

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ENERGII GEOTERMALNEJ Z WÓD KOPALNIANYCH W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM

THE POSSIBILITIES OF UTILISATION OF GEOTHERMAL ENERGY FROM MINE WATERS IN THE UPPER SILESIA N COAL BASIN

STRESZCZENIE

Kopalnie węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym wypompowują na powierzchnię około 600 tys. m³/d wód dołowych o temperaturze powyżej 13°C. Zasoby energii cieplnej zawartej w tych wodach są duże, jednak dotąd nie były wykorzystywane. Dla właściwego szacowania ich wielkości należy uwzględnić wielkość wychłodzenia górotworu na skutek działalności górniczej i czynniki wpływające na schłodzenie wód dołowych. W artykule określono zasoby energii geotermalnej w wodach wypompowywanych z 15 wybranych kopalń węgla kamiennego i rud, głównie zlikwidowanych, przy uwzględnieniu istniejących i planowanych systemów odprowadzających wody na powierzchnię. Łączne zasoby potencjalne określono na 83 MW. W zakładach górniczych istnieją zasoby energii geotermalnej, które pozwalają na ich gospodarcze wykorzystanie

* * *

1. WSTĘP

Zgodnie z zaleceniami światowego kongresu w Kioto z 1997 roku, wszystkie kraje świata są zobowiązane do 2010 roku zwiększyć wykorzystanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych do 12% w celu zmniejszenia emisji produktów spalania paliw konwencjonalnych. W Polsce istnieją warunki do wykorzystania energii geotermalnej między innymi z wód wypompowanych na powierzchnię z kopalń węgla kamiennego. W wodach tych zawarte są duże ilości ekologicznie czystej energii geotermalnej, której pozyskanie nie obciąża środowiska naturalnego.

W wielu krajach energia geotermalna niskiej entalpii zawarta w wodach o temperaturze poniżej 20°C, wykorzystywana jest do ogrzewania obiektów budowlanych oraz do odładzania nawierzchni drogowych

ABSTRACT

About 600 000 cubic meters of water are daily pumped out from coal mines in USC B. The temperature of that water is always higher than 13°C. Thermal energy resources in mine waters are large, however not utilised. For proper estimation of these resources one has to consider aspects of mining activity which causes cooling of rock surrounding the mine workings as well as mine waters. The paper presents evaluation of geothermal energy resources in waters pumped out from 15 selected coal and ore mines. Most of these mines are abandoned. The dewatering systems have been taken under consideration in the evaluation. Total resources of geothermal energy in selected mines amount to 83 MW, and they may be economically utilised.

* * *

i wiaduktów na newralgicznych odcinkach. W tym celu wierci się otwory służące do odbioru ciepła najczęściej z wód podziemnych. Ciepło odzyskuje się nawet z wód powierzchniowych o temperaturze 4°C, schładzając je w pompach ciepła do 2°C. W Polsce, w obszarach podziemnej eksploatacji górniczej istnieją możliwości wdrażania podobnych aplikacji w znacznie korzystniejszych warunkach. Istnieją bowiem głębokie szyby kopalniane, którymi wypompowywane są duże ilości wód podziemnych o wyższych temperaturach, to jest powyżej 13°C. Wody te odprowadzane są do cieków powierzchniowych, przy czym kopalnie ponoszą z tego tytułu poważne koszty. W najbliższym sąsiedztwie szybów istnieją liczni, potencjalni odbiorcy energii cieplnej, co skłania do szukania sposobów wykorzystania energii geotermalnej do celów gospodarczych.

Ciepło pochodzące z przypowierzchniowych stref skorupy ziemskiej jest wykorzystywane zarówno w kra-

jach, gdzie występuje młody wulkanizm np. na Islandii, w Japonii, Nowej Zelandii, USA, we Włoszech, jak i w krajach położonych poza takimi strefami, np. w Niemczech, Szwajcarii, Szwecji, a także w Polsce. Przy wykorzystaniu głębokich otworów wiertniczych i związanych z nimi ciepłowni geotermalnych ogrzewane są budynki w całych dzielnicach i miastach. Natomiast ciepło pochodzące z przypowierzchniowych stref gruntu lub nawet z otwartych zbiorników wody, można wykorzystać do ogrzewania i chłodzenia obiektów przy zastosowaniu pomp ciepła [5, 8, 13].

W Polsce istnieją różnorodne możliwości użytkowania naturalnego ciepła ziemi, które szczególnie w obszarze GZW mogą przyczynić się do znacznego ograniczenia emisji CO₂ do atmosfery. W Głównym Instytucie Górnictwa i Uniwersytecie Śląskim prowadzone są prace dotyczące odzysku ciepła geotermalnego z kopalń. Stwierdzono możliwości wykorzystywania ciepła pochodzącego z wyrobisk górniczych. W pierwszym rządzie dotyczą one wód kopalnianych [10, 16, 17] oraz ciepła zawartego w powietrzu wentylacyjnym. W przyszłości, po przetestowaniu efektywności instalacji geotermalnych, możliwe będzie podejmowanie prób odzysku ciepła również z nieczynnych, zatopionych wyrobisk górniczych, jak to zrealizowano już w kilku krajach na świecie [3, 15]. Inicjalne temperatury skał otaczających wyrobiska w głębokich kopalniach GZW sięgają 35, 45, a nawet 50°C.

Ciepło Ziemi z wyrobisk kopalnianych można pozyskiwać i przesyłać na powierzchnię przy wykorzystaniu zróżnicowanych sposobów [12]. Propozycje metod eksploatacji energii geotermalnej przedstawiono w dalszej części artykułu. Jednak w praktyce górniczej możliwości przesyłu są ograniczone. Prace aplikacyjne prowadzone w GIG w sposób zdecydowany łączą odzysk ciepła geotermalnego z warunkami ruchowymi istniejącymi w kopalniach.

Ze względu na stosunkowo małe wydajności i niewysokie temperatury, systemy grzewcze i chłodnicze oparte na ciepłe wód kopalnianych mogą nadawać się szczególnie do wykorzystania lokalnego, w grupie budynków lub w wyodrębnionych dużych obiektach kubaturowych. Za Harrisonem i in. [2] można przytoczyć skład prostej instalacji (może nią być po modyfikacji również instalacja kopalniana), która zawiera wymiennik lub zespół wymienników ciepła, w którym odbierana jest energia z pierwotnego źródła ciepła oraz pompa ciepła, która podwyższa wyjściową temperaturę 2-4-krotnie, w zależności od typu i efektywności urządzenia. Skład instalacji kopalnianej będzie zależał od parametrów wody geotermalnej na wejściu, przeznaczenia energii, wymagań odbiorców (ich liczby, rodzaju) oraz uwarunkowań ruchowo-górnictwowych. Instalacja geotermalna może być wspomagana szczytowo z konwencjonalnych kotłowni węglowych, olejowych lub gazowych.

Energia cieplna z wymienników może być wykorzystywana przy zastosowaniu pomp ciepła do ogrzewania pomieszczeń i ciepłej wody użytkowej oraz zimą

do odmrażania i osuszania nawierzchni drogowych, schodów oraz drogowych przejść dla pieszych. Latem, ten sam system wymiennikowy, bez dodatkowych zabiegów, jest wykorzystany w wielu krajach do klimatyzacji pomieszczeń i schładzania rozgrzanych nawierzchni drogowych za pomocą wymuszonej cyrkulacji płynu w systemie wymienników.

Ekonomiczną i ekologiczną efektywność instalacji geotermalnych można zwiększać przez stosowanie instalacji, do których doprowadzane jest również ciepło odpadowe z okolicznych zakładów przemysłowych. Ciepło pochodzące z Ziemi można uzupełniać ponadto termalną energią pochodzącą z innych źródeł, np. ze spalarni śmieci, hałd kopalnianych, czy ścieków miejskich. Takie rozwiązania hybrydowe są powszechnie stosowane na świecie. Występują one nawet w krajach, w których nie brakuje tradycyjnych źródeł energii. Rozwiązania te są opłacalne ekonomicznie i korzystne dla środowiska naturalnego. Także w Polsce zarysowuje się korzystna polityka państwa w zakresie energii geotermalnej. Najnowsze zapisy w prawie energetycznym mówią o obowiązku odbioru energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych (a więc i energii geotermalnej) przez zakłady energetyki cieplnej.

2. WARUNKI GEOTERMALNE GZW

Obszar GZW jest dobrze rozpoznany w zakresie geologii złożowej i hydrogeologii. W ostatnich latach zintensyfikowano także prace zmierzające do oceny zasobów energii geotermalnej skumulowanej w skałach i wodach podziemnych [11].

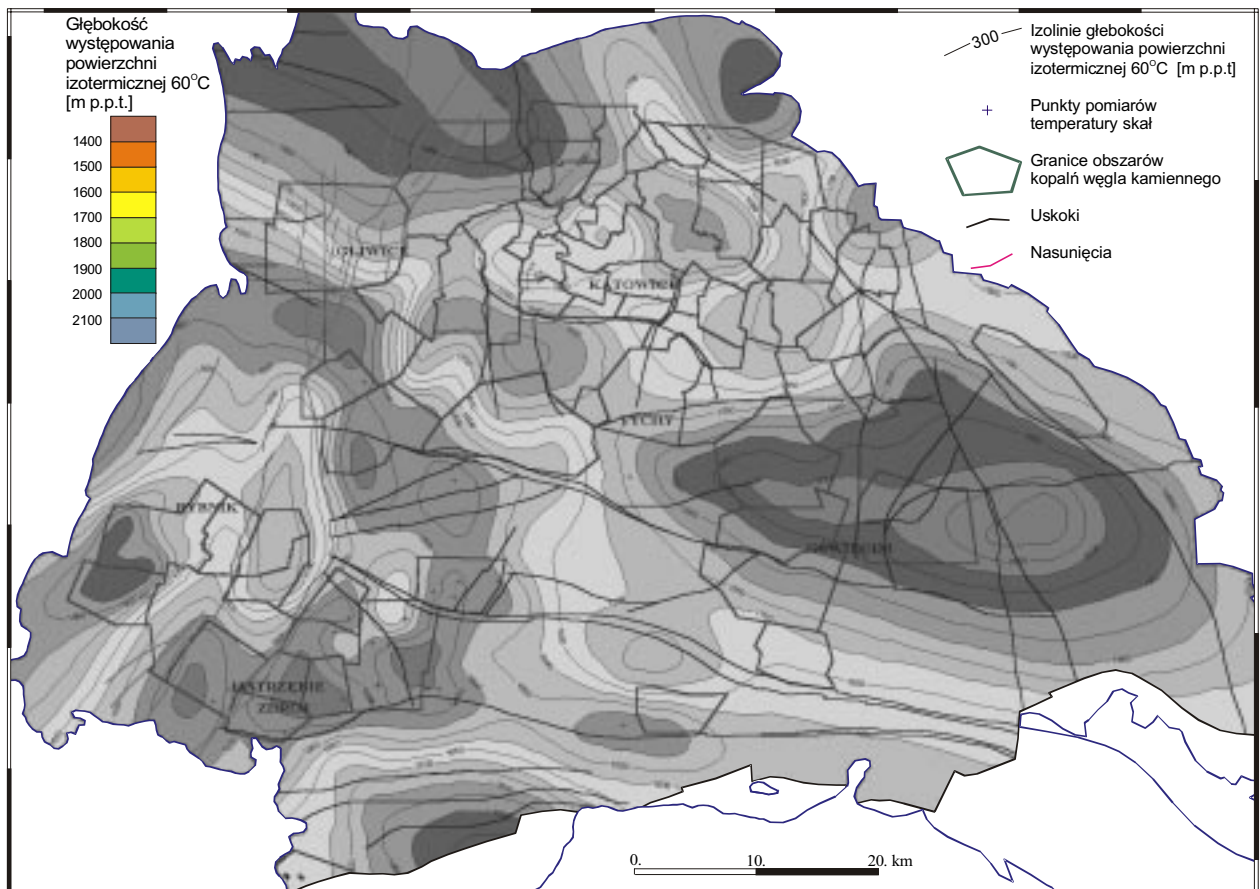
Problem ciepła w kopalniach węgla kamiennego był przedmiotem zainteresowań od zarania górnictwa. Był jednak rozpatrywany przede wszystkim w kontekście warunków pracy górników. Górnicze przepisy BHP określające temperaturę powietrza w wyrobiskach eksploatacyjnych na maksimum 28°C wymusiły konieczność stałego monitorowania temperatury w toku eksploatacji [6,7].

W oparciu o punktowe pomiary niezaburzonej temperatury skał w podziemnych wyrobiskach kopalń węgla kamiennego opracowano zestaw map geotermicznych dla rzędnych -450, -550, -650 i -750 m [6]. W oparciu o termiczne profilowania otworów wiertniczych wykonano również mapy geotermiczne dla obszaru GZW [4,9]. Prezentowane przez różnych autorów mapy rozkładu temperatur, bez względu na stosowaną metodykę, ukazują istotne zróżnicowanie geotermiczne obszaru zagłębia. Występuje w nim szereg anomalii pozytywnych i negatywnych. Prowadzone dotąd badania wykazały związek wartości pola geotermicznego przede wszystkim ze stopniem złożoności budowy geologicznej.

Zmienność warunków geotermicznych w górotworze GZW i lokalizacje pozytywnych i negatywnych anomalii można przedstawić w formie map głębokości występowania powierzchni termicznych 20°C (ryc. 1) i 60 °C (ryc. 2). Pierwsza z nich jest szczególnie istotna



Ryc. 1. Mapa głębokości występowania temperatury 20°C pod powierzchnią terenu w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym [11].
 Fig. 1. Map of depth to geiotherm 20°C in the Upper Silesian Coal Basin [11]



Ryc. 2. Mapa głębokości występowania temperatury 60°C pod powierzchnią terenu w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym [11].
 Fig. 2. Map of depth to geiotherm 60°C in the Upper Silesian Coal Basin [11].

ze względu na zlokalizowanie w profilu pionowym skał o temperaturze 20°C określanej jako graniczna dla wód geotermalnych. Z kolei temperatura 60°C jest dolną temperaturą graniczną dla bezpośredniego wykorzystania wód geotermalnych w systemach grzewczych.

Na podstawie dotychczasowych badań geotermicznych do najkorzystniejszych obszarów do pozyskiwania energii geotermalnej w rejonie górnośląskim należy zaliczyć południowo-zachodnią część GZW - okolice Jastrzębia-Zdroju i Żor, rejon siodła głównego - okolice Rudy Śląskiej, Chorzowa i Świętochłowic oraz okolice Knurowa w zachodniej części GZW.

3. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA ANOMALIE TERMICZNE SKAŁ I WÓD PODZIEMNYCH W GZW

3.1 Litologia i cechy strukturalno-teksturalne skał

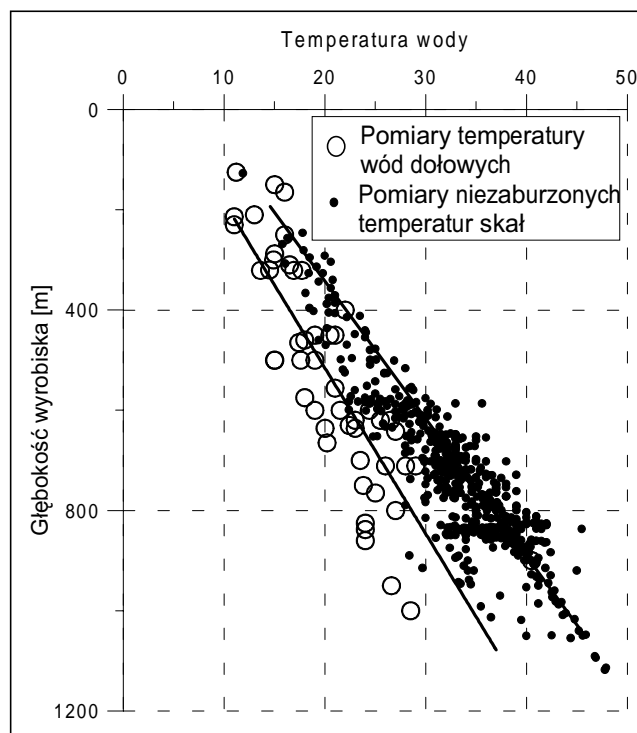
Znane są niektóre czynniki wpływające na wielkości współczynników cieplnych skał. Jest to: skład mineralny oraz ilość i jakość spoiwa w skale, cechy teksturalne, ilość, wielkość i kształt porów, gęstość przestrzenna, zwięzłość i stopień zdiagenezowania, zawartość wody w skale [1,9]. Na podstawie badań laboratoryjnych wykonanych dla GZW określono wartości współczynnika przewodności cieplnej dla poszczególnych typów litologicznych skał i jednostek litostratygraficznych. Stwierdzono, że transport energii cieplnej w skałach jest zróżnicowany w zależności od kierunku przepływu ziemskiego strumienia ciepła w stosunku do uwarstwienia anizotropowego ośrodka. Wyższe wartości zagęszczenia strumienia ciepła, rzędu 30%, są obserwowane w kierunku równoległym do warstwowania, w porównaniu do kierunku prostopadłego. Ma to istotny wpływ na obserwowane ilości energii ciepłej dostarczanej z głębszych partii skorup ziemskiej, zwłaszcza w strefach o dominującej tektonice fałdowej, charakteryzującej się złożoną strukturą przestrzenną.

3.2 Budowa geologiczna

Budowa geologiczna jest wypadkowym efektem zespołu czynników, to jest litologii, cech strukturalno-teksturalnych i tektoniki. Na obszarze GZW stwierdzono wiele anomalii temperaturowych w górotworze karbońskim. Wielu autorów wiąże niektóre anomalie dodatnie z występowaniem dużych struktur tektonicznych. Znana jest zależność wzrostu temperatury ze wzrostem miąższości nadkładu, bądź miąższości warstw siodłowych, ewentualnie z sąsiedztwem skał pochodzenia wulkanicznego lub intruzywnego. Anomalie negatywne występują w rejonach przepuszczalnego nadkładu o relatywnie niskich miąższościach.

3.3 Działalność górnicza

Działalność górnicza powoduje wychłodzenie skał i wód podziemnych. Zwłaszcza wentylację kopalń można zaliczyć do jednego z głównych czynników wpływają-

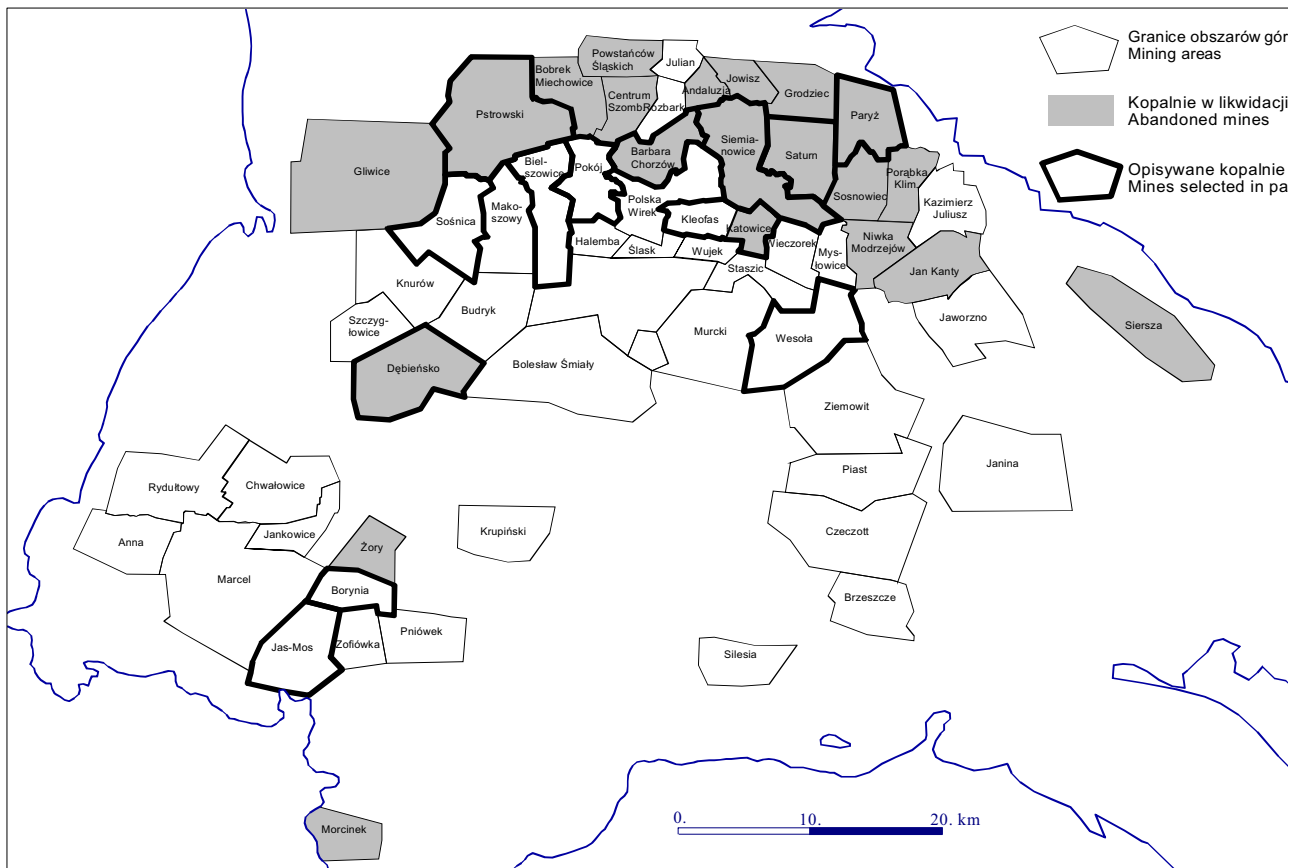


Ryc. 3. Pomiary temperatury skał i wód w wyrobiskach górniczych wybranych kopalń GZW.

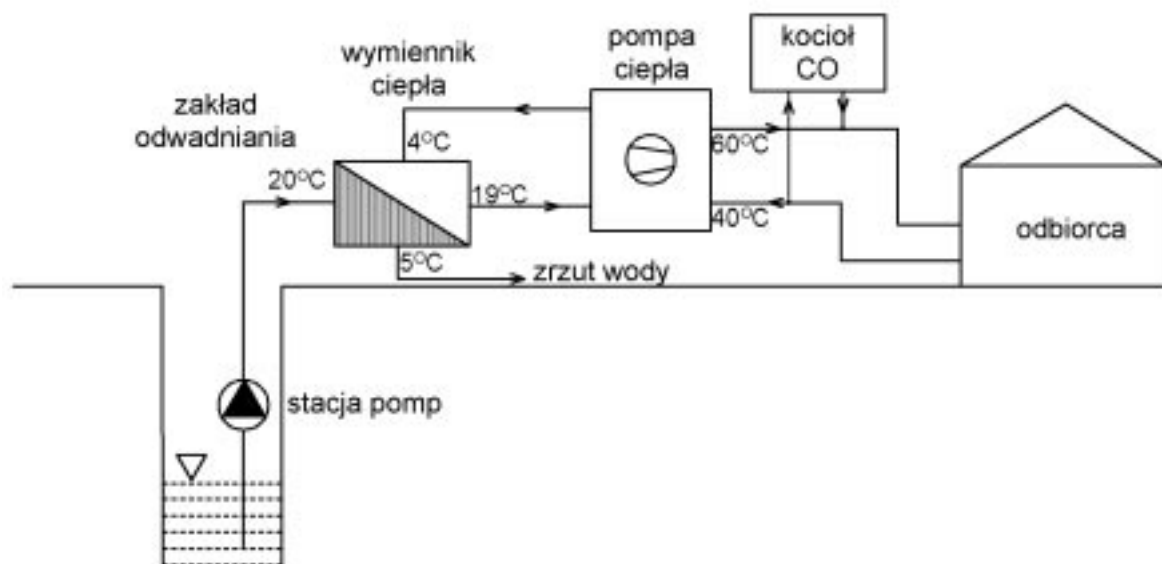
Fig. 3. Temperatures of rocks and waters in underground workings of selected mines in USCB.

cych na zmianę pierwotnej ciepłoty górotworu karbońskiego. Temperatura powietrza wentylacyjnego przy ociosach wyrobisk dołowych jest o 8-10°C niższa od pierwotnej temperatury skał mierzonej, zgodnie ze stosowaną powszechnie metodyką, w otworach o głębokości 2 m, wierconych prostopadłe do powierzchni ociosu. W mniejszym stopniu dotyczy to wyrobisk eksploatacyjnych, których kontakt z powietrzem wentylacyjnym jest relatywnie krótki. Tutaj obniżenie temperatury jest mniejsze. Jednak w kopalniach występują całe partie i pola, w których wentylacja prowadzona jest przez wiele lat i wówczas wpływ tego procesu na lokalne pole geotermalne jest odpowiednio większy.

Temperatura wód w kopalniach jest zależna od temperatury otaczających je skał, od kontaktu z cieplejszymi wodami dalekiego krążenia, od wentylacji kopalnianej oraz od kontaktu z wodami technologicznymi i urządzeniami. Duży wpływ wywiera również system odprowadzania wód na powierzchnię. Polega on na przepompowywaniu wód pochodzących z odwodnienia wyrobisk górniczych z jednego poziomu odwodniowego na jeden lub kilka pośrednich, co powoduje stratę ciepłoty wód podziemnych. W kopalniach rzadkością jest selektywne pompowanie wód z poszczególnych poziomów wydobywczych. Często nie rozdziela się nawet słabo zmineralizowanych i chłodnych wód pochodzących z nadkładu złoża (często nadających się do wykorzystania do celów przemysłowych), od cieplejszych wód dopływających do głębszych poziomów eksploatacyjnych. Stan taki jest niekorzystny z punktu widzenia odzysku energii cieplnej i powoduje ograniczenie walorów użytkowych wód kopalnianych.



Ryc. 4. Mapa lokalizacji kopalń węgla kamiennego w Górnos Śląskim Zagłębiu Węglowym.
 Fig. 4. Localization map of coal mines in the Upper Silesian Coal Basin.



Ryc. 5. Schemat instalacji pozyskiwania energii geotermalnej z wód dołowych pompowanych w zakładzie odwadniania [12].
Fig. 5. scheme of installation using mine waters pumped out from mine dewatering system [12].

W związku z likwidacją szeregu kopalń pojawił się kolejny czynnik zmieniający pierwotną ciepłotę wód podziemnych. Celem ograniczenia liczby stacjonarnych pompowni prowadzone jest przepompowywanie wód między sąsiednimi kopalniami. Rzutuje to na zasoby energii geotermalnej możliwe do pozyskania w danym rejonie.

4. ZASOBY ENERGII GEOTERMALNEJ W WYBRANYCH KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO I RUD

Przy szacowaniu zasobów energii geotermalnej możliwej do pozyskania z wód dołowych przyjęto kilka priorytetowych założeń [18]:

1. Energię geotermalną zakumulowaną w wodach kopalnianych określono na podstawie temperatur wód dołowych pomierzonych na głównych poziomach odwodnieniowych. W porównaniu z niezaburzonymi temperaturami skał wykazują one wychłodzenie rzędu 2-8°C (ryc. 3) co wynika ze znacznego obniżenia temperatury górotworu otaczającego wyrobiska. Z tego powodu pomiary temperatury wód wykonano z uwzględnieniem istniejących systemów odwodnieniowych.
2. W zakresie ilości wód kopalnianych uwzględniono dopływy obecne i prognozowane wraz ze zmianami wynikającymi z restrukturyzacji kopalń (w zakresie ograniczenia wydobywania, dopływów naturalnych, ewentualnie czasokresu i głębokości zatapiania zrobów) oraz z przekierunkowania wód między kopalniami.
3. Zasoby energii geotermalnej podzielono na potencjalne i wydobywalne. Aby nie rozbudzać zbyt wielu i nie uzasadnionych nadziei związanych z możliwością pozyskania energii geotermalnej z wód, zasoby wydobywalne ustalono na 35% zasobów potencjal-

nych. Należy jednak podkreślić, że w tym zakresie brak jest jakichkolwiek doświadczeń. Na sprawność całej instalacji geotermalnej będą miały wpływ poszczególne jej elementy, a te mają ją bardzo wysoką. Ostatecznie o efektywności układów zadecydują przyjęte rozwiązania techniczne.

Dla tak zdefiniowanych założeń określono zasoby energii cieplnej zawarte w wodach wypompowywanych z następujących 15 zakładów górniczych: Borynia, Bielszowice, Dębieńsko, Jas-Mos, Katowice, Paryż, Pokój, Pstrowski i Jadwiga, Saturn, Sośnica, Wesoła oraz z pompowni: Bolko, Chorzów i Siemianowice (ryc. 4). Zasoby potencjalne wynoszą w nich sumarycznie 83 megawat energii cieplnej (MWt), z tego 8 zakładów dysponuje zasobami po więcej niż 4 MWt. U rekordzisty sięgają one 16 MWt, natomiast zasoby wydobywalne 5,7 MWt. W tym zakresie przodują duże pompownie odprowadzające wody podziemne ze zlikwidowanych kopalń rud i węgla kamiennego w rejonie Bytomia i Chorzowa.

5. METODY POZYSKIWANIA ENERGII GEOTERMALNEJ W OBSZARACH GÓRNICZYCH

Proponowana metoda polega na zamontowaniu wymienników ciepła na wylocie szybu lub studni odwadniającej. W wymiennikach płytowych energia cieplna z wypompowywanych wód dołowych będzie przekazywana cieczi w drugim obiegu, stanowiącym dolne źródło sprężarkowych pomp ciepła (ryc. 5).

Wykorzystanie wymienników w systemie odbioru ciepła chroni drugi obieg przed korozją powodowaną przez rozpuszczone sole w wodach dołowych. Jednocześnie podwyższa to koszt instalacji. Dlatego zamiast wymienników można zastosować pompy z pierwotnym obiegiem przystosowanym do odbioru ciepła z solanek.

Proponowany układ można zastosować jako samodzielny lub jako uzupełniający w istniejącej kotłowni. W przypadku zapotrzebowania szczytowego w sezonie grzewczym można zastosować w samodzielnym układzie kocioł gazowy dostarczający dodatkową ilość energii, który będzie spełniał zadanie awaryjnego źródła ciepła.

W kopalniach zlikwidowanych należy przeanalizować możliwość odzysku ciepła z wód wypompowywanych z zatopionych wyrobisk górniczych. Możliwy jest odzysk ciepła z wykorzystaniem urządzeń zamontowanych w samym szybie (przykładowo z wymienników zatopionych poniżej poziomu odwodnienia) lub na nadszybiu. W przypadku pompowni stacjonarnych [14] istnieją szersze możliwości lokalizacji urządzeń. Ponieważ pompownie te wymagają zachowania szybu odwodnieniowego, szybu wentylacyjnego i wyrobiska poziomego łączącego obydwie szyby, dlatego urządzenia można usytuować w przekopie, chodnikach wodnych, komorze głównego odwadniania lub w szybie wentylacyjnym. Należy rozważyć również możliwość odbioru ciepła w innych wariantach likwidacji wyrobisk górniczych, na przykład zakładających ich zasypywanie.

W związku z likwidacją wielu kopalń należy pilnie dokonać archiwizacji istniejących, głębokich otworów wiertniczych. W przyszłości otwory te można będzie wykorzystać (po odpowiedniej rekonstrukcji) do eksploatacji ciepłych wód wypełniających zroby. Na podstawie dotychczasowego rozpoznania wiadomo, że zroby wypełnione są wodami o temperaturze skał otaczających, zależnej od gradientu geotermicznego w danym obszarze. Poza otworami eksploatacyjnymi należy dysponować otworami chłonnymi do zatłaczania schłodzonych wód do tego samego lub innego poziomu wodonośnego, uniemożliwiającego przepływ wód między otworami.

W przypadku eksploatacji otworowej instalacja odbioru energii cieplnej z wód kopalnianych przypomina instalację z wariantu poprzedniego, przy czym wydajności z poszczególnych otworów o mniejszych średnicach w stosunku do kolumny rur w szybie mogą być niższe. Z tego powodu przy większym zapotrzebowaniu należy odwiercić kilka otworów eksploatacyjnych i chłonnnych.

W proponowanym układzie pojawia się możliwość odwracania obiegu w instalacji powierzchniowej dla stosowania pompy ciepła w celach klimatyzacyjnych i chłodniczym w okresie poza sezonem grzewczym. W takim wypadku chłodne wody z otworów chłonnnych używamy jako źródło zimna, natomiast uzyskaną na powierzchni energię cieplną odprowadzamy przez otwory eksploatacyjne do głębokich zrobów w celu uzupełnienia zasobów ciepła wykorzystanych w sezonie grzewczym.

Dla pozyskania odnawialnej energii geotermalnej ze źródeł niskotemperaturowych, w wielu krajach coraz częściej odwierca się otwory o głębokości od kilkunastu do kilkuset metrów. Uzyskiwane w otworach

powierzchnie kontaktu montowanych w nich wymienników z ciepłymi skałami wynoszą od kilku do kilkudziesięciu metrów kwadratowych w zależności od średnicy i głębokości otworu. Powierzchnie te uzyskiwane kosztem wiercenia otworów są znikome w porównaniu z istniejącymi w kopalniach powierzchniami udostępnionymi w głębokich szybach i wyrobiskach chodnikowych. W związku z tym wskazana wydaje się ocena możliwości instalowania wymienników ciepła na ociosach w likwidowanych, głębokich partiach kopalń. W przypadku wyrobisk chodnikowych problem wydaje się złożony - zależny od konstrukcji obudowy, własności górotworu oraz przewidywanego okresu do zaciśnięcia się chodnika. Jednak pewne możliwości dają tutaj główne wyrobiska poziome, jakimi są przekopy. W przypadku szybów można przewidywać proste rozwiązania polegające na montowaniu wymienników na ścianach w ich dolnych partiach. Zastosowanie odpowiednich konstrukcji wymienników może uchronić je przed zniszczeniem w trakcie likwidacji szybu.

Wymiennik należy połączyć z pompą ciepła na powierzchni systemem odizolowanych względem siebie przewodów umieszczonych w kolumnie rur pozostawionych w szybie. W zależności od zapotrzebowania na energię oraz możliwości technologicznych powierzchni kontaktu wymiany może wynosić do kilkuset metrów kwadratowych. Szacowane maksymalne wydajności cieplne górotworu wynoszą 50-100 W/m² co daje możliwość pozyskiwania od kilkudziesięciu do kilkuset kW energii cieplnej z jednego wymiennika w zlikwidowanym szybie.

6. WNIOSKI

1. Energia geotermalna zaliczana jest do "czystych" energii, których pozyskanie nie obciąża środowiska naturalnego. Do zwiększenia jej wykorzystania obligują nas zalecenia światowego kongresu w Kioto, a sprzyjają temu najnowsze zapisy prawa energetycznego. W wielu krajach energia geotermalna wykorzystywana jest do ogrzewania obiektów budowlanych. Do tego celu wierce się głębokie otwory wiertnicze. W Polsce a zwłaszcza na obszarze GZW, warunki są w tym zakresie szczególnie dogodne.
2. Na obszarach górniczych zlokalizowane są liczne szyby, którymi odprowadzane są na powierzchnię duże ilości wód kopalnianych. Z nich można odzyskiwać ciepło. W takim układzie pozyskanie energii geotermalnej nie będzie obciążone kosztami wiercenia nowych otworów i pompowania wód.
3. Zasoby potencjalne energii geotermalnej określone dla 15 zakładów górniczych wynoszą sumarycznie 83 MWt. W wielu kopalniach zasoby wydobywalne są wystarczające na częściowe zaspokojenie potrzeb własnych lub obiektów przykopalnianych. Do obiektów o najkorzystniejszych warunkach do pozyskiwania energii geotermalnej w GZW należy zaliczyć duże pompownie z rejonu Chorzowa i Bytomia.

4. Przedstawione propozycje metod pozyskiwania energii geotermalnej z obszarów górniczych zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego różnią się wkładem prac i kosztów inwestycyjnych, jakkolwiek konieczne jest przygotowanie projektów instalacji doświadczalnych dla każdej z proponowanych metod. Rozważania należy kontynuować w szczególności, prowadząc dokładne analizy ekonomiczne, technologiczne projektów instalacji oraz geologiczne i hydrogeologiczne warunków występowania zasobów energii geotermalnej w obszarach górniczych.

PODZIĘKOWANIA

Zbigniew Małolepszy pragnie podziękować Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, której był stypendystą w trakcie opracowania przedstawionego artykułu.

LITERATURA

1. Chmura K., 1970. Własności fizyko-termiczne skał niektórych zagłębi górniczych. Wyd. Śląsk, Katowice.
2. Harrison R., Mortimer N.D., Smarason O.B., 1990. Geothermal Heating a Handbook of Engineering Economics. Pergamon Press
3. Jessop A. 1995. Geothermal Energy from Old Mines at Springhill, Nova Scotia, Canada, World Geothermal Proceedings, Florencja, s. 463-468.
4. Karwasiecka M., 1996. Atlas geotermiczny Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. PIG, Warszawa.
5. Kavanaugh S.P., Rafferty K., 1997. Ground Source Heat Pumps; ASHRAE, Klamath Falls, 1-167.
6. Knechtel J., Markefka P., Zgryza S., 1980. Mapy pierwotnej temperatury skał GOP dla horyzontów -450, -550, -650 i -750. Prace GIG, Komunikat, Nr 719.
7. Kowalczyk J., Pałys J., 1967. Wstępne wyniki badań geotermicznych na Górnym Śląsku. Przegląd Górniczy, Nr 2.
8. Kubski P., 1996. Analiza możliwości wykorzystania energii wód kopalnianych do celów grzewczych. W: Materiały Polskiej Szkoły Geotermalnej, Kraków, s. 281-286.
9. Kurowska E., 1999. Geological Factors Influencing the Thermal Field Distribution in the NW part of the Upper Silesian Basin. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia, Nr 6.
10. Małolepszy Z. 1999. Energia geotermalna w kopalniach węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Technika Poszukiwań Geologicznych, Geosynoptyka i Geotermia, nr 3, Kraków, s. 57-69.
11. Małolepszy Z., 2000. Geosynoptyczny model pola geotermicznego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Technika Poszukiwań Geologicznych, Nr 3, s. 1-35, 20 map.
12. Małolepszy Z. 2000. Propozycje metod pozyskiwania energii geotermalnej ze zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego w GZW. W: "Z prac Katedry Geologii Podstawowej Uniwersytetu Śląskiego", Sosnowiec, s. 91-96.
13. Ostaficzuk S., 1996. Wybrane aspekty energii geotermalnej w Polsce. Przegląd Geologiczny, Nr 3.
14. Rogoż M., Frolik A., Solik-Heliasz E., Bromek T., 2000. Model odwadniania kopalń przewidzianych do likwidacji w ramach Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. w Bytomiu, przewidzianych do włączenia do centralnego Zakładu Odwadniania kopalń. Dokumentacja GIG.
15. Rottluf F. 1998. Neue Warmepumpenanlage im Besucherbergwerk Zinngrube Ehrenfriedersdorf. Geotermische Energie, nr 21, Geeste, s. 8-11.
16. Solik-Heliasz E., Augustyniak I., 2000. Analiza możliwości wykorzystania ciepła z wód pompowanych z kopalń węgla kamiennego. Dokumentacja GIG.
17. Solik-Heliasz E., Bromek T., Frolik A., Augustyniak I., 2001. Ocena możliwości odzysku ciepła z wód kopalń węgla kamiennego - projekt koncepcyjny dla wybranej kopalni. Dokumentacja GIG.
18. Solik-Heliasz E., 2001. Zasoby energii geotermalnej w wodach wypompowywanych z kopalń węgla kamiennego. Przegląd Górniczy nr 6.