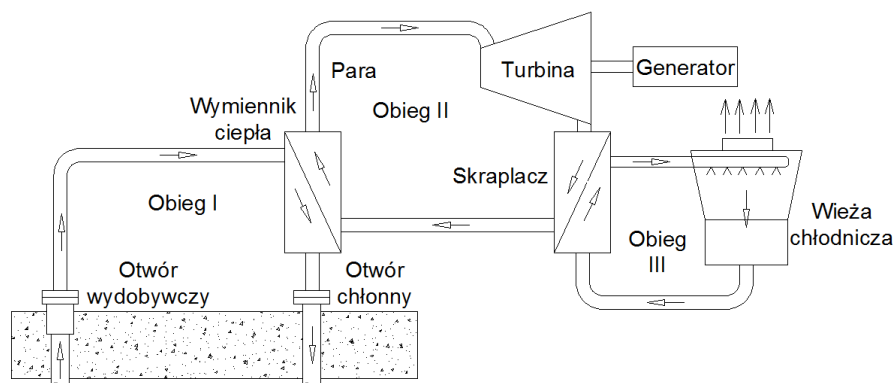
- Temperatura wody w złożu: 40,64°C;
- Wydajność eksploatacyjna: 208 m<sup>3</sup>/h;
- Mineralizacja wody: 50,8 g/dm<sup>3</sup>.

## **2.2. Energetyka – energia elektryczna**

Przy wyborze metody pozyskiwania energii elektrycznej wpływ mają przede wszystkim parametry wody termalnej i/lub pary wydobywanej z wnętrza Ziemi, czyli jej temperatura, stan termodynamiczny i skład chemiczny. Najczęściej elektrownie i elektrociepłownie geotermalne buduje się w dwojaki sposób.

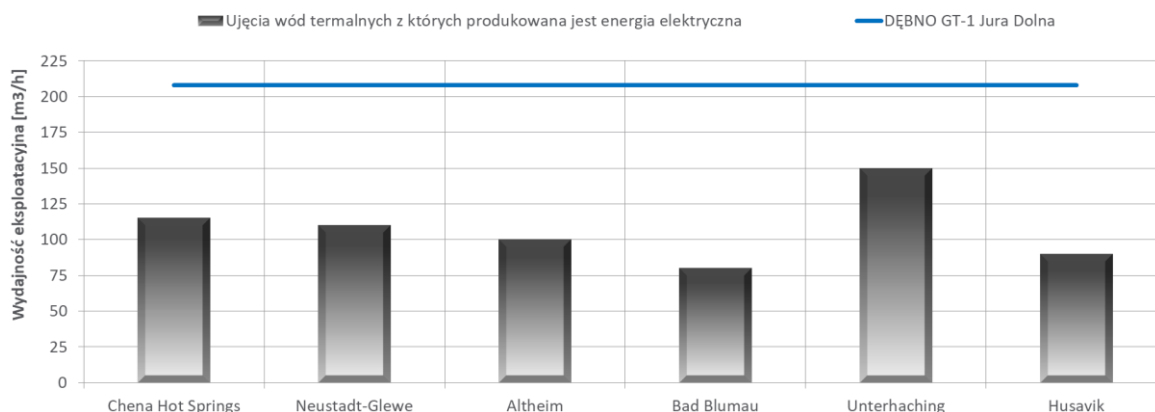
Pierwszy ze sposobów budowania elektrowni geotermalnych polega na bezpośrednim odparowaniu płynu geotermalnego w rozprężaczu. Jeśli jego temperatura przekracza 200 - 300°C kierowany jest na turbinę parową gdzie energia cieplna zostaje zamieniona na energię mechaniczną ruchu obrotowego łopatek turbiny, a następnie w generatorze na prąd elektryczny. Wykorzystaną parę kieruje się do skraplacza, gdzie ulega kondensacji, a skropliny wtłaczane są z powrotem otworem chłodniczym do złoża co zapewnia odnawialność złoża. Tego typu elektrowni geotermalnych nie można będzie budować na terenie Polski ze względu na odmienne warunki hydrogeotermalne w porównaniu chociażby z włoskim Larderello czy amerykańskim The Geysers w Kalifornii.

Drugi sposób budowy elektrowni geotermalnych wykorzystuje elektrownie dwuczynnikowe (binarne), w których wyróżnia się trzy obiegi (Rysunek 7). Pierwszy z nich stanowi obieg wody pobranej ze źródła geotermalnego, przepływa ona do wymiennika ciepła, który odbiera ciepło wodzie gorącej i przekazuje je dalej. Schłodzona woda wraca do złoża. Praca drugiego obiegu polega na wykorzystaniu ciepła odebranego od źródła geotermalnego na odparowanie czynnika (np. izopentanu). Pary czynnika są kierowane na turbinę napędzającą generator elektryczny. Zadaniem obiegu trzeciego jest skroplenie czynnika roboczego poprzez wykorzystanie wymiennika ciepła w tym przypadku skraplacza. Jako czynnika chłodzącego wykorzystuje się wodę.

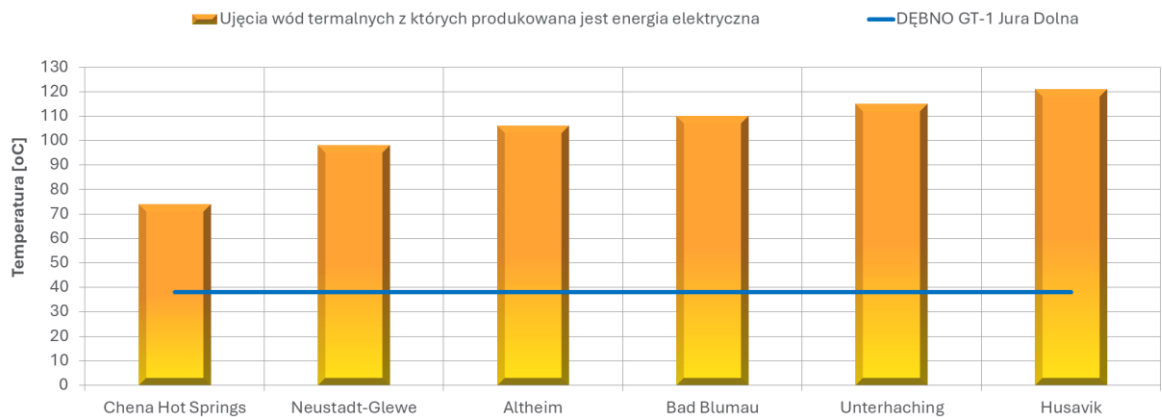


**Rysunek 7.** Uproszczony schemat binarnej elektrowni geotermalnej

Przedstawionego poniżej przeglądu siłowni binarnych działających na świecie dokonano przy uwzględnieniu warunków geotermalnych w rejonie Dębna. Pod uwagę wzięto siłownie binarne pracujące z temperaturami wody termalnej możliwymi do pozyskania w tym rejonie.



**Rysunek 8.** Porównanie wydajności wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w geotermalnych elektrowniach binarnych



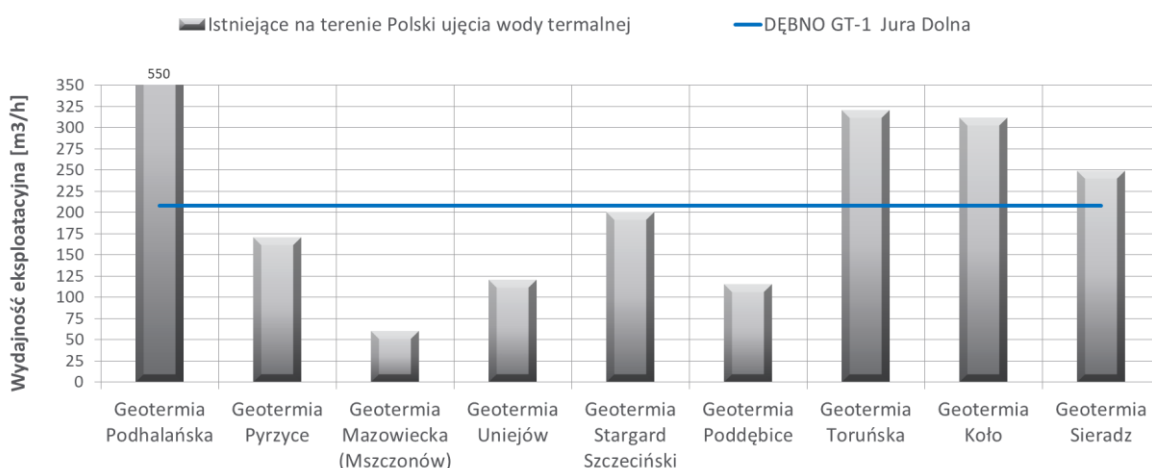
**Rysunek 9.** Porównanie temperatury wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w geotermalnych elektrowniach binarnych

Analiza parametrów geotermalnych jednoznacznie wskazuje, na brak możliwości wykorzystanie wody termalnej z otworu Dębno GT-1 do produkcji energii elektrycznej ze względu na zbyt niską temperaturę wody termalnej.

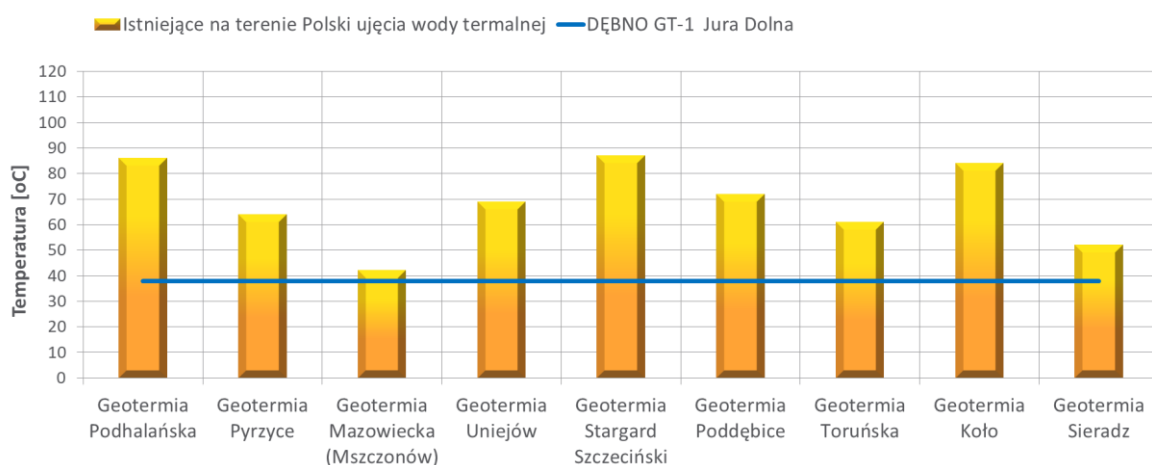
### 2.3. Ciepłownictwo (bezpośrednie wykorzystanie wody termalnej)

Aby ocenić energetyczną przydatności wody termalnej z otworu Dębno GT-1 porównano jej temperaturę z temperaturą wody wydobywanej w obecnie działających ciepłowniach geotermalnych na terenie Polski. Jak wynika z analizy zaprezentowanej poniżej, temperatury wody termalnej z otworu Dębno GT-1 są niższe od temperatur eksploatowanych w ciepłowniach geotermalnych na terenie kraju, porównywalne z temperaturą w Geotermii Mazowieckiej w Mszczonowie.

Poza temperaturą eksploatowanej wody, głównym parametrem definiującym przydatność wód termalnych do ich wykorzystania w energetyce jest wydajność eksploatacyjna ujęcia. W celu oceny przydatności wykorzystania wód termalnych z otworu Dębno GT-1 do celów ciepłowniczych, porównano możliwości ich eksploatacji z wydajnością możliwą do pozyskania w już istniejących ciepłowniach geotermalnych działających na terenie Polski. Jak widać z analizy przedstawionej poniżej, wydajność jest stosunkowo wysoka porównywalna do wydajności eksploatowanych w istniejących w Polsce ciepłowniach geotermalnych.



**Rysunek 10.** Porównanie wydajności eksploatacyjnej wody z otworu Dębno GT-1 z wydajnościami eksploatacyjnymi wody termalnej w ciepłowniach geotermalnych w Polsce



**Rysunek 11.** Porównanie temperatury wody z otworu Dębno GT-1 z temperaturami wody termalnej eksploatowanymi w ciepłowniach geotermalnych w Polsce

Bezpośrednie wykorzystanie wody termalnej do produkcji ciepła zakłada wykorzystanie wymiennika ciepła, w którym woda termalna oddaje ciepło wodzie sieciowej, a po schłodzeniu jest zatłaczana do macierzystej warstwy wodonośnej za pomocą otworów chłonnych. W takim przypadku, temperatura wody termalnej musi być wyższa od temperatury wody powracającej z sieci ciepłowniczej.

Sieć ciepłownicza miasta Dębno należąca do SEC Region Sp. z o.o. w Szczecinie, zaopatrywana jest przez ciepłownię zlokalizowaną w Dębnie przy ul. Cegielnianej



4. Ciepłownia wyposażona jest w 2 kotły wodne: WR-5 o mocy nominalnej 4,5 MW każdy i WR-10 o mocy nominalnej 11,63 MW. Łączna moc źródła ciepła wynosi 16,13 MW.

Sieć ciepłownicza składa się z sieci magistralnej i przyłączy wysokoparametrowych oraz niskoparametrowych zewnętrznych instalacji odbiorczych. Nośnikiem ciepła jest woda o parametrach 130/70°C. Sieci w technologii preizolowanej charakteryzuje wiek do 30 lat, pozostałe sieci w technologii napowietrznej i kanałowej, wybudowane zostały w połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku.

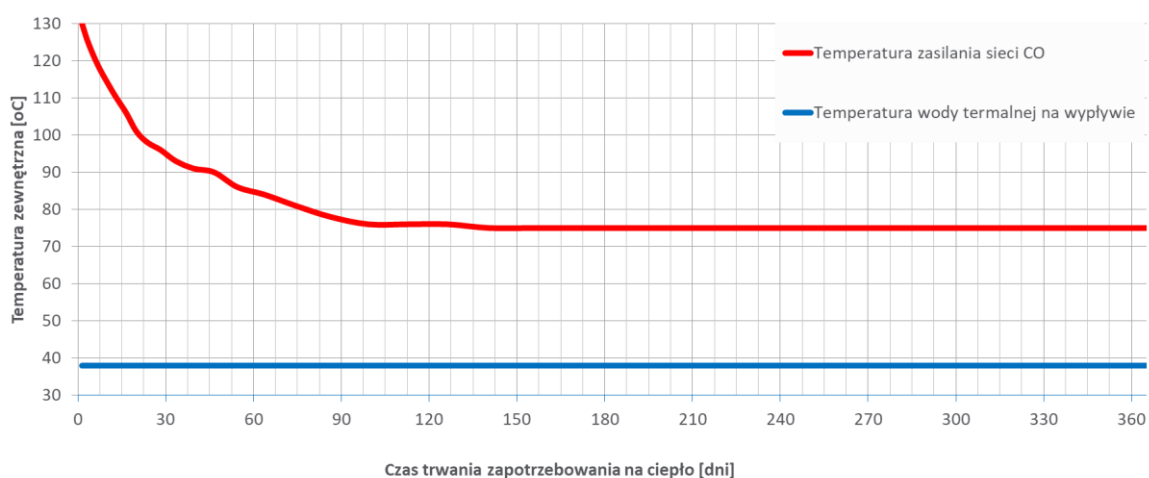
Długość sieci wynosi 9211 m (stan na 2022 rok). Ponad połowa sieci to sieci preizolowane, ok. 39% stanowią sieci tradycyjne, a 10% sieci napowietrzne. Straty przesyłowe szacuje się na 21,4%. W ostatnich latach odnotowuje się ich spadek<sup>11</sup>. Sieć ciepłownicza pracuje przy parametrach 130/70, z temperaturami zasilania i powrotu zależnymi od temperatury zewnętrznej i warunków atmosferycznych, w związku z czym prawdopodobną krzywą grzania przedstawiono dla systemu o parametrach 130/70. Temperatury zasilania i powrotu z sieci w zależności od temperatury zewnętrznej przedstawiono w tabeli poniżej.

**Tabela 10** Temperatury zasilania i powrotu w miejskim systemie grzewczym

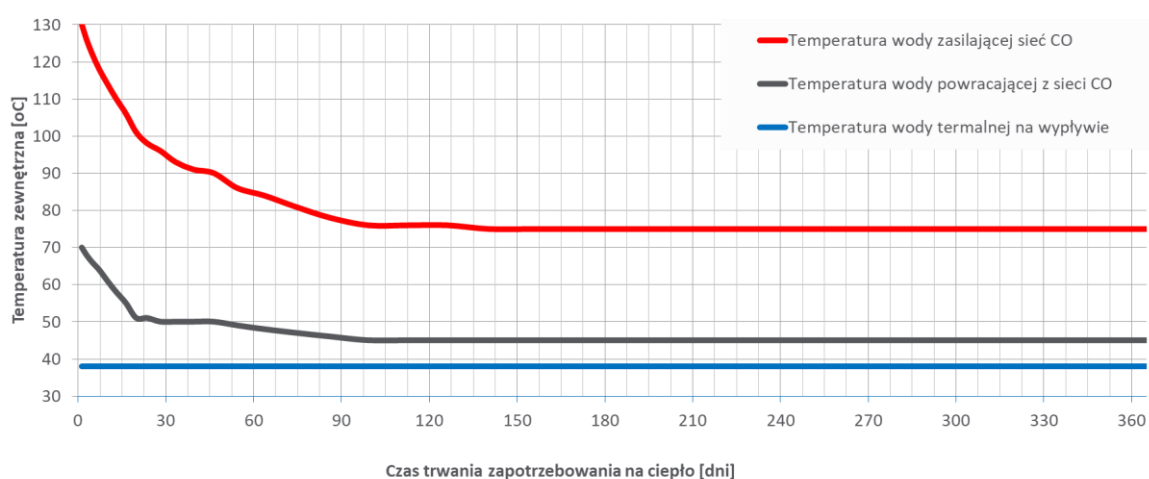
| Temperatura zewnętrzna [°C] | Czas trwania zadanego obciążenia [h/rok] | Czas trwania zadanego obciążenia i większego [h/rok] | Temperatura zasilania [°C] | Temperatura powrotu [°C] |
|-----------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| -16                         | 32                                       | 32                                                   | 130                        | 70                       |
| -15                         | 38                                       | 70                                                   | 126                        | 68                       |
| -14                         | 48                                       | 118                                                  | 122                        | 66                       |
| -13                         | 56                                       | 174                                                  | 118                        | 64                       |
| -12                         | 68                                       | 242                                                  | 114                        | 61                       |
| -11                         | 72                                       | 314                                                  | 110                        | 58                       |
| -10                         | 80                                       | 394                                                  | 106                        | 55                       |
| -9                          | 84                                       | 478                                                  | 101                        | 51                       |
| -8                          | 91                                       | 569                                                  | 98                         | 51                       |
| -7                          | 108                                      | 677                                                  | 96                         | 50                       |
| -6                          | 124                                      | 801                                                  | 93                         | 50                       |
| -5                          | 146                                      | 947                                                  | 91                         | 50                       |
| -4                          | 168                                      | 1 115                                                | 90                         | 50                       |
| -3                          | 192                                      | 1 307                                                | 86                         | 49                       |
| -2                          | 220                                      | 1 527                                                | 84                         | 48                       |
| -1                          | 256                                      | 1 783                                                | 81                         | 47                       |
| 0                           | 287                                      | 2 070                                                | 78                         | 46                       |
| 1                           | 310                                      | 2 380                                                | 76                         | 45                       |

<sup>11</sup> Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla gminy Dębno, Małopolska Fundacja Energii i Środowiska, 2023, Kraków.

|    |      |       |    |    |
|----|------|-------|----|----|
| 2  | 323  | 2 703 | 76 | 45 |
| 3  | 328  | 3 031 | 76 | 45 |
| 4  | 339  | 3 370 | 75 | 45 |
| 5  | 354  | 3 724 | 75 | 45 |
| 6  | 348  | 4 072 | 75 | 45 |
| 7  | 337  | 4 409 | 75 | 45 |
| 8  | 308  | 4 717 | 75 | 45 |
| 9  | 287  | 5 004 | 75 | 45 |
| 10 | 240  | 5 244 | 75 | 45 |
| 11 | 195  | 5 439 | 75 | 45 |
| 12 | 3321 | 8 760 | 75 | 45 |



**Rysunek 12.** Porównanie temperatury wody zasilającej i powracającej z sieci ciepłowniczej w Dębnie z temperaturą wody z otworu Dębno GT-1



**Rysunek 13.** Porównanie temperatury wody zasilającej i powracającej z sieci ciepłowniczej w Dębnie z temperaturą wody z otworu Dębno GT-1

Porównanie parametrów wody termalnej z otworu Dębno GT-1 z temperaturą wody zasilającej i powracającej z sieci ciepłowniczej jednoznacznie wskazuje na brak możliwości bezpośredniego odbioru ciepła od wody termalnej ze względu na zbyt niską temperaturę na wypływie – temperatura wody z otworu Dębno GT-1 jest niższa od temperatury wody powracającej z sieci ciepłowniczej.

#### **2.4. Ciepłownictwo (z wykorzystaniem pomp ciepła)**

Biorąc pod uwagę fakt, że temperatura wody termalnej z otworu Dębno GT-1 nie pozwala na jej bezpośrednie wykorzystanie do podgrzewania wody powracającej z sieci ciepłowniczej, produkcja energii cieplnej z wody termalnej z otworu Dębno GT-1 musi odbywać się z wykorzystaniem pomp ciepła.

Poniżej przedstawiono wstępną koncepcję wykorzystania wody termalnej z otworu Dębno GT-1 w celach ciepłowniczych z odbiorem energii cieplnej za pomocą pompy ciepła.

Będzie odbywało się ono w systemie wielootworowym (otwór wydobywczy i otwory chłonne). W przypadku wody termalnej pochodzących z utworów wodonośnych jury dolnej niemożliwy będzie jej zrzut w dużych ilościach do cieków powierzchniowych, ze względu na zbyt wysoką mineralizację (mineralizacja wynosi ok. 51 g/dm<sup>3</sup>).

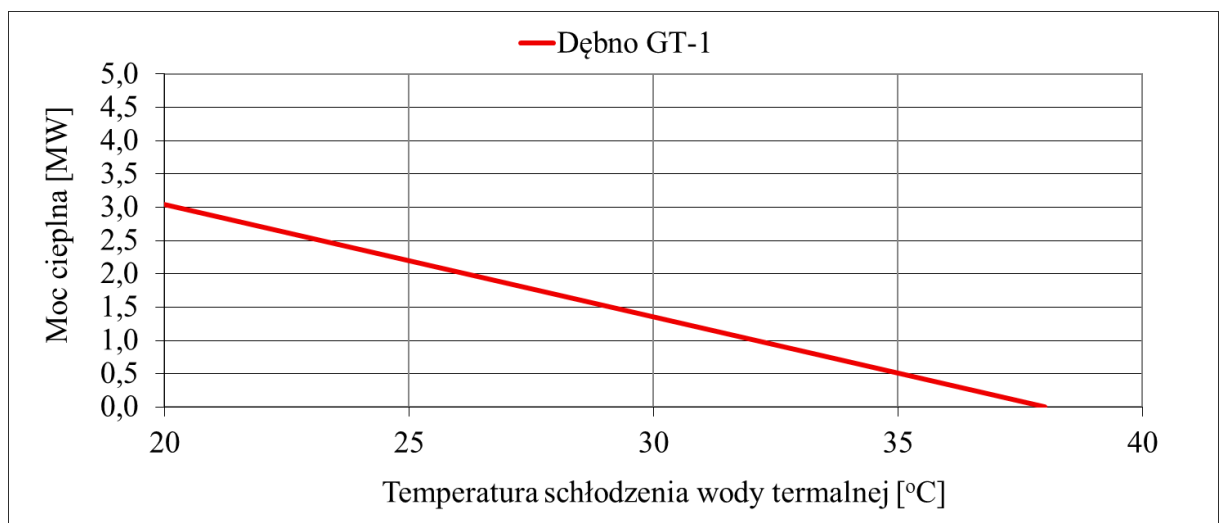
Podstawową zasadą działania dubletu geotermalnego jest zapewnienie ciągłości przepływu pomiędzy otworem eksploatacyjnym, a otworem chłonnym, wynikające z konieczności wtłaczania w tym samym czasie wydobytej ze złoża wody. Woda termalna, oddając ciepło za pomocą wymiennika, ogrzewa wodę sieciową krążącą w obiegu zamkniętym. Schłodzona woda termalna jest następnie przepompowywana do otworu chłonnego i zatłaczana do tej samej warstwy wodonośnej, z której została wydobyta, celem jej ponownego ogrzania. Podczas eksploatacji wody termalnej za pomocą dubletu geotermalnego ilość wydobywanej wody jest limitowana możliwościami chłonnymi otworu zatłaczającego. Jak wynika z doświadczeń ciepłowni geotermalnych funkcjonujących zarówno w naszym kraju, jak i poza jego granicami, już na etapie projektowania należy założyć, że można

będzie zatłoczyć co najmniej o 30% mniej wody w stosunku do możliwości wydobywczego otworu eksploatacyjnego, zaś w toku pracy ciepłowni, wydajność zatłaczania będzie spadać ze względu na postępujący proces kolmatacji otworów chłonnych. W związku z powyższym, rzeczywistą możliwą do uzyskania moc cieplną regulują możliwości chłonne otworów zatłaczających.

Dla oceny rzeczywistych parametrów pracy ciepłowni geotermalnej zakłada się uzyskanie wydajności zatłaczania na poziomie ok. 70% wydajności eksploatacyjnej, tj. ok. 145 m<sup>3</sup>/h.

Podczas szacowania teoretycznej mocy źródła geotermalnego założono, że wydobyta woda termalna maksymalnie może być schładzana do temperatury 20°C. Tak niską temperaturę zatłaczania wody termalnej można osiągnąć przy wykorzystaniu systemu absorpcyjnych pomp ciepła. Pompy te z jednej strony będą obniżały temperaturę zatłaczania wody termalnej, a z drugiej strony będą podnosiły temperaturę czynnika grzewczego krążącego w systemie ciepłowniczym. Przy takich parametrach wody termalnej i założeniu schłodzenia wody do temperatury 20°C można uzyskać moc cieplną wynoszącą około 3,04 MW (Rysunek 14).

Oszacowany strumień ciepła jest tylko ciepłem pochodzącym od wody termalnej, nie uwzględniono tutaj mocy napędowej pomp ciepła.



**Rysunek 14.** Potencjalna moc cieplna ujęcia jury dolnej w Dębnie

Wstępna koncepcja zakłada współpracę układu wykorzystującego wody termalne z utworów jury dolnej z siecią ciepłowniczą należącą do SEC Region w Szczecinie dla zaopatrzenia w ciepło obiektów należących zasilanych z miejskiego systemu grzewczego.

Założono, że odbiór ciepła geotermalnego od wody termalnej będzie realizowany zgodnie ze schematem przedstawionym poniżej (Rysunek 15).

Prognozuje się, iż wydobywana otworem Dębno GT-1 woda termalna z poziomu wodonośnego jury dolnej, będzie osiągała na wytwywie temperaturę ok. 38°C. Temperatura wydobywanej wody termalnej nie pozwala na jej bezpośrednie wykorzystanie w wysokotemperaturowym systemie ciepłowniczym zasilającym w ciepło miasto Dębno, w związku z czym konieczne jest zastosowanie pomp ciepła w celu odbioru ciepła geotermalnego.

Woda termalna wydobyta za pomocą otworu Dębno GT-1 będzie przetłaczana na wymiennik ciepła WC-1, który będzie stanowił dolne źródło ciepła dla absorpcyjnej pompy ciepła. Tutaj nastąpi jej schłodzenie do około 22 ÷ 35°C.

W górnym źródle ciepła absorpcyjnej pompy ciepła woda sieciowa będzie podgrzewana do temperatury około 60°C. Aby uzyskać ciepło napędowe dla absorpcyjnej pompy ciepła można zastosować wysokotemperaturowy kocioł zasilany gazem ziemnym.

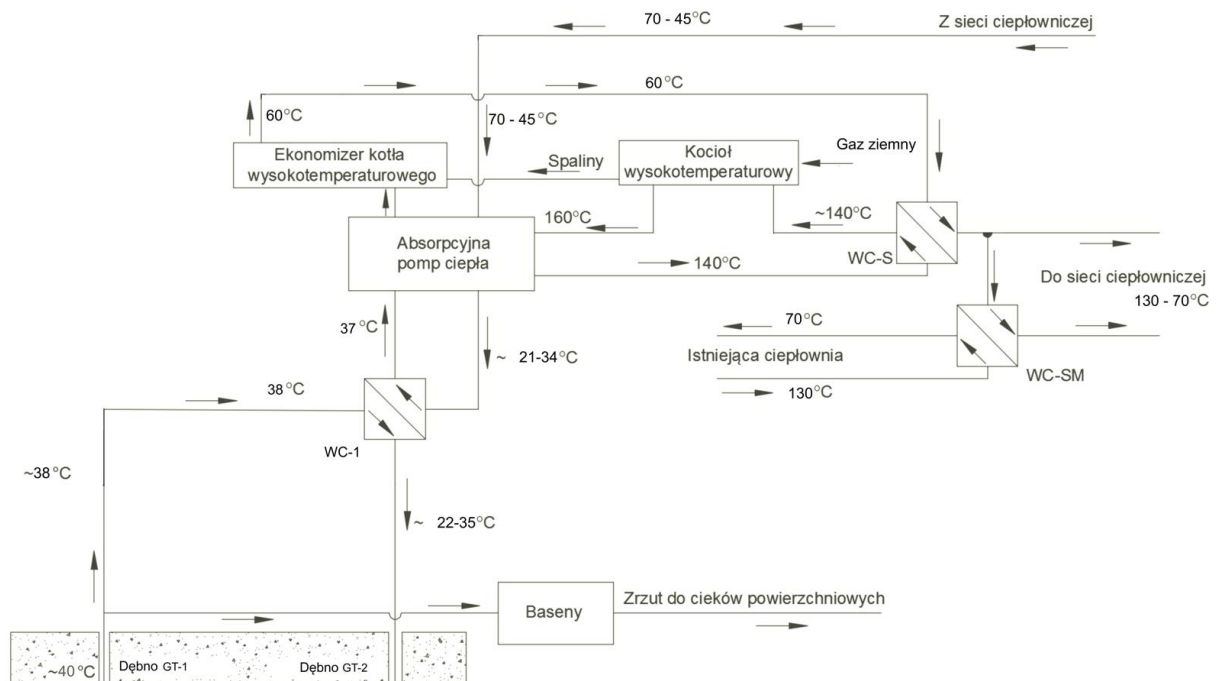
W warunkach niskich temperatur woda powracającej z systemu ciepłowniczego układ wymiennika WC-1 i absorpcyjnej pompy ciepła nie będzie w stanie ogrzać wody sieciowej do temperatury powyżej 60°C. W tym celu przewidziano dodatkowy szczytowy wymiennik ciepła WC-S, w którym woda sieciowa zasilająca sieć ciepłowniczą dogrzewana będzie za pomocą kotła wysokotemperaturowego zasilanego gazem ziemnym.

Aby można było uzupełnić brakujące ciepło geotermalne przewidziano kolejny wymiennik ciepła WC-SM, który będzie zasilany ciepłem pochodzącym z istniejącej ciepłowni. Dokładny schemat koncepcyjny wykorzystania energii geotermalnej będzie mógł zostać wykonany dopiero na etapie projektowania ciepłowni

geotermalnej – po określeniu rzeczywistych parametrów wody termalnej i wyborze najbardziej optymalnego wariantu eksploatacji.

Schłodzona woda termalna zostanie zatłoczona ponownie do złoża za pomocą otworu chłonnego Dębno GT-2. (Rysunek 15).

Roczna wielkość produkcji ciepła Ciepłowni Miejskiej wynosi średnio około 82 tys. GJ/rok, a moc zamówiona wynosi 9,8 MW<sup>12</sup>. Uwzględniając temperaturę wody powrotnej z sieci ciepłowniczej, szacunkowa roczna wielkość produkcji ciepła z ciepłowni geotermalnej może wynieść 82 163 GJ/rok, w tym ok. 33 812 GJ/rok ciepła geotermalnego.



**Rysunek 15.** Uproszczony schemat koncepcji zagospodarowania wody termalnej

Poniżej przedstawiono wstępne szacunki wpływu realizacji analizowanego rozwiązania na środowisko.

#### Produkcja ciepła:

Moc zainstalowana ciepłowni geotermalnej:

- 6,6 MW

<sup>12</sup> Aktualizacja założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla gminy Dębno, Małopolska Fundacja Energii i Środowiska, 2023, Kraków.

Zdolność produkcyjna energii cieplnej:

- 82 163 GJ/rok

Zdolność produkcyjna ciepła geotermalnego:

- 33 812 GJ/rok

Zdolność produkcyjna ciepła z gazu ziemnego:

- 48 351 GJ/rok

Uniknięcie emisji CO<sub>2</sub>:

Współczynnik emisji CO<sub>2</sub> z węgla kamiennego – 94,83 kg/GJ

Współczynnik emisji CO<sub>2</sub> z gazu ziemnego – 55,37 kg/GJ

Współczynnik emisji CO<sub>2</sub> przyjęto na podstawie "Wartości opałowe (WO) i wskaźniki emisji CO<sub>2</sub> (WE) w roku 2021 do raportowania w Systemie Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2024", KOBIZE, Warszawa, 2023, dla ciepłowni.

Przyjęto, że w przypadku gdyby realizacja przedsięwzięcia nie doszła do skutku, zapotrzebowanie na ciepło będzie jak dotychczas pokryte z ciepłowni przy ul. Cegielnianej, zasilanej węglem kamiennym.

**Uniknięcie emisji w związku z produkcją ciepła geotermalnego:**

$$94,83 \text{ kg/GJ} * 33\,812 \text{ GJ} / 1000 = 3\,206 \text{ Mg CO}_2$$

**Uniknięcie emisji w związku z produkcją ciepła z gazu ziemnego:**

$$(94,83 - 55,37) \text{ kg/GJ} * 48\,351 \text{ GJ} / 1000 = 1\,908 \text{ Mg CO}_2$$

**Łącznie uniknięta emisja CO<sub>2</sub>:**

$$3\,206 \text{ Mg CO}_2 + 1\,908 \text{ Mg CO}_2 = 5\,114 \text{ Mg CO}_2/\text{rok}$$

Podkreślenia wymaga, że przedstawione obliczenia są szacunkowe, oparte na wstępnej koncepcji wykorzystania otworu geotermalnego i będą ulegać zmianom w ramach działań zmierzających do uszczegółowienia koncepcji wykorzystania otworu.

## **2.5. Analiza finansowa**

Poniżej przedstawiono założenia podstawowej analizy finansowej, mającej na celu określenie wymaganych nakładów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych

przedsięwzięcia polegającego na wykorzystaniu zasobów wód termalnych udokumentowanych otworem Dębno GT-1 mającej na celu określenie wynikowej ceny produkcji ciepła geotermalnego.

### **2.5.1. Prognoza nakładów inwestycyjnych**

Instalacje geotermalne charakteryzują się znacznymi nakładami inwestycyjnymi, związanymi głównie z kosztami wierceń i niskimi kosztami bieżącej eksploatacji. Ponadto przeważająca część nakładów ponoszonych na etapie budowy instalacji jest niezależna od ilości ciepła odbieranego z eksploatowanej wody termalnej. W celu zapewnienia niskich jednostkowych kosztów pozyskania ciepła konieczne jest zatem możliwie pełne wykorzystanie, w skali roku, potencjalnych zasobów energii cieplnej. Zagadnienie powyższe sprowadza się do przestrzegania zasady minimalizacji temperatury wody termalnej, kierowanej do otworu chłonnego, oraz maksymalizacji rocznego współczynnika obciążenia, czyli innymi słowy, do utrzymywania odbioru ciepła na możliwie wysokim, stałym poziomie w ciągu roku. Oba działania prowadzą do wzrostu rocznej produkcji ciepła, a tym samym do obniżenia jednostkowych kosztów energii cieplnej.

Nakłady inwestycyjne są sumą wszystkich kosztów poniesionych na wykonanie inwestycji do momentu oddania jej do eksploatacji. Do tych kosztów wlicza się m.in.: koszty badań naukowych, badań rynku, koszty projektów, koszty zakupu urządzeń i materiałów konstrukcyjnych, koszty terenu, koszty transportu, koszty montażu i robocizny, koszty uruchomienia i oddania urządzeń do eksploatacji.

Nakłady na wykonanie odwiertów oszacowane zostały z uwzględnieniem lokalnych warunków geologicznych oraz bieżących wskaźników cen stosowanych przez firmy wiertnicze (tabela poniżej). Do wyceny kosztów uwzględniono również dane uzyskane od producentów urządzeń oraz dane uzyskane od przedsiębiorstw eksploatujących źródła geotermalne. Prognozowane nakłady będą musiały być zweryfikowane przetargami na roboty geologiczne i dostawę urządzeń przeprowadzonymi zgodnie z Prawem Zamówień Publicznych.



Ciepłownia geotermalna w polskich warunkach musi być zbudowana w oparciu o co najmniej jeden otwór geotermalny pełniący rolę odnawialnego źródła ciepła. Niezbędnymi dla potrzeb planowanej ciepłowni geotermalnej potrzebami inwestycyjnymi będą:

- otwór wydobywczy (istniejący otwór Dębno GT-1),
- otwory chłonne – zakładane optymalne rozwiązanie polegające na wykonaniu u3 otworów zatłaczających,
- instalacja geotermalna,
- urządzenia i budowle geotermalne,
- przewody, armatura, AKPiA,
- projekty, administracja i inne.

**Tabela 11** Prognoza nakładów inwestycyjnych [zł]

| Wyszczególnienie                 | Wartość              |
|----------------------------------|----------------------|
| Otwór badawczy Dębno GT-1        | 0 (otwór istniejący) |
| Otwór chłonny Dębno GT-2         | 9 762 500            |
| Otwór chłonny Dębno GT-3         | 9 762 500            |
| Otwór chłonny Dębno GT-4         | 9 762 500            |
| Instalacja geotermalna           | 8 075 840            |
| Instalacje i budowle geotermalne | 13 731 881           |
| Przewody, armatura, AKPiA        | 6 542 316            |
| Projekty, administracja i inne   | 2 835 004            |
| <b>RAZEM:</b>                    | <b>60 472 541</b>    |

### **Otwór wydobywczy**

Przyjęto wstępnie, że otworem wydobywczym będzie istniejący otwór Dębno GT-1. Ostateczne wskazanie który z otworów będzie otworem eksploatacyjnym, a który chłonnym możliwe będzie po wykonaniu drugiego otworu i wykonaniu pompowań eksploatacyjno-zatłaczających.

### **Otwory chłonne**

Koszt otworów chłonnych zawierają przygotowanie terenu pod wiertnię, wykonanie dołu zrzutowego, wykonanie otworów, wykonanie kompletu badań

geofizycznych i hydrogeologicznych. Koszt ten zawiera również zakup rur wiertniczych montowanych w otworach, ich poszerzenie i zafiltrowanie oraz montaż głowic eksploatacyjnych. Nad pracami wiertniczymi będzie prowadzony ciągły nadzór i dozór geologiczny. Po wykonaniu otworów należy przygotować dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej, plan zagospodarowania złoża oraz wystąpić z wnioskiem o koncesję na eksploatację kopaliny – wody termalnej.

Wykonanie otworów chłonnych wynika z braku możliwości utylizacji wydobytej wody termalnej do cieków powierzchniowych ze względu na jej dużą objętość oraz wysoką mineralizację. Z wieloletnich doświadczeń innych ciepłowni geotermalnych wynika, że w otworach chłonnych bardzo poważnym problemem jest korozja stalowych rur okładzinowych. Dlatego też w otworach chłonnych należy zamontować rury ze stali o podwyższonej odporności na korozję lub ewentualnie rozważyć zainstalowanie rury z tworzywa sztucznego wzmocnionego włóknem szklanym lub ze stali nierdzewnej. Dzięki temu otwór będzie miał zdecydowanie dłuższą trwałość, a brak produktów korozji będzie korzystnie wpływał na proces zatłaczania schłodzonej wody termalnej.

Przyjęto wykonanie otworów chłonnych do głębokości ok. 1050 m p.p.t., tj. do spągu utworów zbiornikowych jury dolnej.

### ***Instalacja geotermalna***

Wydobyta woda termalna będzie musiała być pompowana za pomocą pompy głębinowej zainstalowanej w otworze wydobywczym. Pompa ta będzie jednocześnie zatłaczać wydobywaną wodę z powrotem do warstw wodonośnych z których została ona wydobyta. W tym przypadku na wypadek krótkotrwałych wyłączeń energii elektrycznej przewidziano urządzenia podtrzymujące takie zasilanie (akumulatory). Zakupiona powinna zostać aparatura pozwalająca na płynną zmianę wydajności pomp eksploatacyjnej (falownik). W ciepłowni geotermalnej w różnych okresach będą potrzebne różne wydajności wydobywanej wody termalnej.

Wykonanie tłocznego rurociągu geotermalnego służącego do przepompowania wody termalnej z otworu wydobywczego poprzez wymienniki ciepła do otworu

chłonnego. Rurociąg powinien być wykonany z rur z włókna szklanego ze względu na zagrożenie zniszczenia rur stalowych przez szybko postępującą korozję. Dodatkowo na odcinku otwór wydobywczy - wymiennikownia powinien być on rurociągiem preizolowanym.

Zakup instalacji zestawu filtrów workowych - zazwyczaj jest to zestaw trzech filtrów w obudowie ze stali nierdzewnej. Filtry te są konieczne, aby oczyścić wydobytą wodę termalną przed dalszym jej wykorzystaniem w systemie geotermalnym.

Zakup instalacji zestawu filtrów świecowych - zazwyczaj jest to zestaw trzech filtrów w obudowie ze stali nierdzewnej. Filtry te są konieczne aby oczyścić wydobytą wodę termalną przed ponownym zatłoczeniem jej do macierzystej warstwy wodonośnej. Filtry świecowe mają ogromne znaczenie dla procesu zatłaczania schłodzonej wody termalnej. Brak filtrów mógłby spowodować bardzo szybkie zatkanie się otworu chłonnego, co w konsekwencji mogłoby unieruchomić całą instalację geotermalną.

### ***Urządzenia i budowle geotermalne***

Zakup geotermalnych wymienników ciepła - urządzeń odpowiedzialnych za przekazywanie ciepła z wody termalnej do wody sieciowej centralnego ogrzewania lub przygotowania ciepłej wody użytkowej. Są to urządzenia tytanowe odporne na agresywne działanie wody termalnej.

Zakup absorpcyjnej pompy ciepła wraz z kotłem wysokotemperaturowym – temperatura wody termalnej wydobywanej otworem Dębno GT-1 jest zbyt niska, aby mogła służyć bezpośrednio do celów ciepłowniczych. Odbiór ciepła od tej wody będzie musiał być realizowany za pomocą absorpcyjnej pompy ciepła.

Pomieszczenie wymiennikowni może być obiektem w którym będą ustawione między innymi: urządzenia zapewniające ciągłość dostawy energii elektrycznej, stacja uzdatniania wody grzejnej, filtry workowe, wymienniki ciepła, absorpcyjna pompa ciepła, kocioł wysokotemperaturowy, pompy obiegowe, orurowanie instalacji.

W tej pozycji przewidziano również nakłady pieniężne przeznaczone na konserwację istniejącej sieci ciepłowniczej bądź budowę nowej sieci do potencjalnych odbiorców ciepła geotermalnego.

#### ***Przewody, armatura, AKPiA***

Do prawidłowego działania ciepłowni geotermalnej jest niezbędna ciągła dostawa energii elektrycznej do napędu głównie pompy eksploatacyjnej i pomp obiegowych. Konieczne będzie zatem wykonanie rozdzielnic elektrycznych oraz sieci światłowodowej łączącej poszczególne punkty instalacji geotermalnej. W każdym ze strategicznych punktów będą zainstalowane urządzenia kontrolno-pomiarowe. Potrzebna będzie również aparatura rejestrująca wydajności i temperaturę wydobywanej i zatlaczanej wody termalnej (czujniki, komputery, oprogramowanie). Wszystkie parametry eksploatacyjne instalacji będą opomiarowane, a ich rejestracja i archiwizacja będzie odbywała się za pomocą systemu BMS.

#### ***Projekty administracja i inne***

Przed przystąpieniem do realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie wykonanie projektów robót geologicznych, studium wykonalności inwestycji, wniosków o dofinansowanie, pozwoleń, uzgodnień itp. W trakcie realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie administrowanie pracami oraz dokonywanie rozruchu i uruchamiania poszczególnych urządzeń geotermalnych. W tej pozycji zabezpieczono również rezerwową kwotę na wypadek dodatkowych nieprzewidzianych kosztów.

#### ***2.5.2. Prognoza kosztów eksploatacyjnych***

Do najważniejszych pozycji kosztowych (tabela poniżej), które zostały uwzględnione w projekcjach finansowych zaliczono:

- zakup nośników energii,
- koszty przeglądów, remontów i konserwacji,
- usługi obce, koszty reprezentacji i marketingu,
- koszty wynagrodzeń,
- zapłacone podatki.

***Zakup nośników energii***

W tym przypadku należy zapewnić energię elektryczną, która będzie zużywana na potrzeby związane z napędem pompy głębinowej, pomp ciepła, pomp cyrkulacyjnych oraz sterowania.

W tej pozycji uwzględniono również zakup gazu ziemnego do napędu absorpcyjnej pompy ciepła i zapewnienia brakującego ciepła szczytowego.

***Przeglądy remonty i konserwacja***

Koszt remontów, przeglądów i konserwacji został uzależniony od ilości produkowanego ciepła. Zgodnie z instrukcjami producentów urządzeń energetycznych na ten rodzaj kosztów eksploatacyjnych zarezerwowano 2 zł na każdy GJ wyprodukowanego ciepła.

***Usługi obce, koszty reprezentacji i marketingu***

Podczas eksploatacji inwestycji niezbędne będą usługi świadczone przez zewnętrzne firmy. Dotyczą one między innymi usług doradczych, bankowych, transportowych.

Działalność ciepłowni geotermalnej związana będzie głównie z produkcją i dystrybucją energii cieplnej. Rynek energii cieplnej jest rynkiem lokalnym, ponieważ energii cieplnej nie można przesyłać na duże odległości. Działania marketingowe będą obejmowały głównie:

- utworzenie oraz obsługę strony internetowej,
- wykonanie oraz ustawienie tablic informacyjnych,
- reklama w mediach, głównie lokalnych.

Koszty reprezentacji i marketingu to również wydatki, które nie zostały uwzględnione w innych kosztach. Należą do nich między innymi ubezpieczenia majątkowe, koszty podróży służbowych i reprezentacji itp.

***Koszty wynagrodzeń***

Faza eksploatacyjna ciepłowni geotermalnej wymaga utworzenia Zakładu Geotermalnego i zatrudnienia Kierownika Ruchu Zakładu Górniczego posiadającego uprawnienia wyższego dozoru górniczego, który zorganizuje eksploatację złoża

zgodnie z udzieloną koncesją na eksploatację i wymogami prawa. Przewiduje się również zatrudnienie osób odpowiedzialnych za funkcjonowanie i stan techniczny urządzeń geotermalnych. Należy również zatrudnić geologa i osobę posiadającą uprawnienia mierniczego górniczego.

### ***Inwestycje odtworzeniowe***

Na podstawie doświadczeń istniejących ciepłowni geotermalnych zakłada się, że rzeczywiste zużycie produkcyjnych środków trwałych ciepłowni geotermalnej nastąpi w horyzoncie czasowym powyżej 23 lat. Jedynym elementem przedsięwzięcia, dla którego przewiduje się możliwość konieczności inwestycji odtworzeniowych w 23 letniej prognozie finansowej objętej projektem są otwory eksploatacyjne i chłonne, które w miarę eksploatacji charakteryzują się spadkiem wydajności, związanym głównie z kolmatacją strefy przyfiltrowej. W pozycji inwestycje odtworzeniowe i remontowe przewidziano w związku z tym 2 000 tys. zł rocznie na inwestycje odtworzeniowe dotyczące prowadzenia zabiegów poprawy chłonności i wydajności w otworach geotermalnych – rekonstrukcje, kwasowanie, miękkie kwasowanie, czyszczenie mechaniczne filtrów, itp.

### ***Zapłacone podatki***

Do kosztów podatków został zaliczony podatek od budowli, który ustalono zgodnie z obowiązującą prawną dokumentacją, która określa wysokości stawek podatku od nieruchomości.

**Tabela 12** Prognoza kosztów eksploatacyjnych [zł]

| <b>Wyszczególnienie</b>                        | <b>Wartość</b>    |
|------------------------------------------------|-------------------|
| Zakup nośników energii                         | 8 407 749         |
| Koszty przeglądów, remontów i konserwacji      | 328 650           |
| Usługi obce, koszty reprezentacji i marketingu | 50 000            |
| Koszty wynagrodzeń                             | 1 405 210         |
| Inwestycje odtworzeniowe                       | 2 000 000         |
| Zapłacone podatki                              | 170 160           |
| <b>RAZEM:</b>                                  | <b>12 361 769</b> |

**2.5.3. Prognoza przychodów**

Planowana ciepłownia geotermalna będzie generowała przychód głównie poprzez sprzedaż ciepła. W tym przypadku przyjęto cenę sprzedaży ciepła na poziomie 201,00 zł/GJ. Cena ciepła została przyjęta w takiej wysokości, aby przedsięwzięcie było rentowne w założonym okresie eksploatacji 23 lat.

W wyniku działalności ciepłowni możliwa będzie sprzedaż około 82 163 GJ ciepła rocznie, co pozwoli na osiągnięcie przychodu w kwocie 16 514 675,06 zł.

Cena nie uwzględnia kosztów dystrybucji ciepła.

W przeprowadzonej analizie nie uwzględniono przychodów wynikających ze sprzedaży wody termalnej, która może być wykorzystywana w basenach rekreacyjnych czy wannach uzdrowiskowych. Woda termalna będzie mogła być dodatkowo sprzedawana dla ewentualnych powstających zakładów kosmetycznych, rehabilitacyjnych i zabiegowych.

Zwiększenie efektywności pracy ciepłowni nastąpi w wyniku zagospodarowywania terenów wokół otworu przez obiekty wykorzystujące ciepło niskotemperaturowe (np. baseny rekreacyjne, uprawy tunelowe czy chociażby ogrzewanie podłogowe czy obiektów sportowych typu boiska).

**2.5.4. Montaż finansowy przedsięwzięcia**

Wielkość nakładów inwestycyjnych w przypadku realizacji ciepłowni geotermalnej szacuje się na kwotę 60 472 540,74 zł. Wartość ta nie uwzględnia kosztów wykonania pierwszego otworu Dębno GT-1, na wykonanie którego Gmina Dębno uzyskała dotację w wysokości 12 519 824 zł ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu Udostępnianie wód termalnych w Polsce.

Środki finansowe na realizację pozostałych inwestycji (otworu chłonnego i napowierzchniowej instalacji geotermalnej) planuje się pozyskać z następujących źródeł (tabela poniżej).

- Dotacja w wysokości 27 212 643,33 zł (do 45% kosztów). Środki te mogą zostać pozyskane z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu *OZE – źródło ciepła dla ciepłownictwa*.
- Wkład własny w wysokości 18 141 762,22 zł (30% wartości inwestycji) będzie musiał zostać zabezpieczony ze środków własnych Inwestora (co jest warunkiem uzyskania dofinansowania z programu *OZE – źródło ciepła dla ciepłownictwa*).
- Pożyczka w wysokości 15 118 135,19 zł (25% kosztów) będzie mogła być pozyskana ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu *OZE – źródło ciepła dla ciepłownictwa* (jako uzupełnienie wielkości dofinansowania do 70% kosztów inwestycji).

**Tabela 13** Źródła finansowania nakładów inwestycyjnych [zł]

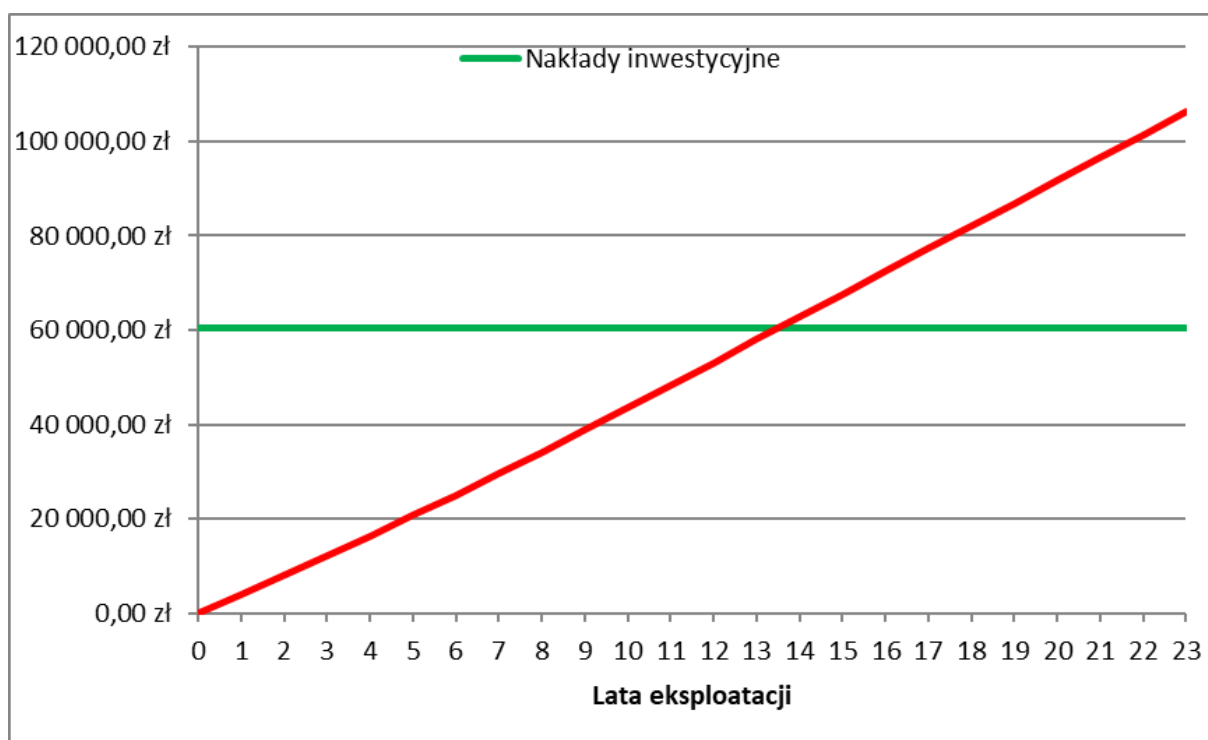
| L.p.                           | Źródło finansowania nakładów inwestycyjnych | Nakłady              |
|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|
| 1.                             | dotacje NFOŚiGW                             | 27 212 643,33        |
| 2.                             | pożyczka NFOŚiGW                            | 15 118 135,19        |
| 3.                             | wkład własny                                | 18 141 762,22        |
| <b>Razem pozyskany kapitał</b> |                                             | <b>60 472 540,74</b> |

#### 2.5.6. Prosty okres zwrotu

Prosty okres zwrotu (SPP) jest statycznym kryterium ułatwiającym podjęcie decyzji podczas wykonywania analizy opłacalności przyszłej inwestycji. Kryteria statyczne nie uwzględniają zmiany wartości pieniądza w czasie. Prosty okres zwrotu jest to czas niezbędny do odzyskania wszystkich poniesionych nakładów inwestycyjnych.

W przypadku analizowanego przedsięwzięcia prosty okres zwrotu nastąpi w 14 roku eksploatacji przedsięwzięcia (rysunek poniżej)



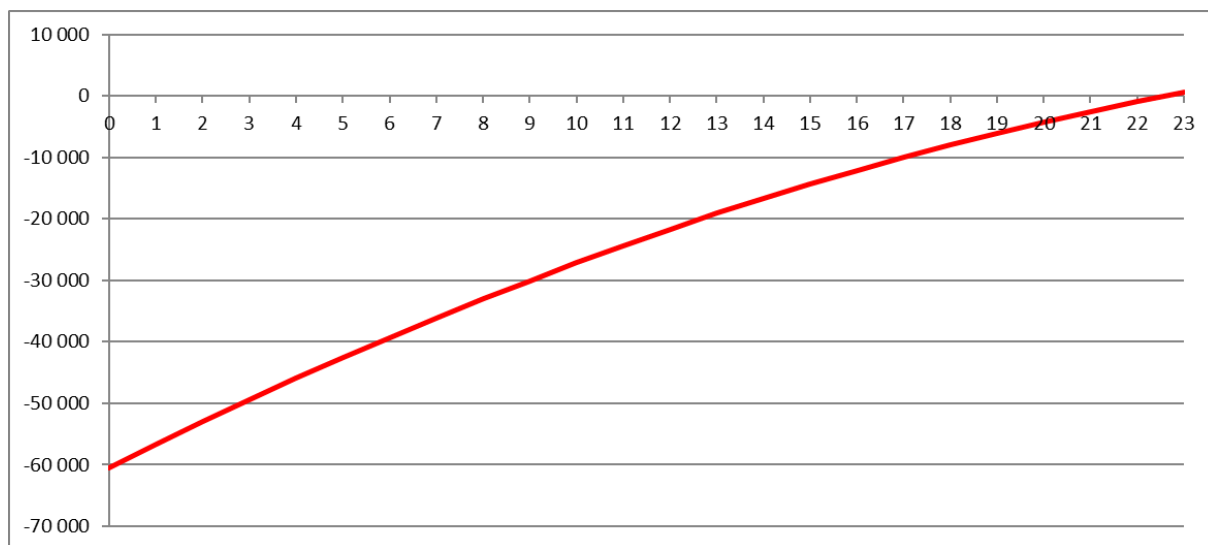


**Rysunek 16.** Prosty okres zwrotu nakładów inwestycyjnych [tys. zł]

### **2.5.7. Zdyskontowane przepływy pieniężne**

Dalszą analizę opłacalności inwestycji przeprowadzono z uwzględnieniem zmienności pieniądza w czasie. W przypadku długoterminowych inwestycji wydatki i przychody występują w różnych latach i nie mogą być ze sobą bezpośrednio porównywane, ponieważ wartość pieniądza w czasie jest zmienna. Dlatego do analizy opłacalności inwestycji niezbędne jest narzędzie, pozwalające na przeliczanie wartości pieniężnych, występujących w różnych latach, na wartość pieniądza w jednym punkcie czasowym. Może to być dowolny punkt, ale zazwyczaj jest to czas, kiedy podejmowana jest decyzja o inwestycji. Proces przeliczania przyszłych przepływów pieniężnych na wartość chwili obecnej, przy użyciu stopy dyskonta, nazywa się dyskontowaniem. Jednym z kryteriów oceny inwestycji w czasie z uwzględnieniem zmiany wartości pieniądza w czasie jest - wartość bieżąca netto - NPV. Jeżeli za stopę dyskonta przy obliczaniu NPV, podstawimy żadaną stopę zwrotu inwestycji to otrzymanie dodatniej wartości NPV oznaczać będzie, że rozpatrywana inwestycja będzie rentowna.

Przy założonej cenie sprzedaży ciepła na poziomie 201,00 zł/GJ po 23 latach eksploatacji NPV osiągnie wartość 659 tys. zł (rysunek poniżej).



Rysunek 17. Zdyskontowane przepływy pieniężne [tys. zł]

#### **2.5.8. Wewnętrzna stopa zwrotu**

Alternatywnym kryterium decydującym, w stosunku do NPV, jest wewnętrzna stopa zwrotu - IIR. Jest to taka stopa dyskonta dla której NPV przyjmuje zero. IIR jest miarą rentowności inwestycji. Im wyższą wartość przyjmuje IIR, tym większy dochód inwestycja przynosi. W przypadku analizowanej inwestycji wewnętrzna stopa zwrotu wynosi 5,11%.

### **2.6. Aspekty formalno-prawne zagospodarowanie wód termalnych w celach ciepłowniczych**

#### **2.6.1. Wykonanie otworów chłonnych**

Zgodnie z Ustawą Prawo geologiczne i górnicze poszukiwanie i rozpoznawanie złóż wód termalnych realizowane jest na podstawie decyzji zatwierdzającej Projekt robót geologicznych. Zatwierdzenia projektu dokonuje Marszałek Województwa.

Projekt robót geologicznych powinien określać:

- cel zamierzonych prac, sposób jego osiągnięcia wraz z określeniem rodzaju wymaganej dokumentacji geologicznej,
- harmonogram prac,
- przestrzeń w obrębie której mają być wykonywane prace geologiczne,

- przedsięwzięcia konieczne ze względu na ochronę środowiska.

Jeżeli osiągnięcie zamierzonego celu prac wymaga prowadzenia robot geologicznych w kilku etapach, np. w przypadku kiedy planowane jest wykonanie dwóch otworów geotermalnych, ale rozpoznanie geologiczne i złożowe pozwala jedynie na zaprojektowanie jednego otworu, w opracowywanym Projekcie robót geologicznych szczegółowo określa się rodzaje, zakres i harmonogram prac geologicznych dla etapu pierwszego oraz wstępnie dla etapów kolejnych. Jednocześnie, przed podjęciem kolejnego etapu prac geologicznych, w tym np. związanego z odwierceniem otworu drugiego, sporządza się aneks do projektu. Aneks zawiera podsumowanie wyników prac geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu prac geologicznych, które mają być prowadzone w kolejnym etapie.

Projekt robót geologicznych sporządzony w celu wykonania otworów chłonnych opracowywany jest przez osobą posiadającą stwierdzone kwalifikacje geologiczne kategorii IV.

#### **2.6.2. Plan Ruchu Zakładu**

Prace geologiczne realizowane są na podstawie ustaleń projektu robót geologicznych, w oparciu o Plan Ruchu Zakładu wykonującego roboty geologiczne, sporządzony zgodnie z wymaganiami obowiązujących przepisów. Plan ruchu podpisuje Inwestor oraz Kierownik Ruchu Zakładu (osoba uprawniona posiadająca kwalifikacje górnicze stwierdzone przez organ nadzoru górniczego - kierownika ruchu zakładu wykonującego roboty geologiczne). Plan ruchu zakładu podlega zatwierdzeniu w drodze decyzji przez Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego, właściwego dla rejonu realizowanych prac. Wydanie decyzji wymaga uprzednio przedłożenia przez Inwestora opinii właściwego wójta, burmistrza lub prezydenta miasta.

Plan ruchu zakładu wykonującego roboty geologiczne określa szczegółowo przedsięwzięcia niezbędne w celu zapewnienia:

- bezpieczeństwa powszechnego,
- bezpieczeństwa pożarowego,

- bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników zakładu,
- ochrony środowiska,
- zapobiegania szkodom i ich naprawiania.

### **2.6.3. Dokumentowanie wyników robót geologicznych**

Po przeprowadzeniu wszystkich robót geologicznych i wiertniczych objętych projektem robót geologicznych sporządzana jest dokumentacja hydrogeologiczna. Sporządzona dokumentacja zawiera wyniki przeprowadzonych badań geologicznych, interpretacje wyników, określenie danych złożowych, określenie warunków i parametrów eksploatacyjnych.

Dokumentacja hydrogeologiczna powinna być wykonana zgodnie z aktualnie obowiązującym prawem i m.in. powinna określać:

- budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru,
- warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych określonego poziomu,
- jakość wody podziemnej, a w przypadku wody leczniczej także trwałość jej składu chemicznego i cechy fizyczne,
- przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony środowiska,
- przedsięwzięcia niezbędne dla ochrony obiektów na powierzchni,
- zasoby i depresję w oznaczonych poziomach wodonośnych oraz w oznaczonym czasie,
- techniczne możliwości wydobywania wody,
- techniczne możliwości zatlaczania wód do górotworu,
- wpływ, jaki na stosunki wodne wywiera projektowana inwestycja,
- granice projektowanych stref ochronnych ujęć wód podziemnych oraz obszarów ochronnych zbiorników wód podziemnych.

Dokumentacja hydrogeologiczna wymaga zatwierdzenia w postaci decyzji chyba, że będzie to dokumentacja prac niekończących się udokumentowaniem zasobów wód podziemnych.

#### **2.6.4. Wniosek o koncesję na eksploatację wód termalnych**

Wniosek o udzielenie koncesji na wydobywanie wód termalnych powinien zawierać:

- oznaczenie wnioskodawcy, jego siedziby i adresu,
- określenie numeru w rejestrze przedsiębiorców lub ewidencji działalności gospodarczej,
- określenie rodzaju i zakresu wykonywania działalności gospodarczej, na którą ma być udzielona koncesja,
- określenie prawa wnioskodawcy do terenu (przestrzeni), w ramach którego projektowana działalność ma być wykonywana, lub prawa, o ustanowienie którego ubiega się wnioskodawca,
- określenie czasu, na jaki koncesja ma być udzielona, wraz ze wskazaniem daty rozpoczęcia działalności,
- określenie środków, jakimi dysponuje podmiot ubiegający się o koncesję w celu zapewnienia prawidłowego wykonywania działalności objętej wnioskiem.

Zgodnie z warunkami określonymi w art. 26 ust. 1 ustawy Prawo geologiczne i górnicze wniosek o udzielenie koncesji na wydobywanie wód termalnych, poza ww. uwarunkowaniami powinien dodatkowo określać:

- złożę kopaliny lub jego część, która ma być przedmiotem wydobywania,
- wielkość i sposób zamierzonego wydobywania kopaliny,
- stopień zamierzonego wykorzystania zasobów złoża, w tym kopalin towarzyszących, jak również środki umożliwiające osiągnięcie tego celu,
- projektowane położenie obszaru górniczego i terenu górniczego oraz ich granic.

Do wniosku, należy również dołączyć:

- dowód istnienia prawa przysługującego wnioskodawcy do wykorzystania dokumentacji hydrogeologicznej w celu ubiegania się o koncesję,

- projekt zagospodarowania złoża, zaopiniowany przez właściwy organ nadzoru górniczego;
- decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach dla projektowanej inwestycji.

#### **2.6.5. Projekt zagospodarowania złoża**

Projekt zagospodarowania złoża, sporządza ubiegający się o koncesję na wydobywanie kopaliny ze złoża, na podstawie dokumentacji hydrogeologicznej z uwzględnieniem uwarunkowań techniczno-ekonomicznych. Projekt ten powinien określać zamierzenia w zakresie:

- ochrony złóż kopalin, zwłaszcza przez ich kompleksowe i racjonalne wykorzystanie,
- technologii eksploatacji, zapewniającej ograniczenie ujemnych jej wpływów na środowisko.

Szczegółowe wymagania jakim powinny odpowiadać projekty zagospodarowania złóż określone zostały w przepisach prawa.

#### **2.6.6. Decyzja o środowiskowych uwarunkowaniach**

Zgodnie z wymogami ustawy Prawo ochrony środowiska przed uzyskaniem decyzji na eksploatację złoża wód termalnych wymagane jest uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, która wydawana jest przez wójta, burmistrza lub prezydenta miasta. Decyzja ta jest udzielana na podstawie informacji o planowanym przedsięwzięciu lub raportu oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko. W tej kwestii decyzję podejmuje organ właściwy do wydania decyzji.

W raporcie Inwestor przedstawia środowiskowe uwarunkowania w związku z planowaną eksploatacją wód termalnych, ze wskazaniem oddziaływania eksploatacji na ludzi, zwierzęta, rośliny, wodę i powietrze, powierzchnię ziemi, dobra materialne, zabytki i krajobraz kulturowy. Szczegółowo zakres raportu określa ustawa Prawo ochrony środowiska.

### **2.6.7. Utworzenie Zakładu Górniczego**

Faza operacyjna projektu wymaga utworzenia Zakładu Górniczego i zatrudnienia Kierownika Ruchu posiadającego uprawnienia wyższego dozoru górniczego, który zorganizuje eksploatację złoża zgodnie z udzieloną koncesją na eksploatację i wymogami prawa. Przewiduje się również zatrudnienie osób odpowiedzialnych za funkcjonowanie i stan techniczny urządzeń geotermalnych. Należy również zatrudnić geologa i osobę posiadającą uprawnienia mierniczego górniczego.

Ruch Zakładu Górniczego może odbywać się na podstawie zatwierdzonego Planu Ruchu Zakładu Górniczego pod kierownictwem i dozorem osób posiadających odpowiednie kwalifikacje. Plan Ruchu Zakładu Górniczego podlega zatwierdzeniu, w drodze decyzji, przez właściwy organ nadzoru górniczego tj. Okręgowy Urząd Górniczy.

Od chwili uzyskania decyzji zatwierdzającej Plan Ruchu Zakładu Górniczego przedsiębiorca może przystąpić do wydobywania wody termalnej i jej dalszego wykorzystania.

## **3. Opis możliwego wykorzystania otworu do celów balneologiczno-rekreacyjnych**

### **3.1. Balneologia**

Wykorzystanie wód termalnych w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych jest coraz popularniejsze, tak ze względu na lecznicze właściwości tych wód, jak i na możliwość całkowitego lub częściowego wykorzystania energii cieplnej w nich zawartej. Balneologia to samodzielna dziedzina wiedzy medycznej wykorzystująca do leczenia, profilaktyki, rehabilitacji i częściowo diagnostyki naturalne surowce lecznicze np. wody podziemne. Do wód podziemnych zaliczane są również wody termalne. Obecnie w Polsce działa sześć uzdrowisk geotermalnych, w których wykorzystywane są wody termalne, czyli wody o temperaturze na powierzchni powyżej 20°C.

Leczniczy basen uzdrowiskowy, zgodnie z ustawą o lecznictwie uzdrowiskowym<sup>13</sup> oraz Rozporządzeniem Ministra Zdrowia w sprawie określenia wymagań, jakim powinny odpowiadać zakłady i urządzenia lecznictwa uzdrowiskowego<sup>14</sup>, powinien spełniać między innymi następujące wymagania<sup>15</sup>:

- być wypełniony wodą leczniczą, która zachowuje swoje właściwości w czasie eksploatacji basenu,
- woda lecznicza w basenie powinna spełniać wymagania sanitarne i jakościowe pod względem mikrobiologicznym i fizykochemicznym,
- eksploatacja basenu powinna odbywać się w jednym z następujących systemów:
  - 1) otwartym – przy stałym dopływie wody leczniczej z ujęcia i odpływie wody z basenu,
  - 2) częściowo zamkniętym – przy określonym dopływie wody leczniczej z ujęcia do wody uzdatnionej metodami fizycznymi i chemicznymi poza basenem i ponownie wprowadzanej do basenu,
- wloty i wyloty wody oraz jej spust powinny być usytuowane w sposób zapewniający równy przepływ wody we wszystkich przekrojach niecki basenowej, ponadto powinien być co najmniej jeden spust denny pozwalający na całkowite opróżnienie basenu,
- prędkość przepływu wody na wlotach powinna wynosić od 1,0 m/s do 0,5 m/s, na wylotach od 0,3 m/s do 0,5 m/s, wyloty powinny być wyposażone w zawory odcinające,
- na jedną osobę korzystającą z basenu powinno przypadać co najmniej 4 m<sup>2</sup> lustra wody w basenie.

---

<sup>13</sup> Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (Dz.U. 2024 poz. 1420).

<sup>14</sup> Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 kwietnia 2012r. w sprawie określenia wymagań, jakim powinny odpowiadać zakłady i urządzenia lecznictwa uzdrowiskowego (Dz.U. 2023 poz. 161).

<sup>15</sup> Hałaj E., Janowski M. 2011: *Zarys uregulowań formalno prawnych i technicznych związanych ze zrzutem do cieków powierzchniowych wód termalnych wykorzystywanych w balneoterapii i rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 1-2/2011, s. 277 – 285.



Status leczniczej wody termalnej nadaje się wodzie podziemnej, wykazującej na wypływie temperaturę co najmniej 20°C. Zostało to ustalone podczas Międzynarodowego Kongresu Balneologicznego w Nauheim w 1911 r. wraz z innymi kryteriami klasyfikacji wód leczniczych pod względem chemiczno-fizycznym i przyjętymi również w Polsce. Jest to wartość całkowicie umowna, bez uzasadnienia medycznego, a jedynie zgodna z ustaloną w hydrogeologii, gdzie przyjmuje się średnią temperaturę roczną powietrza obszaru, z którego pochodzi woda<sup>16</sup>.

Ogólnie według podziału hydrogeologicznego, wody podziemne klasyfikuje się następująco<sup>17,18,19</sup>:

- wody bardzo zimne o temperaturze do 4°C,
- wody zimne o temperaturze 4 - 20°C,
- wody ciepłe o temperaturze 20 - 37°C,
- wody gorące o temperaturze 37 - 42°C,
- wody bardzo gorące o temperaturze 42 - 100°C,
- wody wrzące o temperaturze powyżej 100°C.

Podział leczniczych wód termalnych oparty jest na kryterium fizjologicznym, które uzależnione jest od normalnej temperatury ciała człowieka, czyli 37°C. Według tego kryterium wyróżniamy wody<sup>20</sup>:

- hipotermalne o temperaturze poniżej 37°C,
- izotermalne o temperaturze bliskiej 37°C,
- hipertermalne o temperaturze powyżej 37°C.

Według kryterium odczuwalnego przez człowieka wody dzieli się na<sup>21</sup>:

---

<sup>16</sup> Latour T.: *Aktualny stan i dalsze możliwości wykorzystania w Polsce wód termalnych do celów leczniczych, profilaktycznych oraz rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2007, s. 63 – 67.

<sup>17</sup> Prikłowski W.A., Łąptiew F.F.: *Własności fizyczne i skład chemiczny wód podziemnych*. Tłumaczenie z rosyjskiego, Warszawa 1955.

<sup>18</sup> Pazdro Z.: *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.

<sup>19</sup> Latour T.: *Aktualny stan i dalsze możliwości wykorzystania w Polsce wód termalnych do celów leczniczych, profilaktycznych oraz rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2007, s. 63 – 67.

<sup>20</sup> Latour T.: *Aktualny stan i dalsze możliwości wykorzystania w Polsce wód termalnych do celów leczniczych, profilaktycznych oraz rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2007, s. 63 - 67

<sup>21</sup> Ponikowska I.(red.): *Medycyna uzdrowiskowa w zarysie*. Wydawnictwo Watext's, Warszawa 1995

- chłodne o temperaturze  $20 \div 27^{\circ}\text{C}$ ,
- letnie o temperaturze  $28 \div 33^{\circ}\text{C}$ ,
- ciepłe o temperaturze  $34 \div 37^{\circ}\text{C}$ ,
- gorące o temperaturze  $38 \div 44^{\circ}\text{C}$ .

Oceny właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych, w tym wód podziemnych pod kątem właściwości zdrowotnych dokonuje się na podstawie udokumentowanych badań z okresu co najmniej trzech lat. Zakres badań przedstawiony został w rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych<sup>22</sup>. Na podstawie oceny odczynu wody, temperatury, potencjału redox, przewodności elektrolitycznej właściwej, absorbancji wody, całkowitej aktywności promieniotwórczej, zawartości składników mineralnych zdysocjowanych i niezdisocjowanych oraz gazowych: dwutlenku węgla, siarkowodoru i radonu wody podziemne klasyfikuje się do:

- wód mineralnych – gdy zawierają w  $1 \text{ dm}^3$  wody co najmniej  $1\,000 \text{ mg}$  rozpuszczonych składników,
- wód swoistych (słabo zmineralizowanych) – gdy zawierają w  $1 \text{ dm}^3$  co najmniej jeden lub więcej składników swoistych leczniczych, tj.  $1 \text{ mg}$  jodków,  $1 \text{ mg}$  siarczków,  $2 \text{ mg}$  fluorków,  $10 \text{ mg}$  żelaza (dwuwartościowego),  $70 \text{ mg}$  kwasu metakrzemowego,  $1\,000 \text{ mg}$  niezwiązanego dwutlenku węgla lub wykazują na wypyływie z ujęcia temperaturę co najmniej  $20^{\circ}\text{C}$  bądź wykazują aktywność promieniotwórczą co najmniej  $74 \text{ Bq/dm}^3$ ,
- wód mineralnych swoistych – tj. wód mineralnych zawierających jeden lub więcej w/w składników swoistych.

W balneologii i rekreacji wykorzystane mogą być wody o określonym stopniu zmineralizowania, określonym składzie chemicznym i odpowiedniej temperaturze, które zaprezentowane są w Tabeli 14 i Tabeli 15.

---

<sup>22</sup> Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 lutego 2018 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz.U. 2018 poz. 605)

**Tabela 14** Klasyfikacja termalnych wód mineralnych<sup>23</sup>

| <i>Basen</i>           | <i>Temperatura [°C]</i> | <i>Mineralizacja [g/dm<sup>3</sup>]</i> |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| rekreacyjny            | 24-30°C                 | ≤ 35                                    |
| rekreacyjno- leczniczy | 28-32°C                 | ≤ 35-40                                 |
| leczniczy              | 28-37°C                 | < 50                                    |

**Tabela 15** Klasyfikacja termalnych wód mineralnych<sup>24,25,26</sup>

| <i>Kąpiel</i>          | <i>Temperatura [°C]</i> | <i>Mineralizacja [g/dm<sup>3</sup>]</i> |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|
| rekreacyjna            | 24-30°C                 | ≤ 35                                    |
| rekreacyjno- lecznicza | 28-32°C                 | ≤ 40                                    |
| lecznicza              | 28-42°C                 | < 60                                    |

Zgodnie Prawem geologicznym i górniczym<sup>27</sup> - do wód leczniczych zalicza się wody podziemne, które nie są zanieczyszczone pod względem chemicznym i mikrobiologicznym, posiadają naturalną zmienność cech fizycznych i chemicznych, które spełniają co najmniej jeden z warunków przedstawionych poniżej (Tabela 16).

**Tabela 16.** Klasyfikacja wody w zależności od składu chemicznego

| <b>Zawartość w 1 dm<sup>3</sup> wody, nie mniej niż:</b>                                                                                                                   | <b>Nazwa wody</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 10 mg Fe <sup>2+</sup> + Fe <sup>3+</sup>                                                                                                                                  | żelazista         |
| 0,7 mg As w postaci AsO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (1mg) lub HAsO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (1,3 mg)                                                                        | arsenowa          |
| 1 mg F <sup>-</sup>                                                                                                                                                        | fluorkowa         |
| 5 mg Br <sup>-</sup>                                                                                                                                                       | bromkowa          |
| 1 mg J <sup>-</sup>                                                                                                                                                        | jodkowa           |
| 1 mg siarki oznaczonej jodometrycznie (H <sub>2</sub> S + HS <sup>-</sup> + S <sup>2-</sup> + S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + HS <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) | siarczkowa        |
| 5 mg HBO <sub>2</sub>                                                                                                                                                      | borowa            |
| 100 mg H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>                                                                                                                                     | krzemowa          |
| 250-999 mg wolnego CO <sub>2</sub>                                                                                                                                         | kwasowęglowa      |
| 1000 mg rozpuszczonego CO <sub>2</sub>                                                                                                                                     | szczawa           |
| 2*10 <sup>-9</sup> Ci (2nCi, 74 Bq)                                                                                                                                        | radoczynna        |
| temperatura wody na wypyływie z ujęcia, nie mniej niż 20°C                                                                                                                 | termalna          |

**Wody zawierające węglan wapniowy i magnezowy oraz siarczan wapniowy** - działają moczopędnie, przeciwzapalnie, są stosowane w leczeniu przewlekłych nieżytów błon śluzowych oraz kamicy nerkowej.

**Wody słone** - oprócz chlorku sodu (soli kuchennej) zawierają chlorek wapnia, magnezu, węglan sodu, wapnia oraz siarczan sodu. Podczas kuracji pitnej

<sup>23</sup> Paczyński B., Płochniewski Z.: *Wody mineralne i lecznicze Polski*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1996.

<sup>24</sup> Górecki W. (red.): *Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim*. AGH, Kraków 2006.

<sup>25</sup> Kochański J. W.: *Balneologia i hydroterapia*. Wydawnictwo AWF, Wrocław 2002.

<sup>26</sup> Ponikowska I., Ferson D.: *Nowoczesna medycyna uzdrowiskowa*. Wydawnictwo Medi, Warszawa 2008.

<sup>27</sup> Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. - Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2024 poz. 1290)

wzmagają czynność wydzielniczą żołądka, a wziewnie polepszają ukrwienie błon śluzowych. Można je również stosować w kąpielach solankowych.

**Wody żelaziste** - pobudzają one układ krwiotwórczy i stosuje się je w leczeniu niedokrwistości, w chorobach wieku dziecięcego oraz w zaburzeniach wydzielania gruczołów dokrewnych.

**Wody jodkowe** - stosuje się je w miażdżycy, nadciśnieniu, chorobach układu krążenia, zaburzeniach wydzielania gruczołów dokrewnych, przewlekłych nieżytach oskrzeli oraz w chorobach wieku dziecięcego.

**Wody siarczkowe i siarkowodorowe** - pobudzają przemianę materii, działają odczulająco i odtruwająco, wywołują przekrwienie skóry. Stosowane są również w gośćcowych schorzeniach narządu ruchu, chorobach skóry, chorobach układu krążenia, zatruciach metalami ciężkimi oraz w chorobach kobiecych.

**Wody arsenowe** - działają pobudzająco na układ krwiotwórczy, wzmagają łożnien i czynność wydzielniczą przewodu pokarmowego.

**Wody radoczynne** - są stosowane w leczeniu zaburzeń przemiany materii, schorzeń układu ruchu i układu nerwowego, niedokrwistości oraz zaburzeń wydzielania gruczołów dokrewnych.

**Wody krzemowe** - mają znaczenie dla prawidłowego rozwoju procesów mineralizacji kości i utwardzania tkanek łącznych, odgrywają rolę w budowie struktury skóry i włosów. Jest elementem poszukiwanym w kosmetologii.

Do początku lat 90 ubiegłego wieku na terenie Polski wody termalne wykorzystywane były głównie w lecznictwie i rehabilitacji w różnego rodzaju uzdrowiskach. Na terenie naszego kraju udokumentowane jest 147 złoża wód leczniczych, termalnych i solanek. Według Państwowego Instytutu Geologicznego 35 z nich to złoża wód termalnych<sup>28</sup>. Obecnie w Polsce działa 46 uzdrowisk, w których wykorzystywana jest woda lecznicza, ale tylko w siedmiu z nich do zabiegów i kuracji stosowana jest woda termalna (Tabela 17, Rysunek 18).

---

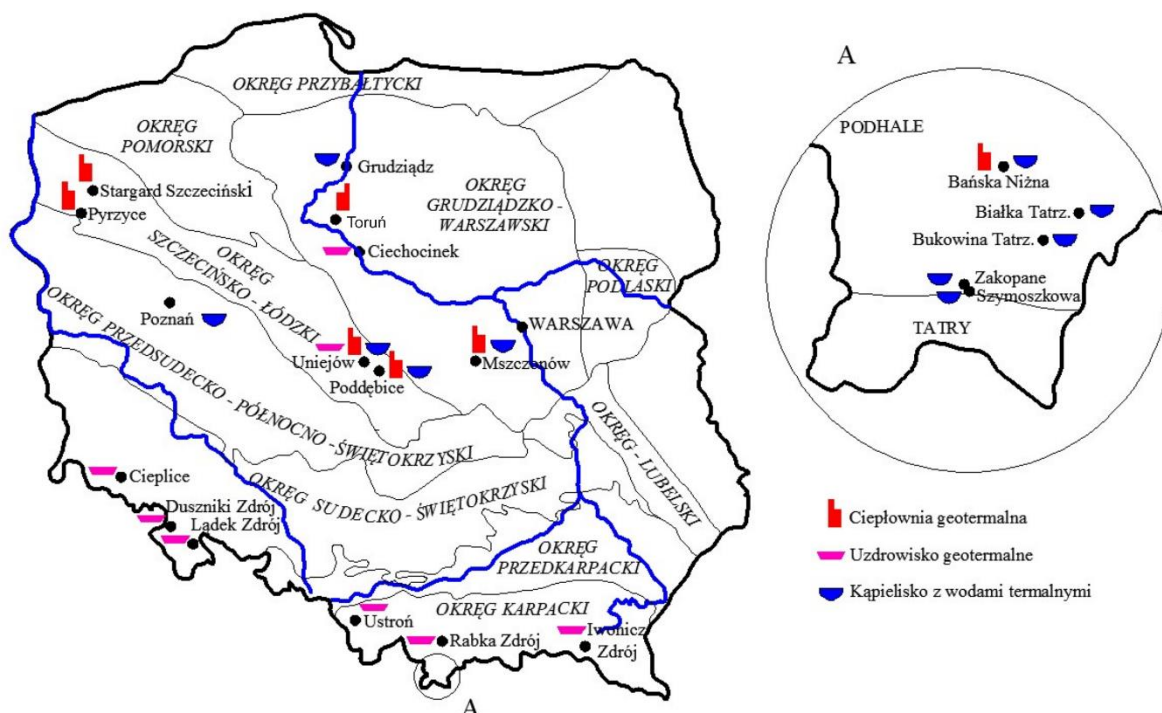
<sup>28</sup> Sokołowski J., Skrzypczyk L. (2021): *Solanki, wody lecznicze i termalne*. [W:] Szuflicki M., Malon A., Tymiński M. (red.), Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31.12.2020 r. Państwowy Instytut. Geologiczny., Warszawa

**Tabela 17** Parametry wód termalnych stosowanych w polskich uzdrowiskach

| <i><b>Lokalizacja</b></i> | <i><b>Temperatura wody [°C]</b></i> | <i><b>Mineralizacja [g/dm<sup>3</sup>]</b></i> | <i><b>Wydajność [m<sup>3</sup>/h]/liczba ujęć</b></i> | <i><b>Rodzaj wody</b></i>                                                                                                  |
|---------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ciechocinek               | 26 - 32                             | 43 - 68                                        | 205/2                                                 | mineralne, swoiste - termalne i chłodne wysoko zmineralizowane wody (solanki), jodkowe, żelaziste                          |
| Cieplice Śląskie Zdrój    | 21 - 87                             | 0,6                                            | 56/7                                                  | swoiste - termalne wody fluorkowe, krzemowe                                                                                |
| Iwonicz Zdrój             | 24                                  | 18                                             | 11/2                                                  | mineralne, swoiste - średnio i wysoko zmineralizowane wody kwasowęglowe, jodkowe oraz średnio zmineralizowane wody jodkowe |
| Konstancin-Jeziorna       | 30,5                                | 69                                             | 9/1                                                   | mineralne, swoiste - termalne wysoko zmineralizowane wody (solanki) jodkowe, żelaziste                                     |
| Lądek Zdrój               | 24 - 44                             | 0,16 - 2                                       | 60/6                                                  | swoiste - chłodne i termalne wody fluorkowe, siarczkowe, radonowe                                                          |
| Ustroń                    | 20,5 - 22                           | 100 - 120                                      | 25/2                                                  | mineralne, swoiste - termalne wysoko zmineralizowane (solanki) jodkowe, żelaziste, fluorkowe                               |
| Uniejów                   | 69                                  | 6,7                                            | 120/1                                                 | mineralne, swoiste, termalne średnio-zmineralizowane wody chlorkowo-sodowe                                                 |
| <b>Dębno</b>              | <b>38,4</b>                         | <b>51</b>                                      | <b>208/1</b>                                          | <b>mineralne, swoiste – termalne, wysoko-zmineralizowane wody chlorkowo-sodowe</b>                                         |

Wśród ogółu wód termalnych dotąd rozpoznanych w Polsce dominują wody chlorkowo-sodowe, jodkowe, żelaziste o mineralizacji poniżej 1,5%. Wody te o temperaturach 25-80°C występują w województwach: łódzkim, lubelskim, podlaskim, kujawsko-pomorskim, wielkopolskim, lubuskim, małopolskim i mazowieckim. Znacznie rzadsze są wody chlorkowo-wodorowęglanowo sodowe, jodkowe, o temperaturze około 40°C rozpoznane w województwach: łódzkim i małopolskim. Bardzo rzadko występują wody termalne chlorkowo-siarczanowo-sodowo-wapniowe o temperaturze około 30°C - województwo wielkopolskie, jak też termalne wody słabozmineralizowane swoiste radoczynne, fluorkowe, krzemowe - województwo śląskie<sup>29</sup>.

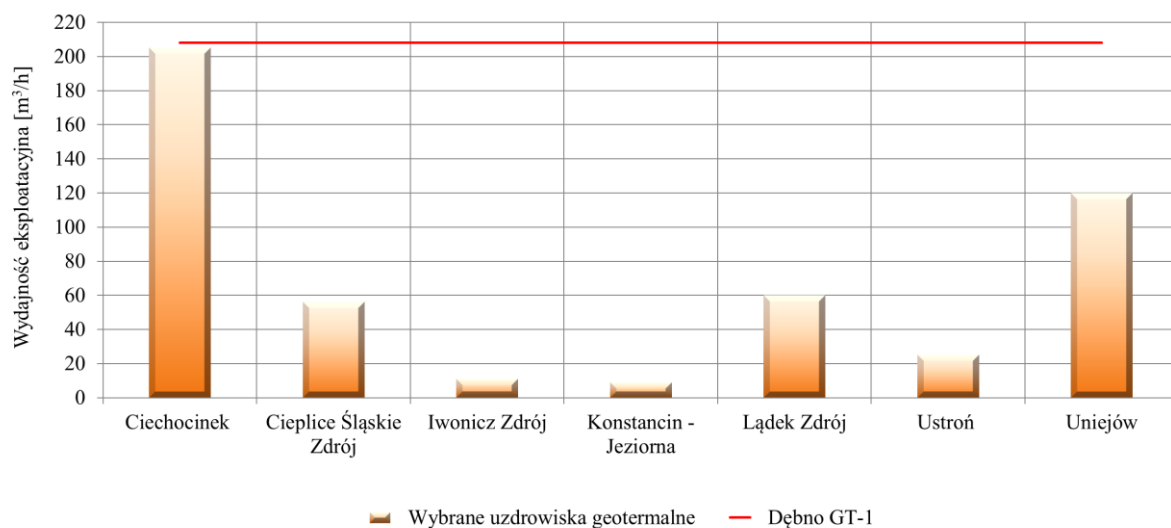
<sup>29</sup> Latur T.: *Aktualny stan i dalsze możliwości wykorzystania w Polsce wód termalnych do celów leczniczych, profilaktycznych oraz rekreacji*. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2007, s. 63 - 67



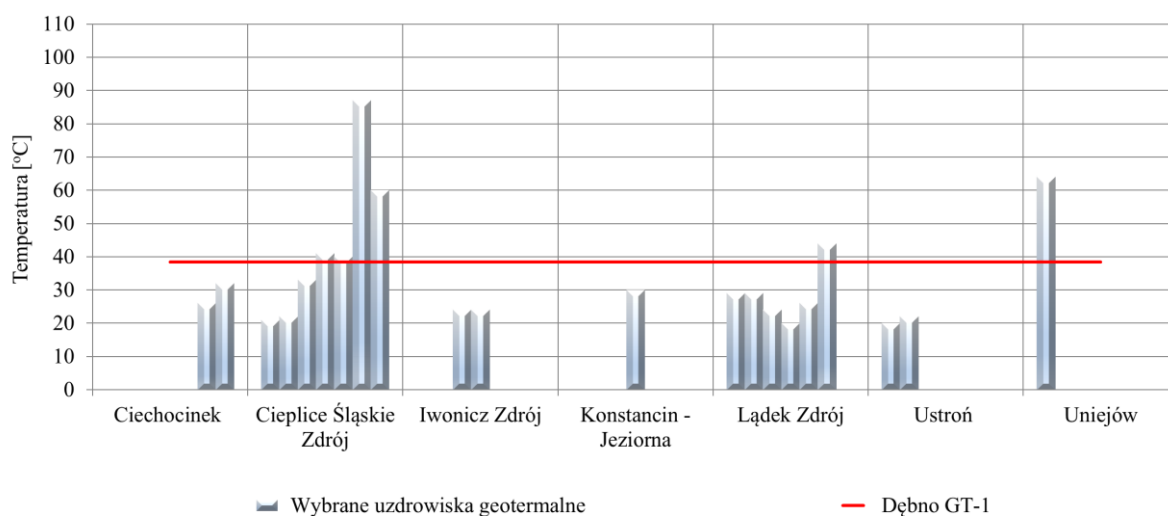
**Rysunek 18.** Lokalizacja istniejących instalacji wykorzystujących wody termalne

Uzdrowskie baseny lecznicze napełniane wodami termalnymi słabo-zmineralizowanymi mogą działać na zasadzie obiegu otwartego. Mogą być one napełniane raz lub dwa razy w ciągu dnia zabiegowego, po czym całkowicie opróżniane. Takie sposoby eksploatacji basenu są możliwe w przypadku wód o znacznych zasobach, których skład chemiczny nie stanowi zagrożenia dla środowiska naturalnego. Stosowanie obiegu otwartego ze stałym dopływem wody z ujęcia i odpływem z basenu jak też całkowite opróżnianie basenu i jego ponowne napełnianie, wymaga wzmożonej kontroli stanu wody w basenie i przestrzegania ścisłych rygorów sanitarnych przez osoby korzystające z kąpeli. W tym przypadku zużyte wody termalne mogą być odprowadzane bezpośrednio do cieków powierzchniowych lub kanalizacji miejskiej zgodnie z uzyskanym pozwoleniem wodnoprawnym. Zużyte wody termalne mogą być również odprowadzane za pomocą specjalnej kanalizacji solankowej.

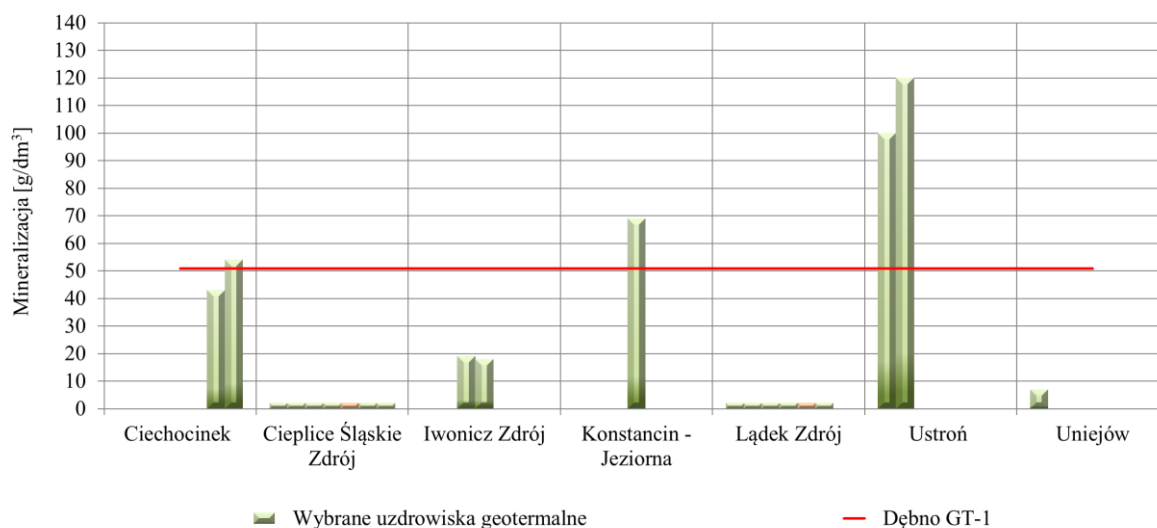
Porównanie parametrów wody z otworu Dębno GT-1 z eksploatowanymi w Polsce uzdrowskimi termalnymi oraz porównanie z wartościami granicznymi dla wód leczniczych przedstawiono poniżej.



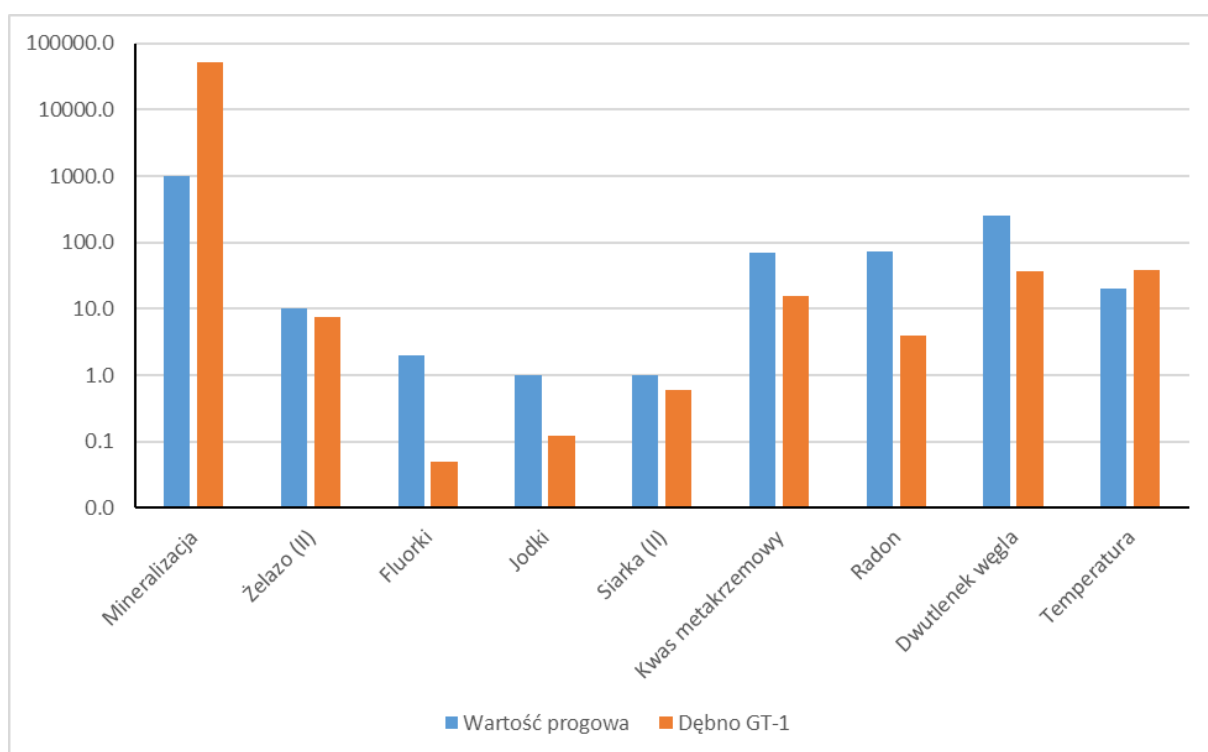
**Rysunek 19.** Porównanie wydajności wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach balneologicznych



**Rysunek 20.** Porównanie temperatury wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach balneologicznych



**Rysunek 21.** Porównanie mineralizacji wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach balneologicznych



**Rysunek 22.** Porównanie parametrów wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wartościami progowymi dla wód leczniczych



**Tabela 18** Parametry wody termalnej z otworu Dębno w porównaniu z wartościami progowymi dla wód leczniczych

| <i>Parametr</i>      | <i>Wartość progowa</i> | <i>Dębno GT-1</i> | <i>Jednostka</i>         |
|----------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|
| <b>Mineralizacja</b> | <b>1000</b>            | <b>50855</b>      | <b>mg/dm<sup>3</sup></b> |
| Żelazo (II)          | 10                     | 7.4*              | mg/dm <sup>3</sup>       |
| Fluorki              | 2                      | <0.1              | mg/dm <sup>3</sup>       |
| Jodki                | 1                      | <0.25             | mg/dm <sup>3</sup>       |
| Siarka (II)          | 1                      | 0.6               | mg/dm <sup>3</sup>       |
| Kwas metakrzemowy    | 70                     | 15.4              | mg/dm <sup>3</sup>       |
| Radon                | 74                     | 4                 | Bq/dm <sup>3</sup>       |
| Dwutlenek węgla      | 250                    | 36.3              | mg/dm <sup>3</sup>       |
| <b>Temperatura</b>   | <b>20</b>              | <b>38.4</b>       | <b>°C</b>                |

### 3.2. Rekreacja

Oprócz lecznictwa uzdrowiskowego wody termalne wykorzystywane w rekreacji (Tabela 19). Począwszy od 2006 r. wody te zaczęto wykorzystywać w kąpieliskach termalnych i ośrodkach rekreacyjnych powstających na Podhalu i Niżu Polskim. Woda termalna do celów rekreacyjnych oraz do napełniania niecek basenów wykorzystywana jest obecnie w dziewięciu ośrodkach<sup>30</sup> (Rysunek 18):

- **Geotermia Grudziądz** - w 2006 r. oddano do użytku instalację doprowadzającą od obiektu wodę termalną z odwiertu Grudziądz IG-1 za pomocą którego eksploatowany jest poziom wodonośny jury dolnej zalegający na głębokości 1607 - 1630. Wydajność wody określono na 20 m<sup>3</sup>/h a jej temperatura na wypływie zatwierdzono na poziomie 40,5°C i mineralizacji 80 g/dm<sup>3</sup>.
- **Uniwersytet Zakopane** - czerpiący od grudnia 2006 r., wody termalne z własnego zakładu górniczego eksploatującego ujęcia otworowe Zakopane IG-1 o temperaturze 35°C z głębokości 1550 - 1620 m z warstwy wodonośnej jury dolnej oraz Zakopane 2 o temperaturze 26°C z warstw trzeciorzędowych znajdujących się na głębokości 1090,5 - 1113 m. Mineralizacja tych wód wynosi 326 - 363 mg/dm<sup>3</sup>.
- **Kąpielisko geotermalne na Polanie Szymoszkowej** - próbnie uruchomione w końcu 2007 roku, a działające komercyjnie od czerwca 2009 roku

<sup>30</sup> Noga B., Kosma Z.: *Obecny stan wykorzystania wód termalnych i energii geotermalnej w Polsce*. Logistyka 6/2011, s. 3079 - 3088

w oparciu własny zakład górniczy eksploatujący wody termalne z odwiertu Szymoszkowa GT-1. Wody termalne pobierane są z głębokości 1100 - 1200 m i stanowią połączone pod względem hydrogeologicznym wapienie i dolomity eocenu środkowego oraz triasu środkowego. Zasoby zatwierdzono na 80 m<sup>3</sup>/h wody o temperaturze 27,8°C i mineralizacji 380 mg/m<sup>3</sup>.

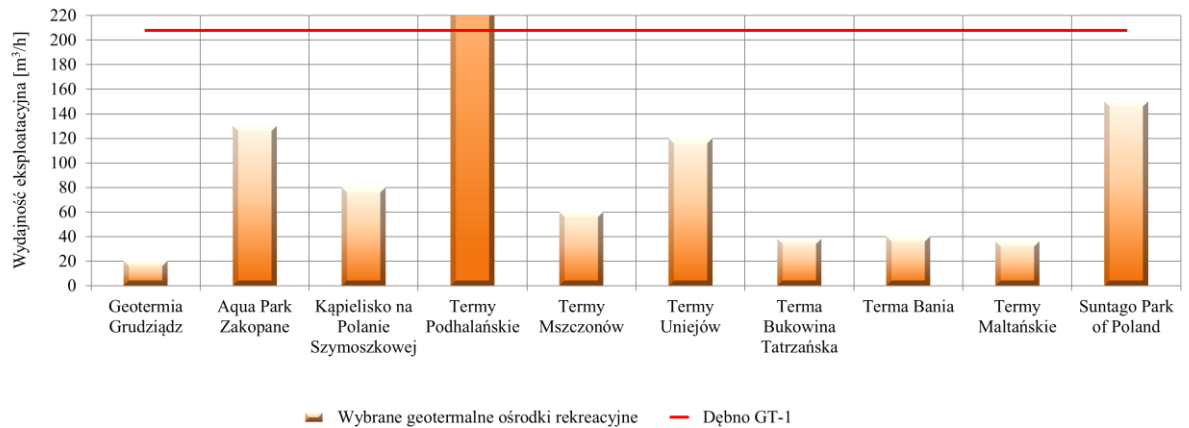
- **Termy Podhalańskie** - (od czerwca 2011r. Termy Szaflary) uruchomione na wiosnę 2008 roku, wykorzystują wody termalne z Zakładu Górniczego PEC Geotermia Podhalańska S.A. Woda termalna pochodzi z odwiertu Bańska IG-1 znajdującego się tuż obok obiektu. Woda termalna pochodzi z głębokości 2565 - 5261 m i charakteryzuje się temperaturą 82°C i mineralizacją 2,69 g/dm<sup>3</sup>.
- **Termy Mszczonów** - uruchomione zostały w czerwcu 2008 r. Wykorzystywana w kąpielisku woda termalna wydobywana jest otworem wiertniczym Mszczonów IG-1 z głębokości 1714 m z utworów piaskowcowych kredy dolnej. Mszczonowska woda termalna charakteryzuje się temperaturą 42,5°C i mineralizacją 472 mg/dm<sup>3</sup>.
- **Termy Uniejów** - powstały w lipcu 2008 r. i wykorzystują wody termalne wydobywane otworem PIG/AGH-2 z piaskowców jury dolnej znajdujących się na głębokości ponad 2000 m. Wypływająca z ziemi woda termalna charakteryzuje się temperaturą 69°C i mineralizacją 6,8 g/dm<sup>3</sup>.
- **Terma Bukowina Tatrzańska** - Uruchomiona w grudniu 2008 r. eksploatację wodę termalną z odwiertu Bukowina Tatrzańska PIG/PNIG - 1 z głębokości 2390 - 2605 m, usytuowanego na północno-zachodnim zboczu Wysockiego Wierchu, w odległości około 6 km od brzegu Tatr. Woda termalna pozyskiwana z tego odwiertu charakteryzuje się temperaturą 67°C oraz mineralizacją 1,49 g/dm<sup>3</sup>.
- **Terma Bania** - uruchomiona została w Białce Tatrzańskiej w czerwcu 2011 r. Źródło wody, która wypełni baseny Termy Bania znajduje się na głębokości 2440 m i ma temperaturę 73°C oraz mineralizację 1,79 g/dm<sup>3</sup>.

- **Termy Maltańskie** - uruchomione zostały w Poznaniu nad jeziorem Malta w październiku 2011 r. Woda termalna wydobywana jest z otworu Swarzędz IGH-1 o głębokości 1306 m i ma temperaturę 42°C oraz mineralizację 20,8 g/dm<sup>3</sup>.
- **Suntago Park of Poland** - uruchomiony w 2020 r. jeden z największych Aquaparków w Europie. Wykorzystywana w kąpielisku woda termalna wydobywana jest otworem wiertniczym Wręcza GT-1 z głębokości 1643 m z utworów piaskowcowych kredy dolnej. woda termalna charakteryzuje się temperaturą 40,1°C i mineralizacją 420 mg/dm<sup>3</sup>.

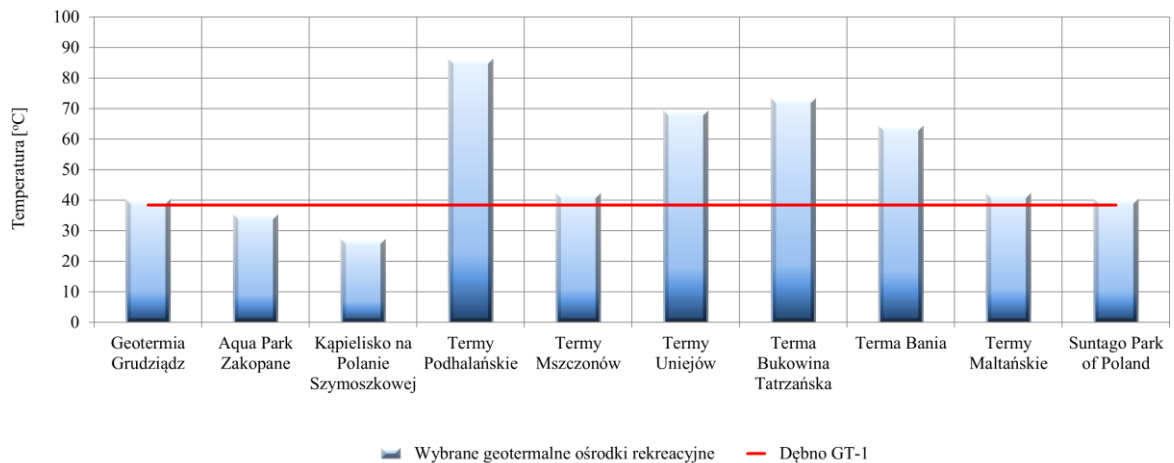
**Tabela 19** Charakterystyka wód termalnych stosowanych w rekreacji

| <i>Nazwa</i>                                   | <i>Lokalizacja</i>  | <i>Temperatura wody [°C]</i> | <i>Mineralizacja [g/dm<sup>3</sup>]</i> | <i>Wydajność [m<sup>3</sup>/h]/liczba ujęć</i> |
|------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Geotermia Grudziądz                            | Grudziądz           | 40,5                         | 80                                      | 20/1                                           |
| Uniwersytet Zakopane                           | Zakopane            | 26 - 35                      | 0,32 - 0,36                             | 130/2                                          |
| Kąpielisko geotermalne na Polanie Szymoszkowej | Zakopane            | 27                           | 0,38                                    | 80/1                                           |
| Termy Podhalańskie                             | Szaflary            | 86                           | 3                                       | 550/1                                          |
| Termy Mszczonów                                | Mszczonów           | 42                           | < 0,5                                   | 60/1                                           |
| Termy Uniejów                                  | Uniejów             | 69                           | 6,7                                     | 120/1                                          |
| Terma Bukowina Tatrzańska                      | Bukowina Tatrzańska | 73                           | 1,78                                    | 38/1                                           |
| Terma Bania                                    | Białka Tatrzańska   | 64                           | 1,5                                     | 40/1                                           |
| Termy Maltańskie                               | Poznań              | 42                           | 20,8                                    | 36/1                                           |
| Suntago Park of Poland                         | Wręcza              | 40,1                         | <0,5                                    | 150/1                                          |
| <b>Dębno GT-1</b>                              | <b>Dębno</b>        | <b>38,4</b>                  | <b>51</b>                               | <b>208/1</b>                                   |

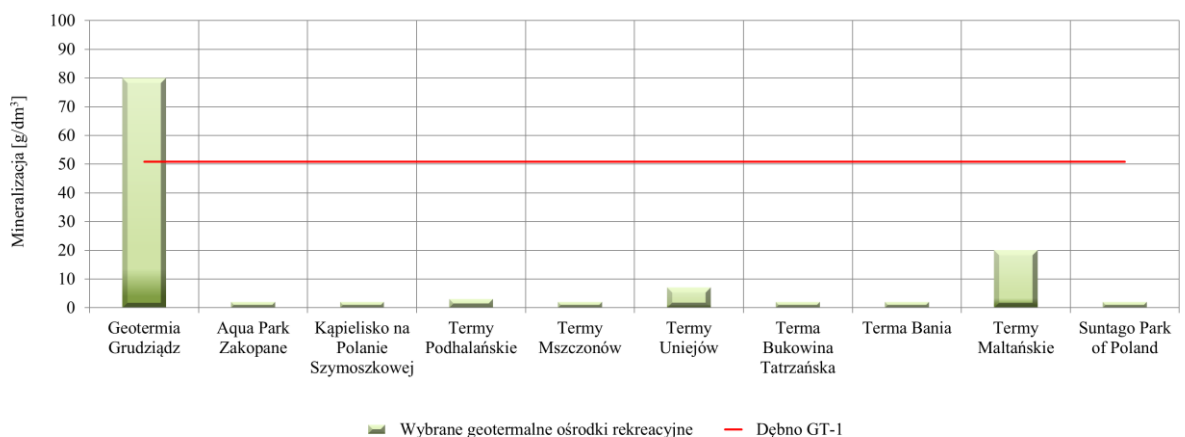
Porównanie parametrów wody z otworu Dębno GT-1 z eksploatowanymi w Polsce ośrodkami rekreacyjnymi wykorzystującymi wody termalne przedstawiono poniżej.



**Rysunek 23.** Porównanie wydajności wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach rekreacyjnych



**Rysunek 24.** Porównanie temperatury wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach rekreacyjnych



**Rysunek 25.** Porównanie mineralizacji wody termalnej w z otworu Dębno GT-1 z wydajnością wody termalnej wykorzystywanej w polskich ośrodkach rekreacyjnych

### **3.3. Koncepcja wykorzystania wody termalnej do celów balneologiczno-rekreacyjnych**

Wykorzystanie wód termalnych do celów balneologiczno-rekreacyjnych jest coraz popularniejsze ze względu na ich właściwości lecznicze. Proponowane rozwiązanie eksploatacji wody termalnej z wykorzystaniem jej wyłącznie do celów balneologiczno-rekreacyjnych będzie pracowało w systemie jednootworowym. Jako źródło wody termalnej zostanie wykorzystany otwór Dębno GT-1. Wydobywana woda pochodząca z utworów jury dolnej ma temperaturę w złożu około 40,64°C, na wypływie 38,4°C, mineralizacja ogólna wynosi około 51 g/dm<sup>3</sup>. Parametry wody z otworu Dębno GT-1 pozwalają na uznanie ich za wody lecznicze po uzyskaniu odpowiedniego świadectwa i wykorzystanie w balneologii.

Podczas balneologicznego i rekreacyjnego wykorzystania wody termalnej, wydajność z jaką będzie ona eksploatowana jest bardzo mocno uzależniona od możliwości zagospodarowania wód zużytych. Tak więc, można będzie wydobyć jedynie tyle wody termalnej, ile można będzie zrzucić np. do cieków powierzchniowych, kanalizacji sanitarnej lub kanalizacji deszczowej.

Po wydobyciu z otworu Dębno GT-1 woda podziemna będzie mogła być przetłaczana do basenów termalnych gdzie będzie wykorzystywana głównie do technologicznej wymiany wody basenowej. Ponieważ woda podziemna pochodząca z ujęcia Dębno GT-1 będzie wodą zmineralizowaną, eksploatacja basenów termalnych będzie musiała odbywać się w systemie częściowo-zamkniętym. Eksploatacja basenów w systemie częściowo-zamkniętym wiąże się z koniecznością zrzutu zmineralizowanych wód basenowych do cieków powierzchniowych.

W rozważanym wariantcie woda podziemna zużyta w basenach będzie mogła być najpierw odprowadzana rurociągiem zrzutowym do dołu zrzutowego, a następnie w sposób kontrolowany do cieków powierzchniowych.

Doł zrzutowy może pełnić rolę magazynu zużytej wody termalnej w którym będzie ona gromadzona po zrzucie z basenów balneologicznych lub rekreacyjnych. W przypadku kiedy zrucana z basenów woda termalna będzie miała zbyt wysoka

temperaturę do zrzutu – będzie mogła być tutaj schładzana. Z dołu zrzutowego zużyta woda termalna lub mieszanina wody termalnej i słodkiej będzie sukcesywnie odprowadzana do cieków powierzchniowych. Przepompowywanie będzie następowało za pomocą pompy ze zmienną wydajnością pompowania, dostosowywaną do aktualnych możliwości zrzutu. Ilość zrucanej wody termalnej bardzo mocno będzie uzależniona od wielkości basenu oraz liczby osób korzystających z niego w ciągu doby.

Wody termalne wykorzystywane w balneologii i rekreacji mogą być zrucane do cieków powierzchniowych, jeśli spełnione są warunki określone ustawowo. Wprowadzanie ścieków do wód powierzchniowych nie powinno powodować pogorszenia stanu wód i ekosystemów od nich zależnych, związane jest to również z koniecznością ponoszenia opłat za korzystanie ze środowiska. Zrzut do cieków powierzchniowych wód wykorzystanych w balneologii i rekreacji wymaga uzyskania pozwolenia wodnoprawnego. Pozwolenie to określa między innymi ilość i skład ścieków, dopuszczalne ilości zanieczyszczeń oraz niezbędne przedsięwzięcia ograniczające negatywne oddziaływanie na środowisko.

### **3.4. Ilość odprowadzanej wody**

Ilość odprowadzanej wody termalnej będzie uzależniona od wielkości basenu oraz stężenia solanki w nim się znajdującej.

Do dalszej analizy założono, że baseny solankowe będą zawierały około 200 m<sup>3</sup> wody o mineralizacji około 10 g/dm<sup>3</sup>.

Woda wydobywana z otworu Dębno GT-1 będzie miała mineralizację około 51 g/dm<sup>3</sup>. W takim przypadku aby zapewnić odpowiednie stężenie w basenie solankowym będzie ona musiała być zmieszana z wodą słodką w stosunku 1 : 4,5. Czyli w basenie będzie około 164 m<sup>3</sup> wody słodkiej i około 36 m<sup>3</sup> wody termalnej pochodzącej z otworu geotermalnego. Założono, że codziennie trzeba będzie wymienić około 10% zawartości basenu, czyli około 20 m<sup>3</sup>.

W związku z powyższym do utrzymania basenów z wodą termalną potrzebne będzie jej wydobywanie z otworu Dębno GT-1 w ilości około 3,6 m<sup>3</sup>/dobę. Wydobyta woda powinna być zmieszana z około 16,4 m<sup>3</sup> wody słodkiej.

Woda zużyta z basenów będzie mogła być odprowadzana do cieków powierzchniowych zgodnie z uzyskanym pozwoleniem wodnoprawnym lub do kanalizacji po określeniu warunków odbioru wody z zarządcą sieci kanalizacyjnej.

### **3.5. Prognoza nakładów inwestycyjnych w celu wykorzystania wody termalnej w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych**

Instalacja do wydobywania wód leczniczych, mineralnych lub swoistych, do celów balneoterapeutycznych i/lub rekreacyjnych składa się z kilku elementów, stanowiących nakłady inwestycyjne:

- otworu eksploatacyjnego (istniejący otwór Dębno GT-1),
- zakup pompy głębinowej,
- instalacji do przesyłu wody,
- przewodów, armatury, aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki (AKPiA),
- projektów, administracji i innych.

#### Otwór eksploatacyjny

Jako otwór eksploatacyjny wykorzystany zostanie istniejący otwór Dębno GT-1.

#### Pompa głębinowa

Wydobyta woda termalna będzie musiała być pompowana za pomocą pompy głębinowej zainstalowanej w otworze wydobywczym. Na wypadek krótkotrwałych przerw w dostawie energii elektrycznej należy przewidzieć urządzenia podtrzymujące takie zasilanie (akumulatory). Zakupiona powinna zostać aparatura pozwalająca na płynną zmianę wydajności pompy eksploatacyjnej (falownik).

### Instalacja do przesyłu wody

Woda lecznicza z otworu eksploatacyjnego jest dostarczana do odbiorcy za pomocą rurociągu tłocznego. Ruch wody jest wymuszany pracą pompy tłocznej. Długość rurociągu wpływa na koszt przedsięwzięcia, a także na jakość wody u odbiorcy, z tego też względu powinien być on możliwie jak najkrótszy. Wydobywana z otworu produkcyjnego woda będzie musiała być prawdopodobnie oczyszczona przed jej wykorzystaniem. Do tego celu konieczny będzie zestaw filtrów workowych. Po wykorzystaniu woda lecznicza jest kierowana do zbiornika zrzutowego, a następnie do oczyszczalni ścieków za pomocą rurociągu przesyłowego.

### Przewody, armatura, AKPiA

Pozycja ta zawiera podłączenie pomp oraz zakup i montaż rozdzielni elektrycznej, falownika oraz układu podtrzymywania napięcia. Uwzględnia również zakup zaworów, zasuw, manometrów i wodomierzy. W każdym z węzłów technologicznych instalacji do wydobywania wód leczniczych powinny zostać zainstalowane odpowiednie urządzenia kontrolno-pomiarowe pozwalające na automatyczne sterowanie pracą instalacji. W tym celu wszystkie węzły technologiczne powinny być połączone ze sobą siecią światłowodową. Pełną automatyką powinien zostać objęty także system rejestracji, archiwizacji i przetwarzania danych.

### Projekty, administracja i inne

Przed przystąpieniem do realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie sporządzenie szeregu opracowań, takich jak studium wykonalności inwestycji, wniosków o dofinansowanie, pozwoleń, uzgodnień itp. W trakcie realizacji przedsięwzięcia konieczne będzie administrowanie pracami oraz dokonywanie rozruchu i uruchamiania poszczególnych urządzeń. Po zakończeniu wiercenia konieczne będzie opracowanie wniosku koncesyjnego z załącznikami (projekt zagospodarowania złoża, decyzja środowiskowa). W tej pozycji zabezpieczono również rezerwową kwotę na wypadek dodatkowych, nieprzewidzianych kosztów.



Sumarycznie wysokość nakładów inwestycyjnych na realizację instalacji do wydobywania wody termalnej w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych można szacować na około 8 000 000-15 000 000 zł.

Pozostałe elementy infrastruktury w celu wykorzystania wody termalnej oraz ich przewidywane koszty przedstawiono poniżej:

- baseny, 3-5 niecek o powierzchni lustra wody 1500-2000 m<sup>2</sup> (10 000 000-20 000 000 zł)
- strefa balneoterapii i SPA: gabinety zabiegowe, sauny, groty solne (5 000 000-10 000 000 zł)
- zaplecze techniczne i sanitarne: kotłownia, stacja uzdatniania, wentylacja (3 000 000-5 000 000 zł)
- baza noclegowa na 40-60 pokoi – opcjonalnie (8 000 000-12 000 000 zł)
- infrastruktura zewnętrzna: parkingi, drogi, zielen, ogrodzenie (2 000 000-4 000 000 zł)
- dokumentacja, projekt, nadzór: projekty budowlane, branżowe, OOS (1 000 000 -2 000 000 zł)

Łącznie wysokość nakładów inwestycyjnych w celu wykorzystania wody termalnej z otworu Dębno GT-1 w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych można oszacować na około 35 000 000-65 000 000 zł netto. W przypadku realizacji mniejszego obiektu, kwota ta może wynieść około 25 000 000-30 000 000 zł netto.

### **3.6. Aspekty formalno-prawne zagospodarowania wód termalnych w celach balneoterapeutycznych i rekreacyjnych**

Procedura uzyskania niezbędnych pozwoleń na wykorzystanie wody termalnej z otworu Dębno GT-1 do celów balneoterapeutycznych i rekreacyjnych jest zbliżona do opisanej w podrozdziale 2.6. i obejmuje:

- opracowaniu projektu zagospodarowania złoża,
- uzyskaniu koncesji na wydobywanie wód termalnych/leczniczych wraz z ustaleniem obszaru górniczego,
- zawarciu umowy użytkowania górniczego,

- uzyskaniu decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach,
- potwierdzeniu zgodności z planem zagospodarowania przestrzennego,
- opracowaniu projektu instalacji geotermalnej / balneoterapeutycznej,
- uzyskaniu decyzji o pozwoleniu wodnoprawnym (dotyczy odprowadzania wód zużytych),
- uzyskaniu pozwolenia na budowę,
- zgłoszeniu instalacji do Powiatowej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej,
- organizacji zakładu górniczego,
- zarejestrowaniu działalności, uzyskaniu zgody na użytkowanie.

#### **4. Podsumowanie**

Otworem Dębno GT-1 udokumentowano zasoby wód termalnych z utworów jury dolnej o temperaturze na wypływie 38,4°C przy wydajności 208 m<sup>3</sup>/h i mineralizacji 50 855 mg/l. Parametry geotermalne otworu Dębno GT-1 nie pozwalają na ich wykorzystanie w energetyce do produkcji energii elektrycznej i produkcji ciepła w wyniku bezpośredniego schłodzenia wody termalnej ze względu na zbyt niską temperaturę wody termalnej. Możliwe jest wykorzystanie wody termalnej do produkcji energii cieplnej z wykorzystaniem pomp ciepła, co wymagałoby poniesienia nakładów finansowych w wysokości około 60 milionów złotych netto. Szacunkowa analiza finansowa oparta na wstępnej koncepcji zagospodarowania wód termalnych wskazuje, że w przypadku podjęcia decyzji o eksploatacji wody termalnej w celach ciepłowniczych, cena produkcji ciepła w ciepłowni geotermalnej z wysokotemperaturowym kotłem gazowym, zapewniająca rentowność przedsięwzięcia, wyniosłaby około 201 zł/GJ. Wynika z tego, że nawet w przypadku wysokiej intensywności dofinansowania przedsięwzięcia, na poziomie 45% dotacji i 25% pożyczki ze środków NFOŚiGW, cena ciepła geotermalnego byłaby znacznie wyższa niż obecnie obowiązujące ceny ciepła sieciowego.

Parametry wody termalnej z otworu Dębno GT-1 spełniają określone w ustawie Prawo geologiczne i górnicze kryteria dla wód leczniczych (temperatura >20°C i

mineralizacja ogólna  $>1 \text{ g/dm}^3$ ). Woda ta może być wykorzystywana w celach balneoterapeutycznych po uzyskaniu świadectwa własności leczniczych oraz w celach rekreacyjnych, po odpowiednim rozcieńczeniu.