

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK*, Artur KARCZMARCZYK**, Janusz MAZUREK***

Możliwości wykorzystania wód kopalnianych jako dolnego źródła dla pompy ciepła na przykładzie kopalni Trzebionka

STRESZCZENIE. Możliwości wykorzystania wód kopalnianych dla pozyskania energii pojawiają się w trakcie eksploatacji kopalni oraz w przypadku prowadzonej jej likwidacji poprzez wykorzystanie istniejących szybów. Warunkiem stawianym dla wykorzystania wody podziemnej, jako źródła ciepła jest jej odpowiedni skład fizykochemiczny oraz znaczna wydajność. W prezentowanej pracy analizie poddano wody dołowe górnictwa rud cynku i ołowiu, eksploatowane z utworów triasowych przez kopalnię Trzebionka. Oszacowano teoretyczną wielkość energii cieplnej możliwą do pozyskania z wód kopalnianych jeszcze w trakcie eksploatacji, jak też po jej zakończeniu ale przy założeniu odwadniania prowadzonego z niezmienną wydajnością.

SŁOWA KLUCZOWE: kopalnia rud cynku i ołowiu, wody dołowe, pompy ciepła, wielkość energii

* Dr inż., *** Mgr inż. — Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków, Pracownia Badań Środowiskowych i Gospodarki Odpadami; e-mail: beatakk@min-pan.krakow.pl, jan@min-pan.krakow.pl

** Mgr inż. — Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o., Warszawa;
e-mail: karczmarczykaa@wp.pl, karczmarczyk@stiebel-eltron.com.pl

Recenzent: prof. dr hab. inż. Eugeniusz MOKRZYCKI

Wprowadzenie

W systemach pracy pomp ciepła wyróżnia się kilka układów. Jednym z nich jest układ dolnego źródła. Stanowić je może ośrodek (grunt, powietrze, woda) wraz z instalacją, dzięki której pozyskuje się energię ze środowiska niskotemperaturowego. Woda podziemna stanowi bardzo atrakcyjne źródło ciepła ze względu na temperaturę wahającą się w stałych granicach od 7,5 do 12°C. Dla układów typu woda/woda uzyskuje się bardzo wysokie współczynniki efektywności (COP — *Coefficient of Performance*, np. 5, 6) [8, 9].

Systemy grzewcze z pompą ciepła wraz z zasadami wykorzystania energii zgromadzonej w środowisku gruntowo-wodnym podlegają między innymi wybranym zapisom ustawy Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 roku (Dz.U. 2001.62.627 z późn. zmianami) oraz ustawy Prawo geologiczne i górnicze z dnia 4 lutego 1994 roku (Dz.U. 94.27.96 z późn. zmianami) i ustawy Prawo wodne z dnia 18 lipca 2001 roku (Dz.U. 2001.115. 1229 z późn. zmianami). W szczególności wykorzystanie wody podziemnej przez pompę ciepła podlega zapisom zawartym w ustawie Prawo wodne [10].

Możliwości wykorzystania wód podziemnych dla pozyskania energii, czystej ekologicznie, pojawiają się w trakcie eksploatacji wód kopalnianych oraz w przypadku prowadzonej likwidacji kopalń, poprzez wykorzystanie likwidowanych szybów. Warunkiem stawianym dla wykorzystania wody podziemnej, jako źródła ciepła jest jej odpowiedni skład fizykochemiczny oraz wystarczająca wydajność. Ocena możliwości zastosowania sprężarkowych pomp ciepła w likwidowanych szybach została przedstawiona w pracy Klety i in. [11].

W prezentowanej pracy analizie poddano wody kopalniane górnictwa rud cynku i ołowiu, eksploatowane z utworów triasowych przez Zakłady Górnicze Trzebieńka. Oszacowano wielkość energii cieplnej możliwą do pozyskania z wód kopalnianych jeszcze w trakcie eksploatacji, jak też po jej zakończeniu ale przy założeniu odwadniania prowadzonego z niezmienną wydajnością.

Charakterystyka ilościowa i jakościowa wód dołowych kopalni Trzebieńka

Wody podziemne na obszarze górnictwa kopalni Trzebieńka występują w kilku piętrach w profilu hydrogeologicznym: piętro plejstocen — holocen, piętro jurajskie, piętro triasowe oraz piętro karbońskie [13]. Piętro wodonośne plejstocen — holocen związane jest z piaszczysto-żwirowymi utworami o miąższości sięgającej w niektórych obszarach kilkudziesięciu metrów. Piętro to izolowane jest utworami ilastymi lub gliniastymi tego samego wieku lub też nieprzepuszczalnymi utworami starszymi wieku mioceńskiego, jurajskiego (margle) lub triasowego (kajper i warstwy boruszowickie). Jurajskie piętro wodonośne

zlokalizowane jest w wapieniach płytowych i skalistych i jest izolowane marglami z tej formacji.

Triasowe piętro wodonośne, w obrębie którego można wydzielić dwa poziomy, z uwagi na brak szczelności warstwy izolującej, pozostaje w kontakcie hydraulicznym. W piętrze tym wyróżnia się poziom zlokalizowany w dolomitach środkowego triasu (zwany głównym poziomem wodonośnym), izolowany utworami marglistymi warstw gogolińskich oraz poziom zlokalizowany w dolomitach retu, izolowany marglisto-ilastymi utworami retu. Triasowe piętro wodonośne z uwagi na dużą zasobność, odgrywa na terenie obszaru górniczego Trzebionka I zasadniczą rolę, jako źródło zaopatrzenia w wodę. W tym piętrze wodonośnym wyznaczony został główny zbiornik wód podziemnych wymagający szczególnej ochrony (GZWP) nr 452 Chrzanów.

Obecnie, wskutek drenażu kopalni, osuszone zostało w znacznym stopniu triasowe piętro wodonośne. Dopływy do wyrobisk kopalni z tego poziomu uzależnione są od stanu opadów atmosferycznych. W dłuższych okresach suszy dopływy stabilizowały się na poziomie 30—35 m³/min, natomiast w ostatnich latach wzrosły [5]. Stosunki wodne w pozostałych piętrach wodonośnych znajdują się obecnie poza zasięgiem drenażu kopalnianego, z wyjątkiem nieznacznych wpływów niektórych wyrobisk udostępniających, ustabilizowanych od wielu lat.

Całkowity dopływ wód podziemnych do komory pomp głównego odwadniania, zlokalizowanej na poziomie głębokości 227 m ppt przy szybie Włodzimierz, z uwzględnieniem wód podsadzkowych wynosi maksymalnie do 52,5 m³/min. Ilość ta może ulegać pewnym wahaniom w zależności od dynamiki zmian warunków hydrogeologicznych triasu w tym rejonie, z którego pochodzą wody kopalniane (według danych roku 2003 ilość ta wynosiła ok. 48 m³/min, natomiast według danych roku 2004 oraz 2005 około 40 m³/min) [5]. Woda dołowa kopalni Trzebionka pompowana na powierzchnię jest wykorzystywana do zabezpieczenia własnych potrzeb technologicznych (instalacja do podsadzki oraz instalacje działu wzbogacania rudy) oraz pobierana jest przez wodociągi miejskie RPWiK Chrzanów i po uzdatnieniu wykorzystywana, jako woda pitna. Nadmiar pompowanych wód kopalnianych z szybu Włodzimierz zrzucany jest do potoku Wodna. Zrzut do cieku powierzchniowego występuje w przypadku nadmiaru ilości pompowanej wody w odniesieniu do sumy potrzeb własnych i sieci wodociągowej RPWiK.

Zapotrzebowanie ZG Trzebionka na wodę technologiczną, pokrywaną z wód kopalnianych pompowanych na powierzchnię, w przypadku funkcjonowania zawrotów wewnętrznych DWR, kształtuje się na poziomie 13 m³/min. W przypadku gdy dodatkowo funkcjonuje zawrót wód ze stawu osadowego, przy braku zraszania jego obwałowań, zapotrzebowanie na wodę technologiczną, pokrywaną z wód kopalnianych, wynosi 5,2 m³/min [5]. Przy maksymalnym poborze wód kopalnianych do własnych potrzeb technologicznych (przy założeniu odwadniania na poziomie 40 m³/min) do zagospodarowania przez RPWiK Chrzanów pozostaje około 27 m³/min. Generalnie wodociągi miejskie wykorzystują wody kopalniane na poziomie 18 m³/min [1, 2]. Pozostała część zrzucana jest do cieku powierzchniowego.

Ilość wód triasowych dopływających do wyrobisk kopalnianych oraz jej jakość ulegały na przestrzeni lat znacznym zmianom. Jakość wód kopalnianych poziomu triasowego

ulegała zmianom w wyniku rozwoju leja depresji i wystawienia na procesy utleniania coraz większych obszarów okruszczonych skał. Na przestrzeni lat następowało wzbogacanie wód kopalnianych w siarczany, wapń i magnez oraz w mniejszym stopniu w cynk i ołów [2, 3, 4].

Wody kopalniane pompowane szybem Włodzimierz wykazują mineralizację około 1000 mg/dm³. Odczyn wód poziomu triasowego mieści się na poziomie pH — 7,7. Mineralizacja wód związana jest głównie z siarczanami (blisko 300 mg/dm³) oraz wapniem i magnezem. Badania wód dołowych, udostępnione przez archiwum ZG Trzebieńka, nie wykazują wysokich zawartości ołowiu, cynku, żelaza oraz manganu. W tabeli 1 zestawiono uśrednione wyniki badań parametrów fizykochemicznych wód kopalnianych za lata 2003—2005 oraz odniesiono je do wymagań dla wód stawianych przez producenta pomp ciepła.

TABELA 1. Uśrednione parametry fizykochemiczne wód kopalnianych ZG Trzebieńka [5] oraz wybrane wartości graniczne stawiane przez producenta pomp ciepła [12]

TABLE 1. Average mining water physical and chemical composition for the ZG Trzebieńka [5] vs. limits gives by heat pumps manufacturers [12]

Parametr	Wody* kopalniane rok 2003	Wody* kopalniane rok 2004	Wody* kopalniane rok 2005	Wartości** graniczne dla pompy ciepła
pH	7,7	7,6	7,7	od 6 do 9
Chlorki [mg/dm ³]	29,5	30,7	29,3	<300
Siarczany [mg/dm ³]	297	284	276	<70
Fe [mg/dm ³]	0,48	0,21	0,14	<3
Mn [mg/dm ³]	0,26	0,16	0,11	<3
Pb [mg/dm ³]	0,47	0,03	0,01	—
Zn [mg/dm ³]	1,8	1,7	1,2	—
Przewodność elektrolit. [μS/cm]	1 100	1 080	1 035	50—1 000

* Źródło [5], ** Źródło [12]

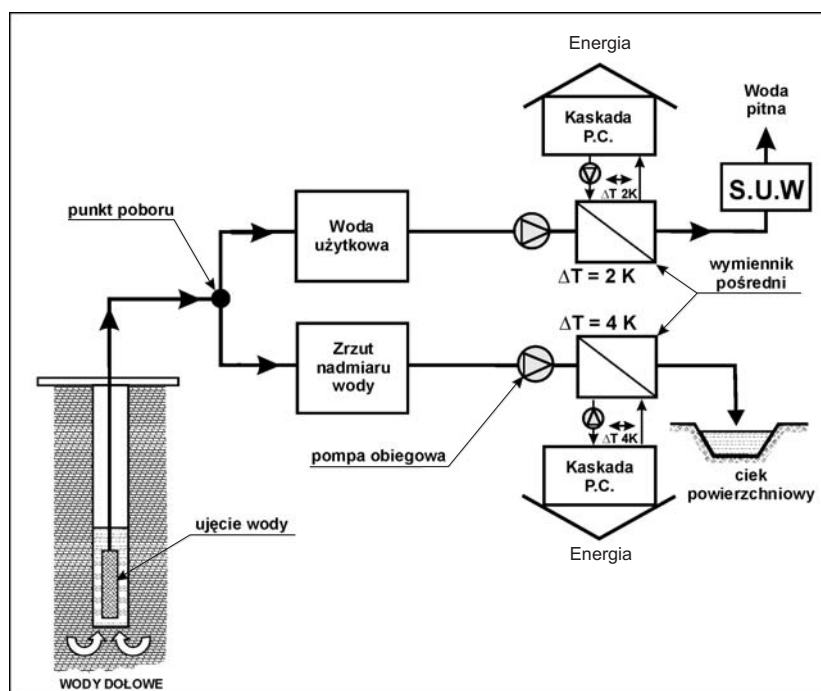
Analiza energetyczna możliwości wykorzystania wód kopalnianych

Analizie poddano wody kopalniane górnictwa rud cynku i ołowiu, eksploatowane z utworów triasowych przez Zakłady Górnicze Trzebieńka. Oszacowano wielkość energii

możliwą do pozyskania z wód kopalnianych jeszcze w trakcie eksploatacji (przykład 1), jak też po jej zakończeniu ale przy założeniu odwadniania prowadzonego z niezmienną wydajnością (przykład 2). Schemat technologiczny wykorzystania wód dołowych jako dolne źródło dla pomp ciepła przedstawiono na rysunku 1.

Do szacunkowych obliczeń korzyści energetycznych przyjęto założenia:

- ✧ Przykład 1 — okres eksploatacji kopalni:
 - ✧ wydajność dopływu: maks. $52,5 \text{ m}^3/\text{min}$, min $40 \text{ m}^3/\text{min}$,
 - ✧ zapotrzebowanie własne procesy technologiczne: maks. $13 \text{ m}^3/\text{min}$, min $5,2 \text{ m}^3/\text{min}$,
 - ✧ wykorzystanie do celów pitnych i na potrzeby gospodarze: wydajność dopływu $18 \text{ m}^3/\text{min}$, tj. $1080 \text{ m}^3/\text{h}$, schłodzenie wód $\Delta T = 2 \text{ K}$,
 - ✧ zrzut nadmiaru wód do cieku powierzchniowego: $9 \text{ m}^3/\text{min}$, tj. $540 \text{ m}^3/\text{h}$, schłodzenie wód $\Delta T = 4 \text{ K}$,
 - ✧ temperatura wód dołowych $10\text{—}13^\circ\text{C}$,
 - ✧ dla uproszczenia obliczeń przyjęto ciepło właściwe nośnika energii — $1,163 \text{ Wh}/\text{kg K}$.
- ✧ Przykład 2 — po zaprzestaniu eksploatacji kopalni:
 - ✧ wydajność dopływu: maks. $52,5 \text{ m}^3/\text{min}$, min $40 \text{ m}^3/\text{min}$ (przy założeniu odwadniania na dotychczasowym poziomie),
 - ✧ brak zapotrzebowania na własne na procesy technologiczne,



Rys. 1. Schemat technologiczny wykorzystania wód dołowych kopalni Trzebieńka jako dolne źródło dla pomp ciepła (konceptcja A. Karczmarczyk)

Fig. 1. Technological scheme for mining underground water as the low temperature energy source utilization — case for Trzebieńka (after A. Karczmarczyk)

- ✧ wykorzystanie do celów pitnych i na potrzeby gospodarcze: wydajność dopływu 18 m³/min, tj. 1080 m³/h, schłodzenie wód ΔT — 2 K,
- ✧ zrzut nadmiaru wód do cieku powierzchniowego: 22 m³/min, tj. 1320 m³/h, schłodzenie wód ΔT — 4 K,
- ✧ temperatura wód dołowych 10—13°C,
- ✧ dla uproszczenia obliczeń przyjęto ciepło właściwe nośnika energii — 1,163 Wh/kg K.

Rozpatrując wykorzystanie wód dołowych kopalni Trzebieńka jako dolnego źródła dla pomp ciepła jeszcze w trakcie eksploatacji kopalni, do obliczeń pominięto wody technologiczne wykorzystywane do celów własnych Zakładów Górniczych. Wydajność pompowanych wód dołowych jest zmienna, dlatego w obliczeniach przyjęto wartości minimalne.

Temperatura wód pompowanych na powierzchnię kształtuje się na poziomie 10—13°C. Do obliczeń przyjęto schłodzenie na poziomie 2—4 K, przy czym dla wód zrzucanych do cieku powierzchniowego założono schłodzenie o 4 K, natomiast dla wód przeznaczonych do picia i na potrzeby gospodarcze założono schłodzenie o 2 K.

Z uwagi na skład fizykochemiczny wody, przy zastosowaniu wód dołowych jako dolnego źródła dla pompy ciepła, niezbędne będzie ze względów technicznych i technologicznych ochrony pompy ciepła zastosowanie wymiennika pośredniego (tab. 1, rys. 1). Stronę pierwotną wymiennika stanowić będą wody dołowe kopalni, natomiast stronę wtórną wymiennika — mieszanina propylen glikolu i wody. Ze względu na to, iż obliczenia na tym etapie są szacunkowe nie rozpatrujemy zmienności ciepła właściwego wody w zależności od zmian temperatury po stronie pierwotnej wymiennika oraz zmian ciepła właściwego mieszaniny propylen glikolu i wody po stronie wtórnej wymiennika pośredniego.

Wyniki szacowanych obliczeń (na podstawie przyjętych powyżej założeń):

- ✧ Przykład 1 — okres eksploatacji kopalni:
 - ✧ woda przeznaczona do celów pitnych i na potrzeby gospodarcze *teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania 2,51208 MW·h;*
 - ✧ zrzut nadmiaru wód do cieku powierzchniowego *teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania 2,51208 MW·h.*
- ✧ Przykład 2 — po zaprzestaniu eksploatacji kopalni:
 - ✧ woda przeznaczona do celów pitnych i na potrzeby gospodarcze *teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania 2,51208 MW·h;*
 - ✧ zrzut nadmiaru wód do cieku powierzchniowego *teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania 6,14064 MW·h.*

Z szacunkowej analizy możliwości energetycznych wód dołowych kopalni Trzebieńka wynika, że ilość energii możliwa do pozyskania z wykorzystaniem pomp ciepła jest bardzo duża. Rozpatrując jednak aspekt techniczny i ekonomiczny możliwości wykonania systemu z pompami ciepła (system kaskadowy), rozdziału i transportu ciepła niskotemperaturowego, konieczne jest przeprowadzenie dokładnej analizy wykorzystania z uwzględnieniem tylko części wód pompowanych do celów pitnych i na potrzeby gospodarcze (np. kilka % przepływu) oraz z uwzględnieniem całości zrzutu nadmiaru wód do cieku powierzchniowego.

Techniczny aspekt rozwiązania przedsięwzięcia, zastosowania pomp ciepła musi uwzględniać infrastrukturę technologiczną zrzutu powierzchniowego, jak też potrzeby energetyczne oraz rozmieszczenie potencjalnych odbiorców energii niskotemperaturowej.

Istotne znaczenie ma rozważenie możliwości transportu ciepła niskotemperaturowego oraz transportu nośnika ciepła dla pompy ciepła (wód dołowych) do odbiorcy lub przez odbiorcę. W wielu przypadkach korzystniejsze ekonomicznie i energetycznie (w ujęciu kosztów inwestycyjnych) będzie wykorzystanie istniejącej sieci technologicznej do transportu nośnika ciepła i budowa węzłów dolnego źródła i pompy ciepła u potencjalnego odbiorcy.

Zastosowania wód dołowych o niskim potencjale temperaturowym w celach energetycznych, jako dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła znajduje również uzasadnienie w całkowitym bilansie ekonomicznym przedsięwzięcia, gdyż może stanowić źródło zysków ze sprzedaży ciepła, które to będą kompensowały koszty pompowania, transportowania, konserwacji sieci wód dołowych, zrzuconych następnie do cieków powierzchniowych (tab. 2).

TABELA 2. Bilans wodny kopalni Trzebieńka i zestawienie szacowanych korzyści energetycznych [5]

TABLE 2. The water balance for Trzebieńka together with heat energy gaining estimation [5]

Bilans wodny kopalni Trzebieńka	Okres eksploatacji kopalni	Po zakończeniu eksploatacji kopalni *
Całkowita ilość wody pompowanej min [m ³ /min]	40	40
Wydajność wód przekazana do wykorzystania na cele gospodarcze i pitne [m ³ /min]	18	18
Zrzut nadmiaru wód do cieku powierzchniowego [m ³ /min]	9	22
Sumaryczna teoretyczna ilość energii możliwa do pozyskania [MW·h]	5,02416	8,65272

* Przy założeniu utrzymania odwadniania kopalni na dotychczasowym poziomie.

Aspekty środowiskowe wynikające z wykorzystania wód dołowych jako źródła ciepła

Zaprzestanie odwadniania wyrobisk kopalni stanowi naturalne następstwo zaniechania lub poważnego ograniczenia eksploatacji złoża. Po zaprzestaniu odwadniania złoża następuje powolny proces odbudowy zwierciadła w zbiorniku wód podziemnych. Często, w wyniku zmian warunków hydrodynamicznych, dochodzi do uruchomienia procesów hydrogeochemicznych, które mogą doprowadzić do niekorzystnych zmian chemizmu wcześniej eksploatowanego poziomu wodonośnego.

Kopalnia Trzebieńka eksploatowała złoża cynkowo-olowiowe w utworach dolomitowo-wapiennych wieku triasowego, w obrębie których znajduje się jeden z najzasobniejszych

i posiadających wody stosunkowo dobrej jakości, głównych zbiorników wód podziemnych, oznaczony jako GZWP 452. Zasoby tego zbiornika stanowią podstawę zaopatrzenia w wodę pitną dla aglomeracji chrzanowsko-trzebińskiej. Zaprzestanie odwadniania doprowadzi do powolnego zatapiania starych wyrobisk kopalni, co będzie się wiązać z przejściowym wzrostem stężenia siarczanów oraz cynku i ołowiu w eksploatowanych ujęciach. Trudno jest obecnie oszacować dokładną skalę tego zjawiska dotyczącą wielkości maksymalnego wzrostu stężenia wyługowywanych związków oraz czasu po jakim nastąpi stabilizacja i powolny powrót do składu chemicznego sprzed okresu zatapiania wyrobisk [1, 2, 4, 7].

Wykorzystanie wód kopalnianych, jako dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła może okazać się uzasadnione ekonomicznie i ekologicznie, co może stanowić alternatywne rozwiązanie dla zaprzestania odwadniania. Kontynuacja pompowania wód zbiornika triasowego szybem Włodzimierz, nawet w ograniczonym zakresie, po zakończeniu eksploatacji kopalni i oczywiście zabudowie systemu z pompą ciepła może stanowić źródło zysków ze sprzedaży ciepła, które częściowo będą rekompensowały koszty pompowania, transportu oraz konserwacji sieci wód dołowych.

Istotnym efektem zastosowania pomp ciepła może się ponadto okazać poprawa jakości wód pobieranej w ujęciu wody pitnej. W wodach o temperaturze przekraczającej 13°C, mogą zachodzić w rurociągach transportujących zjawiska gnicia materii organicznej. Przy schłodzeniu wody wodociągowej zjawiska takie mogą zanikać, co wpływa korzystnie na kształtowanie jakości wód [6].

Podsumowanie

Warunkiem stawianym dla wykorzystania wody podziemnej, jako źródła ciepła jest jej odpowiedni skład fizykochemiczny oraz wystarczająca wydajność. Analizie poddano wody dołowe górnictwa rud cynku i ołowiu, eksploatowane z utworów triasowych przez kopalnię Trzebiönka. Oszacowano teoretyczną wielkość energii cieplnej możliwą do pozyskania z wód kopalnianych jeszcze w trakcie eksploatacji, jak też po jej zakończeniu ale przy założeniu odwadniania prowadzonego z niezmienną wydajnością.

Z szacunkowej analizy możliwości energetycznych wód dołowych kopalni Trzebiönka wynika, że ilość energii możliwa do pozyskania z wykorzystaniem pomp ciepła jest bardzo duża. Z uwagi na skład fizykochemiczny wody, przy zastosowaniu wód dołowych jako dolnego źródła dla pompy ciepła niezbędne będzie ze względów technicznych i technologicznych ochrony pompy ciepła zastosowanie wymiennika pośredniego.

Biorąc pod uwagę aspekty ekologiczne, energetyczne i ekonomiczne konieczne jest przeprowadzenie dokładnej analizy wykorzystania wód dołowych z uwzględnieniem różnych wariantów. Celowym jest wykonanie studium wykonalności przedsięwzięcia uwzględniające szczegółowo wszystkie aspekty podejmowanej problematyki.

Literatura

- [1] ADAMCZYK A.F., HAŁADUS A., 1997a — Zmiany chemizmu wód odpompowywanych z kopalni rud cynku i ołowiu „Trzebieńka” wykorzystywanych do celów pitnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, tom VIII, Poznań-Kiekrz, s. 417—419.
- [2] ADAMCZYK A.F., HAŁADUS A., 1997b — Wstępna koncepcja likwidacji kopalni rud cynku i ołowiu w rejonie olkuskim zapewniająca ochronę jakości wód podziemnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, tom VIII, Poznań-Kiekrz, s. 413—418.
- [3] CZOP M., MOTYKA J., SZUWARZYŃSKI M., 2003a — Charakterystyka jakości wód ze źródeł triasowych w rejonie chrzanowskim. *Współczesne Problemy hydrogeologii*, tom XI, cz. 2, Gdańsk, s. 111—114.
- [4] CZOP M., MOTYKA J., SZUWARZYŃSKI M., 2003b — Zmiany stężenia siarczanów w wodach dopływających do kopalni „Trzebieńka” podczas pierwszego etapu zatapiania. *Współczesne Problemy hydrogeologii*, tom XI, cz.2, Gdańsk, s. 107—110.
- [5] Dane archiwum ZG Trzebieńka, 2000—2005. Zakłady Górnicze Trzebieńka S.A., Trzebieńka.
- [6] DOJLIDO J.R., 1995 — Chemia wód powierzchniowych. Wyd. EiŚ Białystok, s. 341.
- [7] FRĄCZEK R., 2005 — Wpływ likwidacji ZG Trzebieńka na zmianę warunków hydrogeologicznych triasowego zbiornika wód podziemnych. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, tom XII, Toruń, s. 197—202.
- [8] KARCZMARCZYK A., 2003a — Pompy ciepła w aspekcie likwidacji niskiej emisji — najczystsza energia. *Ekoprofit* 1(65), s. 74—75.
- [9] KARCZMARCZYK A., 2003b — Pompa ciepła a projektowanie nowych systemów grzewczych. *Polski Instalator* nr 6.
- [10] KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., KARCZMARCZYK A., 2003 — Wybrane aspekty wykorzystania wód podziemnych jako dolnego źródła dla pomp ciepła. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, tom XI, cz.2. Gdańsk, 21—25.
- [11] KLETA H., ŻYLIŃSKI R., KARCZMARCZYK A., 2000 — Odtwarzalna energia likwidowanych kopalni. W: *Budownictwo podziemne 2000*. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, Kraków 2000, s. 308—313.
- [12] Materiały Techniczne Stiebel Eltron. Stiebel Eltron Polska Sp z o.o., Warszawa.
- [13] WILK Z., ADAMCZYK A.F., NAŁĘCKI T., 1990 — Wpływ działalności górnictwa na środowisko wodne w Polsce. Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa, s. 220.

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK, Artur KARCZMARCZYK, Janusz MAZUREK

The possibility of the mining water utilisation as the low temperature heat source by heat pumps application — based on The Trzebionka Mine

Abstract

Possibility of mining water energy utilization appears during mines operating and in the case of mines liquidation by existing pit shafts. Suitable physical and chemical composition as well as high enough flow rates creates the base conditions, which have to be satisfy by the water. In the presented paper the analyses are litted for underground water origin form zinc and lead underground mines. Trzebionka Mine pumps the water out from Triassic geological layer. Theoretical amount of thermal energy possible for recovering from underground mining water is estimated assuming constant pumping during dewatering process.

KEY WORDS: zinc and lead mine, underground mining water, heat pumps, energy