



Lucyna CICHY\*, Marcin GŁODNIOK\*

## Analiza ryzyka na etapie planowania inwestycji związanej z wykorzystaniem wód pochodzących z odwadniania wybranego zakładu górniczego w celu ogrzewania domów jednorodzinnych

**STRESZCZENIE:** Wody podziemne wypompowywane zarówno z czynnych, jak i zlikwidowanych kopalń, często kierowane są bezpośrednio do najbliższych cieków wodnych. Mało kiedy zwraca się uwagę, iż zasoby te posiadają znaczny potencjał, który może zostać wykorzystany w celu zaspokojenia lokalnych potrzeb energetycznych. Ponieważ działania tego typu mają charakter innowacyjny, przed rozpoczęciem inwestycji, wskazane jest przeprowadzenie analizy ryzyka obejmującej jak najszerszą gamę czynników (Mazurkiewicz i in. 2013).

Niniejszy artykuł wskazuje na szereg uwarunkowań, które mogą pojawić się na etapie planowania inwestycji związanej z energetycznym wykorzystaniem wód kopalnianych. Zidentyfikowane czynniki zostały usystematyzowane według ich wpływu na projekt (negatywne i pozytywne) oraz charakteru (społeczne, technologiczne, ekonomiczne, ekologiczne oraz polityczne).

W ramach grupy czynników negatywnych określono, którymi z nich należy zająć się w pierwszej kolejności oraz wskazano te, które mogą zostać umieszczone na tzw. liście czynników oczekujących. Wśród wyłonionych istotnych czynników wymienić można m.in. nagłą zmianę temperatury lub ilości napływających wód, czy też nieoczekiwane wstrząsy górotworu. Zakłada się, iż identyfikacja czynników negatywnych, a następnie podjęcie określonych działań, pozwoli na zminimalizowanie negatywnego wpływu danych czynników na cele przedsięwzięcia.

Zaproponowano również działania, które należałoby podjąć w przypadku wystąpienia zidentyfikowanych czynników pozytywnych, aby zwiększyć ich wpływ na efekty końcowe inwestycji. Zaliczono do nich m.in. brak konieczności poszukiwania złóż termalnych i dokonywania odwiertów,

---

\* Dr inż. – Główny Instytut Górnictwa, Katowice; e-mail: lcichy@gig.eu, mglodniok@gig.eu

a także rewitalizację terenu. Wyłonienie czynników pozytywnych i ich odpowiednie wykorzystanie umożliwi osiągnięcie większych, często nawet i ponadplanowych, korzyści związanych z realizacją projektu.

SŁOWA KLUCZOWE: energia odnawialna, energia geotermalna, odzysk ciepła z wód kopalnianych

## Wprowadzenie

Tereny aglomeracji śląskiej, ze względu na funkcjonujący (obecnie i w przeszłości) przemysł górniczy, są uprzywilejowanymi miejscami wykorzystania wód kopalnianych w celach energetycznych.

W celu ochrony kopalń czynnych przed zagrożeniem wodnym (zatonieniem), budżet państwa ponosi koszty związane z odwadnianiem i odprowadzaniem wód kopalnianych do pobliskich cieków powierzchniowych. Podobnie sytuacja wygląda w przypadku kopalń już zamkniętych. W wyniku zaprzestania odwadniania bądź całkowitej likwidacji kopalń, w górotworze, szczególnie w zrobach górniczych, powstają dogodne warunki do gromadzenia się wód. Tworzą one zbiorniki wodne o bardzo dużych pojemnościach. Ich objętość sięgać może nawet do kilkunastu milionów m<sup>3</sup> (Gzyl 2014). Większość zamkniętych już kopalń wymaga stałego i długotrwałego odwadniania oraz utrzymywania poziomu zwierciadła wody na określonej, bezpiecznej głębokości. Celem tych działań jest niedopuszczenie do gwałtownego, a zarazem niekontrolowanego przepływu wody do jeszcze funkcjonujących kopalń.

Pompowane wody kopalniane, w ilości blisko 8 mln m<sup>3</sup>/rok (Solik-Heliasz 2012) zrzucane są bez wcześniejszego wykorzystania do cieków powierzchniowych. Jak wykazuje analiza literatury przedmiotu (Burke 2002; Solik-Heliasz i in. 2008) oraz doświadczenia niektórych kopalń, istnieje możliwość opłacalnego energetycznie i ekonomicznie (Małolepszy 2003; Solik-Heliasz i in. 2010), a także środowiskowo wykorzystania bezużytecznych jak dotąd wód kopalnianych. Za opłacalnością energetycznego zagospodarowania wód kopalnianych przemawia stosunkowo wysoka temperatura wód wypompowywanych na powierzchnię. Natomiast na rzecz głównych korzyści ekonomicznych przemawia możliwość uniknięcia kosztów związanych z brakiem konieczności dokonywania odwiertów w celu pozyskania wody geotermalnej. W tym celu wykorzystywane są dotychczasowe systemy pompowania wód dołowych (m.in. szyby, dzięki którym prowadzone są działania mające na celu odwadnianie kopalń). Wykorzystanie energii geotermalnej wód kopalnianych przyczynia się również do osiągnięcia korzyści środowiskowych, poprzez zmniejszenie emisji zanieczyszczeń do powietrza.

W związku z powyższym nasuwać mogą się pytania dotyczące ogólnej opłacalności wykorzystania wspomnianych wód w odniesieniu do powszechnie stosowanych systemów dostarczania energii cieplnej. Zauważyć należy, iż działalność związana z energetycznym wykorzystaniem wód kopalnianych, ze względu na stosunkowo krótki okres ich wykorzystywania, zwią-

zana może być z szeregiem niezbadanych jak dotąd typów ryzyka. Odmienne jak w przypadku „klasycznych” przedsięwzięć, nie można skorzystać z bazy doświadczeń, najlepszych praktyk czy opracowanych już standardów postępowania. Opisywane działanie charakteryzuje się unikalnością, co sprawia, że jego realizacja wymusza konieczność rozwiązywania nowych problemów, dla których trudno przewidzieć sposób i prawdopodobieństwo wystąpienia oraz wpływ na sukces realizowanej inwestycji. Stąd też celem niniejszego opracowania jest przeprowadzenie analizy ryzyka na etapie planowania inwestycji związanej z realizacją przedsięwzięcia polegającego na wykorzystaniu wód kopalnianych pochodzących z odwadniania zakładów górniczych w celu ogrzewania domów jednorodzinnych.

## 1. Ogólna charakterystyka i założenia realizowanej inwestycji

Główny Instytut Górnictwa w ramach realizowanego projektu pn. „Czysta Energia – drugie życie kopalni (LoCAL): Zrównoważone wykorzystanie zatopionych wyrobisk po eksploatacji węgla kamiennego jako źródła energii cieplnej”, podjął się określenia, czy istnieje możliwość energetycznego wykorzystania wód kopalnianych pochodzących z odwadniania jednej z nieczynnych kopalń zlokalizowanych na terenie woj. śląskiego. Założono, iż bezużyteczne jak dotąd wody kopalniane, znajdujące się w zbiorniku osadowym, stanowić mogą dolne źródło ciepła dla pomp ciepła. Założono także, że mogłyby one stać się podstawowym źródłem ciepła dla nowo budowanych domów, zlokalizowanych w pobliżu zbiornika. Opisywana inwestycja ma charakter pilotażowy, a jej głównym celem jest zaprezentowanie potencjalnych możliwości wykorzystania wód kopalnianych.

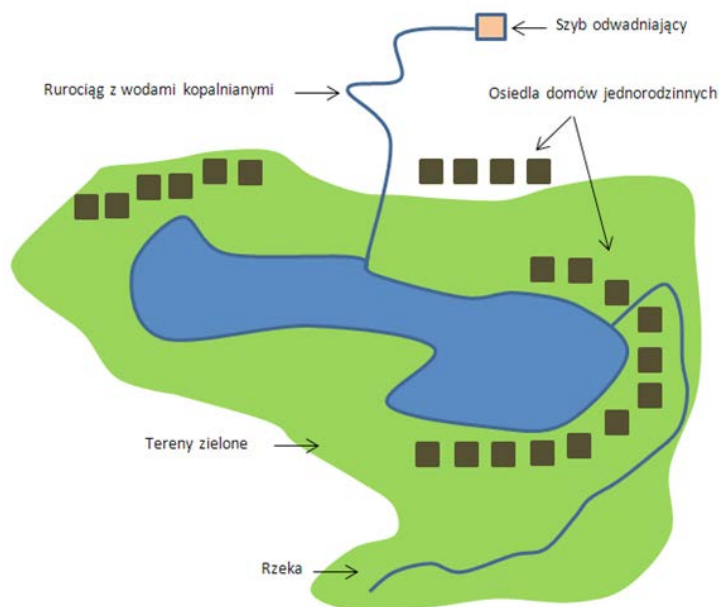
Poniżej przedstawiono poglądowy rysunek ukazujący opisywane założenia (rys. 1).

Obrazowane przedsięwzięcie stanowi innowacyjne rozwiązanie, które otwiera nowe perspektywy jego wykorzystania m.in. do ogrzewania domów, osiedli mieszkaniowych, obiektów użyteczności publicznej itp. Niebagatelnym aspektem tego rozwiązania jest również poprawa stanu środowiska w zakresie zmniejszenia emisji szkodliwych gazów do atmosfery na danym terenie, dotkniętym problemem niskiej emisji.

Dla nakreślonego powyżej opisu dokonano analizy ryzyka na etapie planowanej inwestycji.

## 2. Analiza ryzyka na etapie planowania inwestycji

Ryzyko lub czynnik ryzyka projektowego to niepewne zdarzenie lub uwarunkowania, które w przypadku wystąpienia mogą wpłynąć w negatywny bądź pozytywny sposób na cele reali-



Rys. 1. Założenia dotyczące przebiegu rurociągu z wodami kopalnianymi oraz umiejscowienia w jego pobliżu osiedla domów jednorodzinnych  
Źródło: Opracowanie własne

Fig. 1. Assumptions about the pipeline from the mine water and the location near the single family houses Assumptions about the pipeline from the mine water and the location near the single family houses

zowanej inwestycji. Zdarzenia te wystąpić mogą z określonym prawdopodobieństwem, które traktowane jest jako miara pewności, że powiązane z czynnikiem ryzyka rzeczywiście wystąpią. W przypadku zaistnienia przewidywanego czynnika, należy liczyć się z konsekwencjami, które będą miały określony wpływ na cele przedsięwzięcia. Stąd też dla realizacji nowych zadań, przedsięwzięć czy projektów przeprowadza się analizę ryzyka.

Proces analizy ryzyka składa się z następujących etapów:

**Etap 1:** Identyfikacja czynników ryzyka,

**Etap 2:** Analiza jakościowa wpływu czynników ryzyka,

**Etap 3:** Analiza ilościowa wpływu czynników ryzyka,

**Etap 4:** Opracowanie planu reakcji na wystąpienie czynników ryzyka,

**Etap 5:** Monitorowanie i kontrola czynników ryzyka,

**Etap 6:** Sporządzenie planu zarządzania ryzykiem (Słoński 2015).

Realizując kolejno wstępujące pod siebie etapy, uzyskano następujące wyniki analiz.

#### **Etap 1: Identyfikacja czynników ryzyka**

Identyfikację czynników ryzyka związanych z inwestycją, polegającą na wykorzystaniu wód kopalnianych w celach grzewczych, przeprowadzono w oparciu o analizę STEEP (ang. *Social, Technological, Economic, Environment, Political*). Wyłonione negatywne czynniki o charakte-

rze społecznym, technologicznym, ekonomicznym, środowiskowym i politycznym zaprezentowano w poniższej tabeli (tab. 1).

TABELA 1. Potencjalne czynniki związane z realizacją inwestycji zidentyfikowane na podstawie analizy STEEP

TABLE 1. Potential factors associated with the investment, identified based on the STEEP analysis

Aspekty społeczne	
1.	Ciepło wód kopalnianych wykorzystywane będzie w domach jednorodzinnych, zamieszkiwanych średnio przez 4 osoby, a nie w budynkach wielorodzinnych, gdzie liczba mieszkańców jest znacznie większa.
2.	Potencjalnie niski poziom edukacji społeczności lokalnej w zakresie wykorzystania energii geotermalnej, może przyczynić się do ewentualnych protestów.
3.	Potencjalnie niska świadomość wpływu wykorzystania dostępnych odnawialnych źródeł energii na zdrowie wśród społeczności lokalnej, może przyczynić się do ewentualnych protestów.
Aspekty technologiczne	
4.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych.
5.	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych.
6.	Brak sieci ciepłowniczej na odcinku pomiędzy otworami geotermalnymi (w tym przypadku szybem) a domami jednorodzinными.
Aspekty ekonomiczne	
7.	Wysoki koszt związany z realizacją przedsięwzięcia.
8.	Wysokie koszty pozyskania wód geotermalnych np. związane z pompowaniem wód kopalnianych.
9.	Konkurencyjność ekonomiczna wykorzystania ciepła pochodzącego z sieci wobec wykorzystania wód kopalnianych.
10.	Niewielka możliwość pozyskania środków finansowych w ramach pomocy publicznej lub projektów UE wspomagających rozwój tego typu inwestycji.
Aspekty środowiskowe	
11.	Ewentualność przecieku wód kopalnianych z instalacji do gleby i jej zanieczyszczenie.
12.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej.
Aspekty polityczne	
13.	Brak możliwości dofinansowania rozwoju energii geotermalnej w ramach Ustawy o odnawialnych źródłach energii.
14.	Niewielkie wsparcie rozwoju geotermii w świetle polskich ustaw lub programów gwarantujących pomoc (m.in. publiczną).

Źródło: Opracowanie własne

Przeprowadzenie analizy STEEP pozwoliło na zidentyfikowanie szeregu czynników o potencjalnie negatywnym wpływie na inwestycję związaną z wykorzystaniem wód kopalnianych

w celach grzewczych. Dla analizowanej inwestycji stwierdzono, iż tylko 7<sup>1</sup> z nich będzie miało istotne znaczenie. W toku dalszych analiz metodą ekspercką dokonano oceny wpływu tych czynników na następujące parametry projektu inwestycyjnego:

- ◆ zmiany w harmonogramie, kosztach oraz jakości realizacji projektu,
- ◆ rodzaj oddziaływania (jednorazowe, ciągłe, okresowe),
- ◆ oczekiwany trend (rosnący, stały, malejący),
- ◆ wielkość wpływu na cele projektu (skala ocen obejmowała wielkości od 1 do 10, gdzie 1 oznacza bardzo mały, natomiast 10 – bardzo duży wpływ na cele projektu).

Charakter wpływu czynników na parametry projektu inwestycyjnego zaprezentowano w poniższej tabeli (tab. 2).

TABELA 2. Czynniki ryzyka mające wpływ na podstawowe parametry projektu inwestycyjnego (harmonogram, koszty, jakość)

TABLE 2. Risk factors affecting the basic parameters of the investment project (schedule, cost, quality etc.)

Czynnik ryzyka		Wpływ na parametry projektu inwestycyjnego	Rodzaj oddziaływania	Oczekiwany trend	Wielkość wpływu na cele projektu
1		2	3	4	5
1.	Ciepło wód kopalnianych wykorzystywane będzie w domach jednorodzinnych, zamieszkiwanych średnio przez 4 osoby, a nie w budynkach wielorodzinnych, gdzie liczba mieszkańców jest znacznie większa	koszty	ciągłe	stały	2
2.	Potencjalnie niski poziom edukacji społeczności lokalnej w zakresie wykorzystania energii geotermalnej może przyczynić się do ewentualnych protestów	harmonogram/ koszty	okresowe	malejący	1
3.	Potencjalnie niska świadomość wpływu wykorzystania dostępnych odnawialnych źródeł energii (OZE) na zdrowie wśród społeczności lokalnej może przyczynić się do ewentualnych protestów	harmonogram/ koszty	okresowe	malejący	1
4.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych	harmonogram/ koszty/jakość	_1	_2	10
5.	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych	harmonogram/ koszty/jakość	_3	_4	10
6.	Ewentualność przecieku wód kopalnianych z instalacji do gleby i jej zanieczyszczenie	harmonogram/ koszty	–/jednorazowe	–	1
7.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej	harmonogram/ koszty	jednorazowe /okresowe	–/malejący	5

<sup>1</sup> Czynniki: 6, 7 8, 9 10, 13, 14 (wymienione w tab. 1) nie zostały zaliczone do potencjalnych czynników ryzyka analizowanej inwestycji, gdyż ich istnienie uwzględniono na etapie projektowania inwestycji i ujęto np. w budżecie projektu.

TAB. 2. cd.

TAB. 2 cont.

1	2	3	4	5
Komentarz / ewentualne środki zaradcze do wskazanych czynników ryzyka				
1.	Ciepło wód kopalnianych...	realizowana inwestycja ma charakter pilotażowy. Jej głównym celem jest pokazanie możliwości wykorzystania beзуytecznych jak dotąd wód kopalnianych, stąd też niski wpływ tego czynnika na cele projektu.		
2.	Potencjalnie niski poziom edukacji...	inwestycja nie będzie powodować negatywnego oddziaływania na środowisko np. emisji odorów. Stąd też zerowy wpływ na cele projektu. Poprzez pozytywną realizację projektu możliwe jest zwiększenie wiedzy społeczności lokalnej. Zakłada się również realizację projektów edukacyjnych w tym zakresie przez inne podmioty świadczące usługi edukacyjno-szkoleniowe.		
3.	Potencjalnie niska świadomość...	inwestycja nie będzie powodować negatywnego oddziaływania na zdrowie ludzi spowodowanego np. emisją związków siarki lub węgla. Stąd też zerowy wpływ na cele projektu. Poprzez pozytywną realizację projektu możliwe jest zwiększenie wiedzy społeczności lokalnej. Realizowana inwestycja posłużyć może jako przykład omawiany podczas projektów edukacyjnych organizowanych przez inne podmioty świadczące usługi edukacyjno-szkoleniowe.		
4.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych...	czynnik powinien zostać włączony do rejestru ryzyk.		
5.	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych...	czynnik powinien zostać włączony do rejestru ryzyk.		
6.	Ewentualność przecieku wód kopalnianych...	dobór wykwalifikowanej kadry gwarantować powinien uniknięcie tego typu czynnika. Gdyby jednak zdarzenie miało miejsce, należy podjąć natychmiastowe działania naprawcze.		
7.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów...	czynnik powinien zostać włączony do rejestru ryzyk.		

Źródło: Opracowanie własne

<sup>1</sup> Dany czynnik może mieć charakter zarówno jednorazowy, ciągły jak i okresowy.

<sup>2</sup> W zależności od zmieniających się uwarunkowań, trend związany z danym czynnikiem może mieć charakter rosnący, stały, malejący.

<sup>3</sup> Dany czynnik może mieć charakter zarówno jednorazowy, ciągły jak i okresowy.

<sup>4</sup> W zależności od zmieniających się uwarunkowań, trend związany z danym czynnikiem może mieć charakter rosnący, stały, malejący.

W wyniku podjętych prac sporządzono rejestr ryzyk (tab. 3), który składa się z listy rozpoznanych czynników ryzyka oraz listy możliwych reakcji na poszczególne zdarzenia. Do wspomnianego rejestru zakwalifikowane zostały czynniki, dla których wielkość wpływu na cele projektu wynosiła przynajmniej 20%.

TABELA 3. Rejestr ryzyk dla inwestycji związanych z wykorzystaniem wód kopalnianych w celach energetycznych

TABLE 3. The risks register for investments related to the use of mine water for heating purposes

Lp.	Czynnik ryzyka	Potencjalne reakcje podjęte w przypadku wystąpienia czynnika
1.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych	dokonanie analizy doboru innych opłacalnych ekonomicznych rozwiązań (np. zastosowanie innych OZE lub zasilenie osiedla ciepłem pochodzącym z sieci ciepłowniczej).
2.	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych	dokonanie analizy doboru innych opłacalnych ekonomicznych rozwiązań (np. zastosowanie innych OZE lub zasilenie osiedla ciepłem pochodzącym z sieci ciepłowniczej).
3.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej	naprawa oraz zabezpieczenie instalacji przed podobnymi zdarzeniami w przyszłości.

Źródło: Opracowanie własne

### Etap 2: Analiza jakościowa wpływu czynników ryzyka

Dla określenia potencjalnej rangi wymienionych czynników, mogących mieć wpływ na realizację inwestycji, metodą ekspercką określono prawdopodobieństwa wystąpienia poszczególnych zdarzeń (tab. 4) oraz oznaczono je za pomocą wielkości liczbowych od 1 do 10, gdzie 1 oznacza bardzo małe, a 10 bardzo duże prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia. Ponadto określono skalę opisującą rozmiar zdarzenia w odniesieniu do całego projektu, a także kierunek jego oddziaływania, czyli potencjalny wpływ zdarzenia (pozytywny, obojętny lub negatywny) na dalszy przebieg prac inwestycyjnych.

TABELA 4. Najważniejsze czynniki ryzyka zidentyfikowane na podstawie analizy jakościowej

TABLE 4. The main risk factors identified on the basis of qualitative analysis

Lp.	Czynnik ryzyka	Prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia (1–10)	Skala zdarzenia (1–10)	Kierunek oddziaływania zdarzenia
1.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych	2	1–10	negatywny
2.	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych	2	1–10	negatywny
3.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej	1	1–10 <sup>1</sup>	negatywny

Źródło: Opracowanie własne

<sup>1</sup> W zależności od wielkości wyrządzonych szkód związanych np. z siłą wstrząsu, stopniem uszkodzenia instalacji, skala zdarzenia może przybierać wartości z przedziału od 1 do 10.



W dalszej kolejności określono tzw. priorytety ryzyka, wskazując na istotność ustalonych najważniejszych czynników ryzyka dla realizacji inwestycji. Priorytety ryzyka ustalone zostały na podstawie następujących kryteriów:

- a) jakość informacji o czynnikach,
- b) identyfikacja czynników, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności,
- c) kategoryzacja czynników ryzyka.

Zidentyfikowane czynniki ryzyka scharakteryzowano w opisany poniżej sposób:

1. Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych:

a) Jakość informacji związanych z tym czynnikiem jest bardzo dobra – prowadzone są badania temperatury wód kopalnianych odprowadzanych do zbiornika, które wskazują, iż temperatura wód jest stała, a jej średnia wartość na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat wynosiła 23°C.

b) Identyfikacja czynników, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności – w przypadku analizowanego czynnika istotne są dwa aspekty. Pierwszy z nich to długi okres przygotowywań, a drugi to nieodległe skutki oddziaływania. Zgodnie z założeniami projektu, przez okres dwóch lat prowadzone będą pomiary temperatury wód mające na celu zbadanie średniej temperatury wody na wylocie z szybu odwadniającego. Dotychczasowa niewielka ilość przeprowadzonych pomiarów (tab. 5) wskazuje, iż średnia temperatura wody wynosi 25,5°C.

TABELA 5. Wyniki pomiarów temperatury wód na wylocie z szybu odwadniającego

TABLE 5. The results of measurements of water temperature at the outlet of the drainage shaft

Data pomiaru	28.08.2014	29.08.2014	30.08.2014	18.09.2014	25.09.2014	02.10.2014	Średnia
Temperatura wody na wylocie [°C]	25,2	26,0	26,2	25,4	25,0	25,0	25,5

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gzyl 2014

Dla uzyskania pełnego obrazu analizowanego czynnika, równoległe prowadzone były prace związane z analizą archiwalnych pomiarów parametrów tych wód. Dane za lata 2001–2013 wskazują, iż średnia temperatura wód wynosiła 24°C. Oznacza to, iż na przestrzeni lat pozostaje ona na tym samym poziomie.

W przypadku zaobserwowania niskich temperatur wód albo dużej ich zmienności (od bardzo wysokich do bardzo niskich), można by doszukiwać się przesłanek skłaniających do zaniechania realizacji inwestycji. Niemniej archiwalne, jak i aktualne wyniki pomiarów (tab. 6) wskazują na potencjalną opłacalność wykorzystania wód kopalnianych ze względu na ich wysoką temperaturę oraz jej niewielkie wahania.

c) Kategoryzacja czynników ryzyka – czynnik należy przypisać do procesu, który nie zależy od postępowania inwestora. Można jednak poprzez wnikliwą analizę danych archiwalnych, oszacować prawdopodobieństwo zmian tego czynnika.

2. Nagłe zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych:

a) Jakość informacji związanych z tym czynnikiem jest bardzo dobra – z przeprowadzonych pomiarów wynika, iż średnia ilość wypompowanej wody wynosi 388,4 m<sup>3</sup>/h (tab. 6).

TABELA 6. Wyniki pomiarów ilości wypompowywanych wód kopalnianych

TABLE 6. Results of measurements concerning amount of water pumped out of the mine

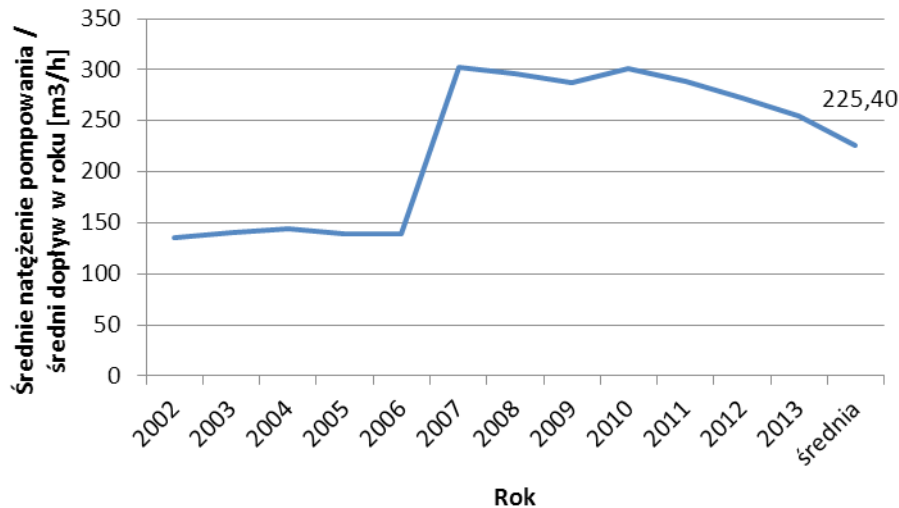
Data pomiaru	Godziny pomiaru	Czas pompowania [h]	Ilość wypompowanej wody [m <sup>3</sup> ]	Średnia ilość wypompowanej wody [m <sup>3</sup> /h]
28.08.2014	0.00–4.00; 10.00–19.00; 22.00–24.00	15	6 260	417,3
29.08.2014	0.00–4.00; 8.00–19.00; 22.00–24.00	17	6 770	398,2
30.08.2014	0.00–4.00; 9.00–24.00	19	7 260	382,1
31.08.2014	0.00–4.00; 10.00–24.00	18	6 760	375,6
01.09.2014	0.00–4.00; 7.30–19.00; 22.00–24.00	17,5	6 450	368,6
Średnia ilość wypompowanej wody: 388,4 [m <sup>3</sup> /h]				

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gzyl 2014

Średnią wyliczono na podstawie kilku pomiarów, które zostaną uzupełnione w trakcie trwania projektu. Uzyskane wyniki zestawiono z danymi pochodzącymi z lat 2002–2013 obrazującymi roczne ilości wypompowanej wody. Średnia z wymienionych lat wynosi 225,4 m<sup>3</sup>/h (rys. 2). Oznacza to, że ilości pozyskiwanej wody kształtują się na poziomie ponad 200 m<sup>3</sup>/h.

b) Identyfikacja czynników, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności – podobnie jak w przypadku poprzedniego czynnika, tutaj również istotne są dwa aspekty, długi okres przygotowań oraz nieodległe skutki oddziaływania. Dla uzyskania pełnej wiarygodności danych prowadzone są pomiary ilości wypompowywanych wód. Równoległe prowadzone są również prace związane z analizą archiwalnych pomiarów parametrów tych wód. Czynnikiem ten jest bardzo istotny, gdyż spadek ilości wypompowywanych wód w bardzo krótkim czasie, spowoduje negatywne skutki dla inwestycji, a w dłuższej perspektywie uniemożliwi prawidłowe funkcjonowanie instalacji i dostarczanie przez nią ciepła.

c) Kategoryzacja czynników ryzyka – czynnik należy przypisać do procesu, który nie zależy od postępowania inwestora. Można jednak poprzez wnikliwą analizę danych dotyczących ilości wypompowywanych wód oszacować prawdopodobieństwo potencjalnych zmian w przyszłości.



Rys. 2. Wyniki pomiarów ilości wypompowywanych wód kopalnianych z analizowanego szybu odwadniającego  
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gzyl 2014

Fig. 2. The results of measurements of the amount of water pumped out of the mine shaft dewatering

### 3. Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej:

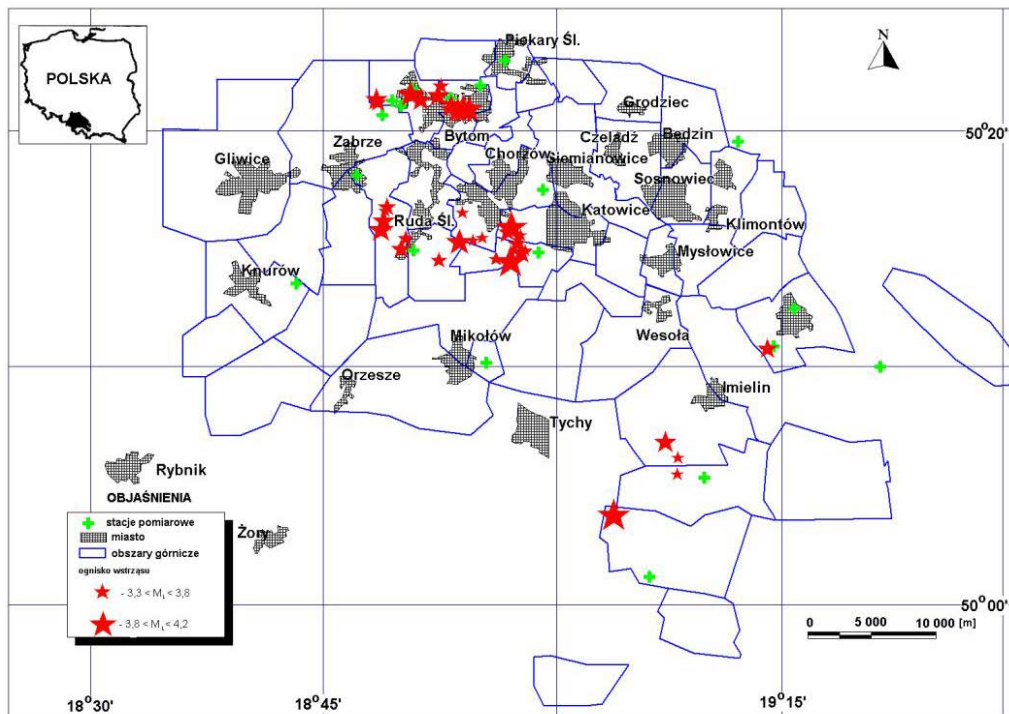
a) Jakość informacji związanych z tym czynnikiem jest bardzo dobra, gdyż dostępne są wieloletnie dane obrazujące ukształtowanie aktywności sejsmicznej w miejscu inwestycji. Jak wynika z analizy danych literaturowych (Stec 2007), aktywność ta była szczególnie wysoka w latach 1985–1997. Związana ona była z bardzo intensywną eksploatacją wydobywczą Kopalni Węgla Kamiennego (woj. śląskie), na terenie której planowana jest realizacja inwestycji (rys. 3). Od 1993 r., wraz z rozpoczęciem likwidacji kopalni, aktywność ewidentnie zmalała.

b) Identyfikacja czynników, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności – jak wynika z analizy literatury przedmiotu (Stec 2007), aktywność sejsmiczna na terenie objętym inwestycją zanika. Stąd też działalność związana z zabezpieczeniem się przed ewentualnymi skutkami wystąpienia tego czynnika może zostać podjęta w dalszej kolejności.

c) Kategoryzacja czynników ryzyka – czynnik należy przypisać do procesu, który nie zależy od postępowania inwestora.

Przeprowadzenie analizy jakościowej wpływu zidentyfikowanych czynników ryzyka na proces inwestycyjny pozwoliło na uszczegółowienie informacji odnośnie następujących kwestii:

- ◆ wskazanie kluczowych czynników, którymi należy zająć się natychmiast,
- ◆ opracowanie rankingu czynników ryzyka pod względem prawdopodobieństwa ich wystąpienia i wielkości oddziaływania,
- ◆ nakreślenie prawdopodobnego trendu zmian czynników ryzyka (rosnący, stały, malejący). Jeżeli analiza czynników ryzyka jest wykonywana regularnie, wówczas należy wyznaczyć trendy wyników analiz, które mogą wskazywać na potrzebę większego lub mniejszego zaangażowania w zarządzanie konkretnymi czynnikami ryzyka w ramach realizacji danej inwestycji,



Rys. 3. Rozkład ognisk wstrząsów o energii  $E \geq 10^8$  J  
 Źródło: Stec 2007

Fig. 3. Distribution of outbreaks shock with energy  $E \geq 10^8$  J

- ◆ opracowanie listy czynników, którymi należy zająć się na etapie analizy ilościowej (czynniki mniej ważne tworzą listę czynników oczekujących.

Zestawienie informacji odnośnie analizowanych czynników przedstawiono w poniższej tabeli (tab. 7).

Jak wynika z przeprowadzonej analizy jakościowej, dla realizowanej inwestycji nie zidentyfikowano kluczowych czynników, które mogłyby na obecnym etapie prac w sposób bezpośredni zagrozić jej realizacji. Istnieją jednak trzy czynniki, które mogą mieć wpływ na postępy prac związanych z niniejszą inwestycją. Są to jednak czynniki zależne od zjawisk przyrodniczych, które inwestor może wnikliwie badać dokonując m.in. własnych pomiarów, niemniej jak wskazują dane historyczne nie powinny one zagrozić realizacji inwestycji.

### Etap 3: Analiza ilościowa wpływu czynników ryzyka

Zgodnie z założeniami analizy ryzyka, analizę ilościową przeprowadza się tylko dla kluczowych czynników wyłonionych podczas analizy jakościowej. W przypadku niniejszej inwestycji, nie wyłoniono czynników, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności, co pozwala na przejście do etapu 4 analizy.

TABELA 7. Uszczegółowione informacje odnośnie do najważniejszych czynników ryzyka – analiza jakościowa

TABLE 7. Detailed information on the key risk factors – qualitative analysis

Lp.	Czynnik ryzyka	Prawdopodobieństwo wystąpienia ryzyka (1–10) = ranking	Wielkość oddziaływania czynnika (1–10)	Trend zmian czynników ryzyka
Czynniki kluczowe, którymi należy zająć się natychmiast				
1.	–	–	–	–
Czynniki, które mogą zostać umieszczone na liście czynników oczekujących				
1.	Nagła zmiana temperatury wypompowywanych wód kopalnianych	2	1–10	malejący
2.,	Nagle zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych	2	1–10	malejący
3.	Ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej	1	1–10	malejący

Źródło: Opracowanie własne

#### **Etap 4: Opracowanie planu reakcji na wystąpienie czynników ryzyka**

Plan reakcji powinien obejmować działania zmniejszające bądź też całkowicie eliminujące wpływ niekorzystnych zmian wywołanych wystąpieniem kluczowych czynników ryzyka oraz wzmocniać wpływ pozytywnych zmian na projekt. Ponieważ w niniejszej analizie nie występują czynniki, którymi należy zająć się w pierwszej kolejności, a czynniki z tzw. listy czynników oczekujących są na bieżąco monitorowane, na etapie tym główny nacisk zostanie położony na zaproponowanie działań związanych z czynnikami pozytywnymi, których dodatkowe wyeksponowanie może wzmocnić wpływ na bieżącą inwestycję lub też pozytywnie oddziaływać na podobne inwestycje w przyszłości.

Wykaz wybranych pozytywnych czynników mogących wzmocnić korzyści płynące z realizacji inwestycji wraz z hierarchią ich wykorzystania zawarto w poniższej tabeli (tab. 8).

Jak wynika z analizy czynników zawartych w powyższej tabeli (tab. 8), istnieje kilka bardzo ważnych czynników, które należałoby wykorzystać, chcąc zwielokrotnić korzyści płynące z realizacji niniejszego przedsięwzięcia. Są to: brak konieczności poszukiwania złóż termalnych tam, gdzie istnieją szyby kopalniane służące do odwadniania kopalń, wykorzystanie już istniejących otworów (szybów) w celu pozyskania ciepłej wody, niewielka odległość ujęcia wód od miejsca ich zagospodarowania oraz rewitalizacja terenu połączona ze zmniejszeniem emisji zanieczyszczeń do atmosfery. W przypadku pomyślnie zrealizowanej inwestycji, czynniki te można by wykorzystać rozpropagowując informacje oraz służąc społeczności lokalnej (lub regionalnej) tworząc centrum edukacyjno-rekreacyjne, w którym można by zapoznać się z podstawowymi zagadnieniami związanymi z energią geotermalną, gospodarką wodną kopalń, uwarunkowaniami dotyczącymi danej inwestycji, a także efektywnością ekonomiczną, ekologiczną wynikającą z jej zastosowania. Pozostałe czynniki można wykorzystać celem propagowania

TABELA 8. Wykaz czynników, które mogą wpłynąć na optymalizację korzyści związanych z realizacją inwestycji

TABLE 8. The list of factors that may affect optimization of benefits associated with the investment

Czynnik pozytywny		Potencjalne dalsze działania mające na celu wzmocnienie wpływu czynnika lub zwiększenie korzyści płynących z realizacji inwestycji	Hierarchia wykorzystania czynników <sup>1</sup>
1		2	3
Czynniki bezpośrednio związane z realizacją inwestycji			
1.	Wykorzystanie istniejących szybów górniczych w celu pozyskiwania ciepłej wody. Uniknięcie konieczności wiercenia otworów geotermalnych	optymalne wykorzystanie dostępnych otworów geotermalnych w celu dostarczenia ciepła do okolicznych budynków (ewentualnie budynków usługowych, edukacyjno-rekreacyjnych itp.).	10
2.	Bliskość położenia ujęcia wód kopalnianych względem budowanego osiedla domów jednorodzinnych	wskazanie opłacalnej ekonomicznie odległości pomiędzy ujęciem wód kopalnianych a miejscem ich zagospodarowania.	10
3.	Rewitalizacja zdewastowanego terenu	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji. Utworzenie centrum edukacyjno-rekreacyjnego pozwalającego na promocję zrewitalizowanych terenów, szerzenie wiedzy m.in. z zakresu odnawialnych źródeł energii, oddanie do użytku ogólnodostępnych terenów zielonych.	10
4.	Redukcja emisji związków niekorzystnie wpływających na lokalny klimat (m.in. związki siarki, węgla)	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji. Pozytywny wpływ na ograniczenie zanieczyszczenia powietrza na danym terenie (m.in. ograniczenie niskiej emisji itp.).	10
5.	Istnienie potencjalnych odbiorców ciepła pochodzącego z wykorzystania wód kopalnianych (oferta inwestycji mieszkaniowej)	wykorzystanie zdobytych doświadczeń dla implikowania podobnych działań w przyszłości na rewitalizowanych terenach pogórniczych.	9
6.	Wdrożenie innowacyjnego rozwiązania pozwalającego na wykorzystanie w celach energetycznych wód kopalnianych dotychczas odprowadzanych do rzek	wykorzystanie zdobytych doświadczeń dla implikowania podobnych działań w przyszłości na rewitalizowanych terenach pogórniczych. Wdrożone rozwiązanie posłużyć może jako przykład zagospodarowania wód odpadowych. Może zostać zaliczone do kanonu dobrych praktyk. Opublikowanie materiałów w celach naukowych jak i popularnonaukowych.	9
7.	Istnienie sparymetryzowanych zasobów hydrotermalnych, np. temperatura wody, ilość wypompowywanych wód na powierzchni w zadanym okresie czasu (badania przeprowadzone w ramach funkcjonowania kopalni oraz po jej zamknięciu)	udostępnienie materiałów obrazujących zasoby hydrotermalne badanego terenu, a także związany z nimi potencjał ich wykorzystania. Wykorzystanie posiadanej wiedzy przy realizacji podobnych projektów.	9

TAB. 8 cd.

TAB. 8 cont.

	1	2	3
8.	Pozyskana energia powinna zagwarantować pokrycie bazowego zapotrzebowania na ciepło (i chłód) dla planowanego osiedla domów jednorodzinnych.	w przypadku uzyskania pozytywnych rezultatów związanych z realizacją inwestycji (tj. pokrycie bazowego lub ponad bazowego zapotrzebowania na ciepło), propagowanie ich na szeroką skalę.	8
9.	Wpływ na bezpieczeństwo energetyczne poprzez wykorzystanie energii lokalnej.	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji.	8
Czynniki pośrednio związane z realizacją inwestycji			
1.	Wykorzystanie potencjału wód kopalnianych dla uatrakcyjnienia rynkowego terenów przemysłowych (w celach komercyjnych).	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji.	10
2.	Unaooczenie możliwości pozyskiwania ciepła z wód odpadowych	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji. Zagospodarowanie wód odpadowych.	10
3.	Otwartość na wykorzystanie nowych dostępnych technologii.	wykorzystanie zdobytych doświadczeń dla implikowania podobnych działań w przyszłości na rewitalizowanych terenach pogórnich.	9
4.	Tworzenie nowych obszarów działalności rynkowej.	optymalne wykorzystanie pojawiającej się niszy.	9
5.	Podłączanie energii geotermalnej do sieci ciepłowniczej w krajach UE.	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji.	9
6.	Wzrastająca liczba projektów, realizowanych w krajach UE, związanych z energią geotermalną ukierunkowana jest na ciepłownictwo lub kogenerację energii elektrycznej i ciepła.	propagowanie na szeroką skalę korzyści związanych z realizacją inwestycji.	9

Źródło: Opracowanie własne

<sup>1</sup> Usystematyzowania czynników dokonano posługując się skalą od 1 do 10, gdzie 1 oznacza niewielki, a 10 bardzo duży wpływ na optymalizację korzyści związanych z realizacją inwestycji.

tematyki wykorzystania energii geotermalnej pochodzącej z wykorzystania wód kopalnianych, m.in. poprzez realizację podobnych inwestycji, a także propagowanie korzyści płynących z tego typu działalności na szeroką skalę.

#### **Etap 5: Monitorowanie i kontrola czynników ryzyka**

W przypadku niniejszej inwestycji, dla czynników umieszczonych na tzw. liście czynników oczekujących, prowadzony jest ciągły monitoring temperatury i ilości wypompowywanych wód oraz aktywności sejsmicznej terenu. Każdorazowy audyt czynników powinien kończyć się określeniem potencjalnego wpływu danego czynnika na realizację kolejnych etapów prac związanych z inwestycją. Jak dotychczas uzyskane wyniki pomiarów (umiarkowanie stała temperatura

i ilość wód oraz brak tąpnięć) utwierdzają w przekonaniu stosowności kontynuowania dalszych prac.

#### **Etap 6: Sporządzenie planu zarządzania ryzykiem**

Realizacja wymienionych powyżej etapów pozwoliła na sporządzenie planu zarządzania ryzykiem związanym z etapem planowania inwestycji.

Podczas realizacji analizy ryzyka nie zidentyfikowano czynników kluczowych wymagających natychmiastowej interwencji.

Wskazano natomiast trzy czynniki niezagrożające realizacji inwestycji, które umieszczono na liście czynników oczekujących. Wśród nich wyróżniono:

- ◆ nagłą zmianę temperatury wypompowywanych wód kopalnianych,
- ◆ nagłe zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych,
- ◆ ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej.

Czynniki te powinny zostać objęte analizą danych archiwalnych (przed wydatkowaniem istotnych środków finansowych) oraz długotrwałym bieżącym monitoringiem. Uzyskane wyniki analiz powinny zostać poddane dyskusji związanej z dalszym postępowaniem prac. Działania mające na celu pomiar temperatury, ilość wód wypompowywanych na powierzchnię oraz analizę sejsmiczności powinny być kontynuowane przez czas trwania projektu oraz po jego zakończeniu. Jak dotychczas uzyskane wyniki badań są zadowalające i skłaniają do kontynuacji inwestycji.

W trakcie przeprowadzania analizy ryzyka wyłoniono również 5 czynników bezpośrednio związanych z realizacją inwestycji, które mogłyby się przyczynić do zwielokrotnienia korzyści płynących z realizacji opisywanej inwestycji. Są to:

- ◆ ograniczenie aspektu kosztowego, związanego z poszukiwaniem złóż termalnych o wymaganych temperaturach wód – w odniesieniu do konwencjonalnych działań związanych z poszukiwaniem odpowiednich złóż, czynnik ten wpływa w bardzo dużym stopniu na ekonomikę przedsięwzięcia,
- ◆ wykorzystanie istniejących szybów górniczych, a tym samym uniknięcie konieczności wiercenia otworów geotermalnych – czynnik ten odgrywa istotne znaczenie dla opłacalności inwestycji,
- ◆ bliskość położenia ujęcia wód kopalnianych względem budowanego osiedla domów jednorodzinnych – zwiększa opłacalność ekonomiczną realizowanego przedsięwzięcia,
- ◆ rewitalizacja zdewastowanego terenu – rewitalizowany obszar jest tak duży, iż mogłyby zostać na nim ulokowane nie tylko budynki mieszkalne, ale i inne obiekty (usługowe, edukacyjno-rekreacyjne itp.) zasilane ciepłem pochodzącym z wykorzystania wód kopalnianych,
- ◆ redukcja emisji związków niekorzystnie wpływających na lokalny klimat (m.in. związki siarki, węgla), która pozwoliłaby na ograniczenie niskiej emisji występującej na tym terenie.

Wpływ powyższych czynników (zwłaszcza tych o charakterze negatywnym) powinien być stale kontrolowany, a ich wpływ (trend) uwzględniony na etapie opracowywania kolejnej analizy ryzyka związanej z realizacją inwestycji.



## Podsumowanie

Analiza literatury przedmiotu oraz dotychczasowe doświadczenia Kopalni Węgla Kamiennego (woj. śląskie) wskazują na możliwość energetycznego wykorzystania wód pochodzących z odwadniania nieczynnych już kopalń. Wody kopalniane, które ze względu na ochronę przed zatopieniem funkcjonujących zakładów górniczych, muszą zostać wypompowane na powierzchnię, mogą zostać wykorzystane w celu pozyskania ciepła, zanim zostaną odprowadzone do pobliskich cieków wodnych. To innowacyjne rozwiązanie pozwala na uniknięcie bardzo dużych kosztów związanych z poszukiwaniem i wykonywaniem odwiertów geotermalnych, ponadto przy stosunkowo niskich nakładach finansowych można określić wydajność eksploatacyjną, temperaturę wód, skład chemiczny oraz głębokość zalegania warstwy wodonośnej. Pozyskana energia jest przyjazna dla środowiska i może zostać wykorzystana dla zaspokojenia lokalnych potrzeb energetycznych. Ponieważ działalność związana z energetycznym wykorzystaniem wód kopalnianych jest działalnością niewykorzystywaną jeszcze na powszechną skalę, może wiązać się z występowaniem różnego rodzaju typów ryzyka o charakterze społecznym, technicznym, ekonomicznym, środowiskowym czy politycznym. Rodzaje te, występujące na etapie planowania inwestycji, ale i również dalszych etapach, powinny zostać indywidualnie zbadane, dla zminimalizowania ich negatywnego wpływu na cele projektu.

Niemniej procedura analizy ryzyka pozwoliła na wskazanie trzech czynników, dla których na obecnym etapie wiedzy, opartym na analizie danych archiwalnych oraz bieżącym monitoringu, nie stwierdzono zagrożeń związanych z realizacją inwestycji. Aczkolwiek wystąpienie któregoś z tych czynników może spowodować poważne konsekwencje, których efektem będzie brak opłacalności ekonomicznej projektu. Wśród czynników tych wyróżniono:

- ◆ nagłą zmianę temperatury wypompowywanych wód kopalnianych,
- ◆ nagłe zmniejszenie ilości wypompowywanych wód kopalnianych,
- ◆ ewentualność wystąpienia wstrząsów górotworu i uszkodzenia instalacji geotermalnej.

Ze względu na wagę znaczeniową wymienionych czynników, powinny być one kontrolowane podczas opracowywania każdej kolejnej analizy ryzyka związanej z realizacją inwestycji.

Procedura analizy ryzyka pozwoliła także na wskazanie pięciu czynników, które bezpośrednio przyczynić by się mogły do zwielokrotnienia korzyści płynących z realizacji inwestycji. Są to:

- ◆ ograniczenie aspektu kosztowego, związanego z poszukiwaniem złóż termalnych o wymaganych temperaturach wód,
- ◆ wykorzystanie istniejących szybów górniczych, a tym samym uniknięcie konieczności wiercenia otworów geotermalnych,
- ◆ bliskość położenia ujęcia wód kopalnianych względem budowanego osiedla domów jednorodzinnych,
- ◆ rewitalizacja zdewastowanego terenu,
- ◆ redukcja emisji związków niekorzystnie wpływających na lokalny klimat (m.in. związki siarki, węgla).

Reasumując, na etapie planowania prac związanych z wykorzystaniem wód kopalnianych w celach energetycznych nie zidentyfikowano czynników dyskwalifikujących realizację niniejszego przedsięwzięcia. Wskazano natomiast czynniki, które winny podlegać dalszemu monitorowaniu zarówno w celu uniknięcia ich wpływu na inwestycję, jak i wzmocnieniu pozytywnego efektu związanego z realizacją niniejszej inwestycji.

## Literatura

- BURKE, T. 2002. *Wykorzystanie zatopionych wyrobisk górniczych w Szkocji jako źródła energii geotermalnej*. Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego nr 17. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec, Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Kraków, Polska Geotermalna Asocjacja.
- GZYL, G. 2014. *Raport z realizacji projektu „Czysta Energia – drugie życie kopalni (LoCAL): Zrównoważone wykorzystanie zatopionych wyrobisk po eksploatacji węgla kamiennego jako źródła energii cieplnej”*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice.
- MAŁOLEPSZY, Z. 2003. *Zasoby energii geotermalnej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. Prace Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego nr 17. Uniwersytet Śląski, Sosnowiec, Uniwersytet Śląski – Wydział Nauk o Ziemi, Kraków, Polska Geotermalna Asocjacja.
- MAZURKIEWICZ i in. 2013 – MAZURKIEWICZ, J., KMIECIK, E. i TOMASZEWSKA, B. 2013. Program badań dla określenia potencjału geotermii niskotemperaturowej bazującej na wodach podziemnych Małopolski. *Technika Poszukiwań Geologicznych Geotermia, Zrównoważony Rozwój t. 2*, s. 45–58.
- SŁOŃSKI, T. 2015. *Proces zarządzania ryzykiem projektu inwestycyjnego*. Wykład, Studia podyplomowe: Inwestycje finansowe w OZE, Warszawa.
- SOLIK-HELIASZ i in. 2008. Analiza techniczna i ekonomiczna wykorzystania ciepła ze zrobów. [W:] *Polygon prac związanych z wykorzystaniem ciepła z wód kopalnianych dla obiektów planowanych na terenie byłej kopalni „Katowice” (rejon ulic Nadgórników i Kopalnianej)*. Dokumentacja GIG. Główny Instytut Górnictwa, Katowice.
- SOLIK-HELIASZ i in. 2010. Pozyskanie energii z wód kopalnianych – na przykładzie zlikwidowanej kopalni „Katowice”. *Przegląd Górniczy* nr 1, SITG, Katowice.
- SOLIK-HELIASZ i in. 2012. Wody geotermalne regionu górnośląskiego i ich zasoby energetyczne, Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. *Studia – Rozprawy – Monografie* nr 886, Główny Instytut Górnictwa, Katowice.
- STEC, K. 2007. *Aktywność sejsmiczna Górnośląskiego Zagłębia Węglowego – 30 lat ciągłej obserwacji przez Górnośląską Regionalną Sieć Sejsmologiczną*. GIG, Katowice.

Lucyna CICHY, Marcin GŁODNIOK

## Risk analysis in the investment planning phase, concerning use of mine water for heating family houses

### Abstract

Mine water, from both active and liquidated coal mines, is often directed to the nearest watercourse. It is rarely noted, that the mine water have significant potential which can be used to meet local energy needs.

Taking into account innovative character of such investment, it is advised to prepare risk analysis, covering the widest possible range of aspects of the planned implementation (Mazurkiewicz et al. 2013). This article shows a number of factors, that may occur in the planning phase of such investment. The identified factors have been structured according to their impacts on the project (positive and negative) and their types (social, technological, economic, ecological and political).

Within the group of negative factors, it was determined which of them are the most important to deal with and which could be placed on the so-called watchlist. Among the identified important factors can be mentioned, among others, a sudden change in temperature or the amount of incoming water or unexpected rock shocks. It is assumed that identification of negative factors and specific actions to be taken should minimize its impact for the project's goals.

There were also proposed some actions to be taken if positive factors occurs – to increase its positive impact on final result of the investment. These included, among others, no need for searching for thermal waters and no need for drilling, as well as the revitalization of the area. Identification of positive factors and their proper use would enable greater, often even unplanned, benefits from the project.

**KEYWORDS:** renewable energy, geothermal energy, heat recovery from mine water

