

Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK*

Jakość wód podziemnych wybranych pięter makroregionu środkowopolskiego w aspekcie ich wykorzystania w systemach z pompą ciepła

STRESZCZENIE. Atrakcyjnym źródłem wykorzystywanym w systemach pracy pomp ciepła jako nośnik energii jest woda podziemna. Ważnym aspektem wykorzystania wody podziemnej jest jej skład fizykochemiczny, który zapewnia bezpieczną i prawidłową eksploatację systemu. Jeżeli parametry jakości wody znacznie odbiegają od dopuszczalnych, istotne znaczenie ma zastosowanie po stronie dolnego źródła przed pompą ciepła, wymiennika pośredniego. W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych parametrów fizykochemicznych dla wód pobranych z różnych poziomów wodonośnych (trias, jura, kreda oraz z utworów wieku plejstocen–holocen) makroregionu środkowopolskiego. Wody te wykazują różnorodną mineralizację oraz zdecydowanie zróżnicowany skład fizykochemiczny. Generalnie można uznać, że analizowane wody triasowe charakteryzują się wysoką zawartością siarczanów i podwyższoną mineralizacją i pod względem tych parametrów przekraczają wartości dopuszczalne dla wód, zgodnie z wytycznymi producenta pomp ciepła. Również wody jurajskie wykazują zdecydowane przekroczenie wartości dopuszczalnych w odniesieniu do siarczanów i żelaza. Analizowane wody kredowe charakteryzują się generalnie dobrą jakością i nie przekraczają wartości granicznych. Wody czwartorzędowe charakteryzują się natomiast największą zmiennością, a ich mineralizacja kształtuje się na poziomie od wartości niskiej do podwyższonej. W trakcie obniżania temperatury nie obserwuje się zdecydowanych zmian parametrów fizykochemicznych analizowanych wód podziemnych. Niewielkie zmiany, które przyjmują charakter powtarzalności bez względu na charakter hydrogeochemiczny, zaczynają być widoczne przy obniżeniu temperatury do 6 °C.

* Dr inż. – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

W trakcie projektowania systemu grzewczego z pompą ciepła w układzie woda/woda istotnym elementem jest zatem kontrola parametrów fizykochemicznych wód, szczególnie pobranych z poziomu czwartorzędowego o dużej zmienności. Badania prezentowane w pracy zostały przeprowadzone dla wybranych regionów oraz pięter wodonośnych i będą kontynuowane.

SŁOWA KLUCZOWE: wody podziemne, parametry fizykochemiczne wód, systemy grzewcze z pompą ciepła, układ woda/woda

Wprowadzenie

Realizacja systemów grzewczych z pompą ciepła przyczynia się do wzrostu udziału energii odnawialnej w całkowitym zużyciu energii i jednocześnie wpływa znacząco na miejscowe zmniejszenie niskiej emisji. Wykorzystanie pomp ciepła w systemach grzewczych znajduje coraz częściej zastosowanie do ogrzewania budynków oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej.

System grzewczy z zastosowaniem pompy ciepła składa się z trzech oddzielnych instalacji: dolnego źródła WQA dla pompy ciepła, pompy ciepła oraz górnego źródła ciepła WNA (instalacja hydrauliczna rozprowadzająca medium grzewcze – wodę). Podstawowe dolne źródło ciepła dla instalacji z pompą ciepła to: środowisko gruntowe, wody podziemne, powierzchniowe i technologiczne oraz powietrze atmosferyczne zewnętrzne i wewnętrzne [m.in. 1, 8].

Atrakcyjnym źródłem wykorzystywanym w systemach pracy pomp ciepła jako nośnik energii jest woda podziemna. Jest to interesujące 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. Pompy ciepła pracujące w układzie woda/woda mogą być jednak stosowane wtedy, gdy spełnione są warunki podstawowe, czyli odpowiedni wydatek źródła (warstwy wodonośnej) – w wymiarze m³/h, odpowiedni skład fizykochemiczny wody oraz temperatura wody od + 7 do + 20°C [m.in. 1, 3, 8].

Ważnym aspektem wykorzystania wody podziemnej, jako źródła ciepła jest jej skład fizykochemiczny, który zapewnia bezpieczną i prawidłową eksploatację systemu. Wartości graniczne parametrów fizykochemicznych wód zastosowanych, jako dolnego źródła dla pompy ciepła są przedstawiane indywidualnie przez poszczególnych producentów. Generalnie, dla prawidłowego funkcjonowania systemu z pompą ciepła, istotne znaczenie ma zawartość siarczanów, chlorków oraz chloru wolnego, stężenie żelaza i manganu a także wartość pH, przewodność elektrolityczna właściwa oraz zawartość tlenu rozpuszczonego. W przypadku wód podziemnych warunków dotyczących wielkości pH oraz tlenu jest z reguły spełniony, natomiast w przypadku stosowania wód powierzchniowych (np. rzeki, jeziora itd.) należy dokonać sprawdzenia wartości pH i zawartości tlenu w warunkach *in situ*. Niedotrzymanie parametrów fizykochemicznych wody, może prowadzić do zaburzenia prawidłowej eksploatacji systemu, np. erozji lub korozji parownika i rur doprowadzających

wodę, zaszlamienia lub zatykania parownika i rur dopływu wody lub zamulenia studni zrzutowej [8].

Jeżeli parametry jakości wody znacznie odbiegają od dopuszczalnych istotne jest zastosowanie po stronie dolnego źródła, przed pompą ciepła, wymiennika pośredniego, który można okresowo oczyścić z ewentualnych osadów [5, 8]. Tego typu rozwiązanie stosuje się często przy wykorzystaniu wody technologicznej o dużej agresywności i zanieczyszczeniu, ale wysokiej temperaturze. Wymiennik pośredni stosuje się często przy wykorzystaniu wód podziemnych, pochodzących z utworów czwartorzędowych (plejstocen–holocen), gdyż wody te, często zanieczyszczone, nie spełniają wymagań pod względem zawartości żelaza i manganu, a także mineralizacji [5, 6, 7].

W prezentowanej pracy przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych parametrów fizykochemicznych dla wód pobranych z różnych pięter (poziomów) wodonośnych (trias, jura, kreda oraz z utworów wieku plejstocen–holocen) makroregionu środkowopolskiego. Wody te wykazują różnorodną mineralizację oraz zdecydowanie zróżnicowany skład fizykochemiczny. Badania zostały przeprowadzone dla wybranych regionów oraz pięter wodonośnych i będą kontynuowane.

1. Lokalizacja badań i przyjęta metodyka

Badania parametrów fizykochemicznych wód przeprowadzono dla wybranych poziomów wodonośnych makroregionu środkowopolskiego. Makroregion środkowopolski obejmuje pas wyżyn środkowopolskich: Wyżynę Lubelską, Góry Świętokrzyskie, Wyżynę Krakowsko-Częstochowską oraz obszar łódzki i kaliski [2, 7]. Do badań w ramach prezentowanej pracy wytypowano wody piętra wodonośnego triasu oraz jury w regionie krakowsko-śląskim, piętra wodonośnego kredy w regionie niecki miechowskiej oraz piętra wodonośnego wieku plejstocen–holocen (czwartorzęd), również w regionie krakowsko-śląskim (tab. 1).

TABELA 1. Lokalizacja prób pobranych na obszarze makroregionu środkowopolskiego

TABLE 1. Location of samples from the central Poland macro region

Region hydrogeologiczny	Piętro wodonośne	Lokalizacja poboru prób
Krakowsko-śląski	Trias, GZWP nr 452 – Chrzanów Trias, GZWP nr 454 – Olkusz–Zawiercie	Trzebinia (T1) Bolesław (T2)
Krakowsko-śląski	JURA, GZWP nr 326 – Częstochowa	Kraków (J1, J2, J3)
Niecki miechowskiej	KREDA, GZWP nr 408 – Niecka Miechowska NW	Włoszczowa (Cr1, Cr2, Cr3, Cr4)
Krakowsko-śląski	Czwartorzęd (plejstocen-holocen) – studnie gospodarskie	Gmina Trzebinia (Q1, Q2)

Dla przeprowadzenia badań przyjęto jednolitą metodykę badawczą. Badania jakości roztworów wodnych przeprowadzono dla wszystkich pobranych wód, których temperatura została ustabilizowana na poziomie 20°C, a następnie obniżona do 16, 12 oraz 6°C. Prezentowany etap pracy pozwolił na wykazanie, poprzez badania w warunkach laboratoryjnych przy zastosowaniu dostępnych metod analitycznych, czy przy obniżeniu temperatury zauważalne są zmiany składu chemicznego wód. Wyniki modelowania hydrogeochemicznego stanu równowagi termodynamicznej roztworów wodnych przy obniżaniu temperatury były przedmiotem innych prac autora [3, 4].

Dla wód poddanych analizie dokonano oznaczeń składników nietrwałych, takich jak: temperatura, przewodność elektrolityczna właściwa γ_{25} oraz odczyn (pH), zgodnie z zasadami podanymi przez S. Witzaka i A.F. Adamczyka [9]. Badania składu chemicznego roztworów prowadzono metodą ICP – spektrometrem emisyjnym z plazmą wzbudzoną indukcyjnie oraz spektrometrem emisyjnym AMA 254. Stężenie jonu Cl^- w wodach oznaczano argentometryczną metodą Mohra. W celu wykonania oznaczeń każdą próbkę prze-filtrowano przez filtr mikroporowy o wielkości porów 0,45 μm .

2. Analiza wyników badań

Szczegółowe analizy parametrów fizykochemicznych zostały wykonane dla ustabilizowanej temperatury 20°C (tab. 2). Dla pobranych wód podziemnych poddanych analizie

TABELA 2. Skład fizykochemiczny wód i porównanie z wartościami dopuszczalnymi przez producenta pomp ciepła (temp. = 20°C)

TABLE 2. Physicochemical composition of waters as compared to permissible levels defined by heat pump producer (temp. = 20°C)

Parametr	Wartości graniczne * (dopuszczalne)	Trias (T1, T2)	Jura (J1, J2, J3)	Kreda (Cr1, Cr2, Cr3, Cr4)	Plejstocen–holocen (Q1, Q2)
Wartość pH	6–9	7,12–7,22	7,53–7,70	7,74–8,12	6,99–7,43
Chlorki Cl	< 300 mg/dm ³	24,7–25,6	88,2–107,5	16,5–22,5	8,4–42
Azotany NO ₃	< 100 mg/dm ³	5,3–16,4	0,8–0,9	24–29,3	31–37,9
Siarczany SO ₄	< 70 mg/dm ³	86–246	239–433	16,8–24,5	24,8–175,5
Żelazo Fe i mangan Mn	< 1 mg/dm ³ łącznie Fe + Mn	0,05–0,4	0,9–2,4	0,16–0,27	0,03–0,4
Przewodność elektrolityczna właściwa	50–1000 mS/cm	690–990	1040–1170	430–490	340–780

* Wartości graniczne dopuszczalne przez producenta pomp ciepła podano na podstawie materiałów technicznych Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o., 2006–2008 [8].

wykazano zróżnicowaną mineralizację oraz skład chemiczny. Określono przynależność tych wód do poszczególnych typów, zgodnie z klasyfikacją hydrogeochemiczną wód według Szczukariewa–Prikłońskiego (tab. 3).

TABELA 3. Klasyfikacja hydrogeochemiczna wód Szczukariewa–Prikłońskiego (temp. = 20 °C)

TABLE 3. Hydrogeochemical classification of Szczukariew–Prikłoński waters (temp. = 20°C)

Próbka	Klasyfikacja hydrogeochemiczna wód
Trias T1	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg
Trias T2	SO ₄ -HCO ₃ -Ca-Mg
Jura J1	SO ₄ -HCO ₃ -Na-Mg
Jura J2	SO ₄ -HCO ₃ -Mg-Na-Ca
Jura J3	SO ₄ -HCO ₃ -Cl-Mg-Ca-Na
Kreda Cr1	HCO ₃ -Ca
Kreda Cr2	HCO ₃ -Ca
Kreda Cr3	HCO ₃ -Ca
Kreda Cr4	HCO ₃ -Ca
Plejstocen-holocen Q1	HCO ₃ -Ca
Plejstocen-holocen Q2	HCO ₃ -SO ₄ -Ca

Wody pobrane ze zbiorników triasowych (próbki T1 – obszar Trzebini, oraz T2 – obszar olkuski) zgodnie z przyjętą klasyfikacją hydrogeochemiczną można określić jako wody siarczanowo-wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowe. Generalnie można uznać, że wody triasowe charakteryzują się wysokimi zawartościami siarczanów i podwyższoną mineralizacją sięgającą 1000 mg/dm³. Pod względem tych parametrów wody przekraczają wartości dopuszczalne dla wód, zgodnie z wytycznymi producenta pomp ciepła.

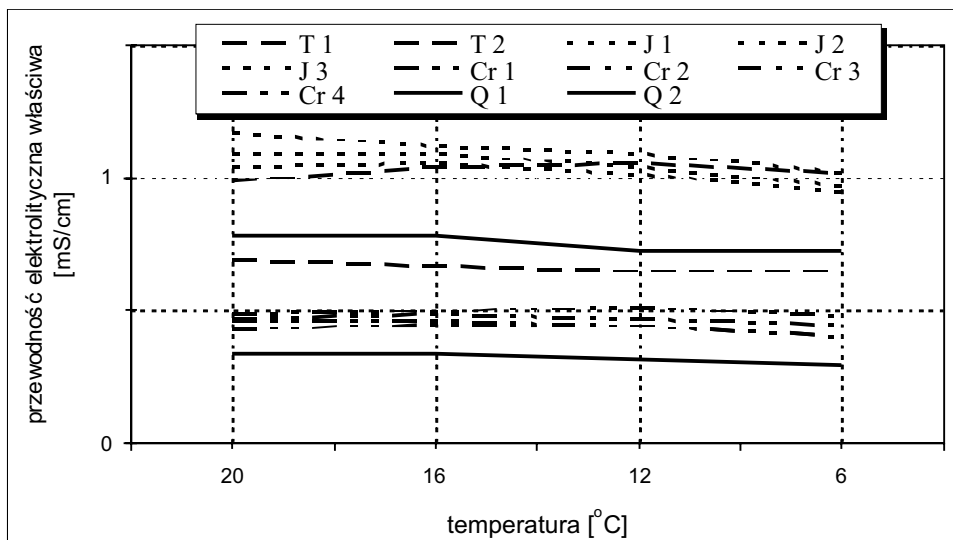
Wody pobrane ze zbiornika jurajskiego na obszarze Krakowa, to generalnie wody typu siarczanowo-wodorowęglanowo-sodowo-magnezowo-wapniowego (próbki J1, J2, J3). Wody jurajskie wykazują wysoką mineralizację przekraczającą 1000 mg/dm³. Wykazują one także zdecydowane przekroczenie wartości dopuszczalnych, przez producenta pomp ciepła, w odniesieniu do siarczanów oraz żelaza. Przeprowadzone analizy wykazały, że w próbkach wód, bezpośrednio pobranych z ujęć, żelazo występuje generalnie jako jon Fe²⁺. Po pewnym czasie zauważalne jest utlenianie do jego formy trójwartościowej Fe³⁺ i w konsekwencji wytrącanie związków żelaza z roztworu. W takim przypadku konieczne będzie zastosowanie wymiennika pośredniego dla uniknięcia problemów związanych z efektywną eksploatacją systemu.

Wody pobrane ze zbiornika kredowego wykazują niewielką zmienność parametrów fizykochemicznych i zaklasyfikować je można jako wodorowęglanowo-wapniowe (próbki Cr1, Cr2, Cr3, Cr4 – obszar Włoszczowy). Wody kredowe charakteryzują się generalnie dobrą jakością i nie przekraczają wartości dopuszczalnych (granicznych) przez producenta

pomp ciepła. Charakteryzują się mineralizacją w miarę niską, nieprzekraczającą 500 mg/dm³. Podstawowe składniki charakterystyczne dla tych wód to wodorowęglany oraz wapń.

Wody czwartorzędowe charakteryzują się największą zmiennością parametrów fizykochemicznych (próbki Q1, Q2). Mineralizacja kształtuje się w granicach od niskiej do podwyższonej. Podstawowe składniki tych wód to wodorowęglany, wapń oraz siarczany, które w jednym przypadku (próbka Q2) przekraczają wartości dopuszczalne przez producenta pomp ciepła. W przypadku wód analizowanych, nie stwierdzono podwyższonych zawartości manganu i żelaza, jednak liczne prace publikowane i niepublikowane podają, że wody te często nie spełniają wymagań pod względem zawartości żelaza i manganu, a także mineralizacji [m.in. 6, 7, 9]. Dla takich wód czwartorzędowych wydaje się, że często konieczne będzie zastosowanie wymiennika pośredniego w systemie z pompą ciepła.

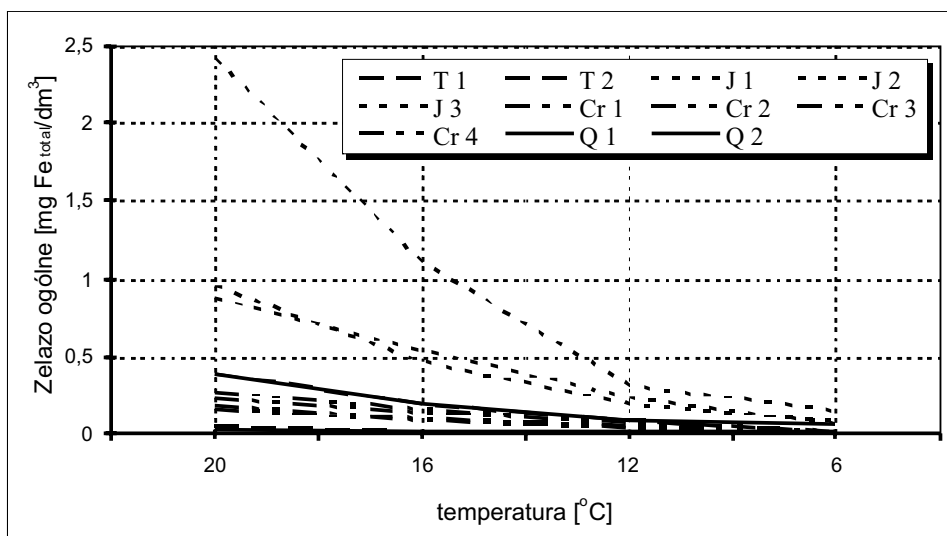
Wszystkie pobrane wody poddano, w warunkach laboratoryjnych, schładzaniu od ustabilizowanej temperatury 20°C do temperatur: 16, 12 oraz 6°C. Dla wód schładzanych przeprowadzono oznaczenia wybranych składników, charakterystycznych dla poszczególnych wód oraz istotnych dla prawidłowego funkcjonowania systemu z pompą ciepła. Zmiany przewodności elektrolitycznej właściwej, obrazującej mineralizację ogólną roztworu, oraz zmiany zawartości żelaza ogólnego przy obniżaniu temperatury zaobserwowane w warunkach laboratoryjnych przedstawiono na wykresach (rys. 1, rys. 2) dla każdej próbki oddzielnie.



Rys. 1. Zmiany przewodności elektrolitycznej właściwej wód przy obniżaniu temperatury

Fig. 1. Fluctuations of electrolytic conductivity of waters with dropping temperatures

Generalnie w trakcie obniżania temperatury od 20 do 12 °C nie obserwuje się zmian parametrów fizykochemicznych analizowanych wód podziemnych. Niewielkie zmiany, które przyjmują charakter powtarzalności, bez względu na mineralizację próbek i charakter hydrogeochemiczny, zaczynają być widoczne przy obniżeniu temperatury dopiero do 6 °C.



Rys. 2. Zmiany zawartości żelaza ogólnego przy obniżaniu temperatury

Fig. 2. Fluctuations Fe total with dropping temperatures

Pod względem zawartości siarczanów oraz potasu, generalnie przy obniżeniu temperatury następuje nieznaczne obniżenie zawartości tych jonów, co jest związane ze zmniejszeniem iloczynu rozpuszczalności. Pod względem zawartości węglanów, w wodach o obniżonej temperaturze następuje nieznaczny wzrost ich zawartości, co związane jest oczywiście ze wzrostem iloczynu rozpuszczalności węglanów. Nie obserwuje się jednak takiej zależności w przypadku jonów wapnia. Ich obecność jest, w przypadku wód poddanych analizie, sumarycznym wynikiem powiązań zarówno z siarczanami jak i węglanami, być może również z innymi jonami, co w konsekwencji prowadzi do obniżania zawartości jonów wapnia w wodach. W miarę obniżania temperatury nie obserwuje się zmian zawartości chlorków w wodach poddanych analizie, również przy obniżeniu temperatury od 12 do 6°C.

Różnice w zawartościach siarczanów, wodorowęglanów, potasu czy wapnia aczkolwiek widoczne, jednak są tak małe, że mogą mieścić się w granicach błędów analizy. Zdecydowanie bardziej widoczne są różnice w zawartościach jonów żelaza, zarówno jako żelazo ogólne, jak też jony żelaza Fe^{2+} (rys. 2). Taki schemat nie jest jednak spowodowany obniżeniem temperatury, a jedynie procesami związanymi z czasem i oddziaływaniem powietrza atmosferycznego. W wyniku utlenienia żelaza dwuwartościowego następuje jego przejście w formę trójwartościową i wytrącanie w roztworze. Tlenki i wodorotlenki żelaza trójwartościowego są praktycznie nierozpuszczalne w wodzie o $pH > 4$. Z tego też powodu, istotne jest, aby wody podziemne wykorzystywane w systemie z pompą ciepła nie zawierały jonów żelaza dwuwartościowego, gdyż w wyniku reakcji z tlenem może nastąpić wytrącanie jego związków i zamulanie elementów instalacji. Reakcja wytrącania żelaza jest widoczna w wodach jurajskich (próbki J1, J2, J3), szczególnie bogatych w żelazo dwuwartościowe.

Zauważa się także nieznaczne obniżanie wartości pH w całym zakresie analizowanych temperatur. Jest to najprawdopodobniej efektem zakwaszania roztworów wodnych w wy-

niku rozpuszczania CO₂ zawartego w powietrzu. Przy obniżaniu temperatury zwiększa się rozpuszczalność gazów. Jedynym wyjątkiem są wody pobrane z utworów kredowych o wysokiej zawartości węglanów i dobrych własnościach buforujących.

Podsumowanie i wnioski

Badania parametrów fizykochemicznych wód przeprowadzono dla wybranych poziomów wodonośnych makroregionu środkowopolskiego. Do badań w ramach prezentowanej pracy wytypowano wody poziomu triasowego, jurajskiego oraz poziomu wodonośnego wieku plejstocen–holocen (czwartorzęd) w regionie krakowsko-śląskim, a także piętra wodonośnego kredy w regionie niecki miechowskiej. Wody te wykazują różnorodną mineralizację oraz zdecydowanie zróżnicowany skład fizykochemiczny.

Dla przeprowadzenia badań przyjęto jednolitą metodykę badawczą. Badania jakości roztworów wodnych przeprowadzono dla wszystkich pobranych wód, których temperatura została ustabilizowana na poziomie 20°C, a następnie obniżona do 16, 12 oraz 6°C.

Generalnie można uznać, że analizowane wody triasowe oraz jurajskie charakteryzują się wysoką zawartością siarczanów i podwyższoną mineralizacją oraz zawartością żelaza i pod względem tych parametrów przekraczają wartości dopuszczalne dla wód, zgodnie z wytycznymi producenta pomp ciepła. Analizowane wody kredowe charakteryzują się natomiast dobrą jakością i nie przekraczają wartości granicznych. Analizy laboratoryjne przeprowadzone dla wód czwartorzędowych wykazały największą zmienność, a mineralizacja tych wód kształtuje się na poziomie od wartości niskiej do podwyższonej.

W trakcie projektowania systemu grzewczego z pompą ciepła w układzie woda/woda, istotnym elementem, jest zatem kontrola parametrów fizykochemicznych wód, szczególnie pobranych z utworów wieku plejstocen–holocen o dużej zmienności. Przy wykorzystaniu w systemie z pompą ciepła wód triasowych, jurajskich oraz czwartorzędowych, jako dolnego źródła, należy rozważyć zastosowanie wymiennika pośredniego, co pozwoli na uniknięcie szeregu problemów w trakcie eksploatacji systemu (układu).

Badania prezentowane w pracy zostały przeprowadzone dla wybranych regionów oraz poziomów wodonośnych i będą kontynuowane.

Literatura

- [1] KARCZMARCZYK A., 2003 – Pompa ciepła a projektowanie nowych systemów grzewczych. Polski Instalator 6.
- [2] KLECZKOWSKI A.S. (red), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków.

- [3] KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., KARCZMARCZYK A., 2003 – Wybrane aspekty wykorzystania wód podziemnych jako dolnego źródła dla pomp ciepła. XI Ogólnopolskie Sympozjum „Współczesne Problemy Hydrogeologii”, tom XI, Gdańsk, cz. 2, 21–24.
- [4] KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., KARCZMARCZYK A., 2005 – Wskaźniki nasycenia wód względem wybranych faz mineralnych przy zmianie temperatury z zastosowaniem pomp ciepła. XII Ogólnopolskie Sympozjum „Współczesne Problemy Hydrogeologii”, tom XII, Toruń, s. 21–24.
- [5] KŁOJZY-KARCZMARCZYK B., KARCZMARCZYK A., 2006 – Zanieczyszczone wody podziemne jako niskotemperaturowe źródło ciepła w systemach grzewczych. *Polityka Energetyczna* t. 9, z. 1, str. 73–80. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- [6] MACIOSZCZYK A., DOBRZYŃSKI D., 2002 – Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [7] MALINOWSKI J., 1991 – Budowa geologiczna Polski – Hydrogeologia. Państwowy Instytut Geologiczny, Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- [8] Materiały techniczne STIEBEL ELTRON POLSKA Sp. z o.o.: Pompy ciepła – wytyczne projektowe, 2006–2008.
- [9] WITCZAK S., ADAMCZYK A., 1995 – Katalog wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników zanieczyszczeń wód podziemnych i metod ich oznaczania. Tom II. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK

Groundwater quality in the selected horizons of the Central Poland macro region from the point of view of its use in heat pump systems

Abstract

Groundwater is a good source of energy used in heat pumps. The physicochemical composition of groundwaters is an important aspect, which ensures safe and proper use of such systems. If the parameters of water quality substantially diverge from the permissible levels, it is essential to use an intermediate exchanger near the lower source and before a heat pump. This paper presents lab tests results of physicochemical parameters of water from various water bearing horizons (from the Triassic, Jurassic and Cretaceous periods and from deposits from the Pleistocene and Holocene periods) in the Central Poland Macro Region. Water shows various mineralization levels and physicochemical composition.

Generally speaking it may be accepted that groundwater from the Triassic deposits is characterised by high content of sulphates and increased mineralization levels, which exceed the permissible water standards defined by heat pump producers. The amount of sulphates and Fe total also exceeds the standards in case of water from the Jurassic deposits. The analysed water from the Cretaceous deposits has generally good quality and does not exceed these standards. Water from the Quaternary deposits is

most variable from low to increased mineralization. No decisive changes in physicochemical parameters of the analysed subterranean water have been observed during depression of temperatures. Small changes of parameters in repeatable, character regardless of hydrogeochemical features, have been observed when the temperature was decreased to 6°C.

When heating system with a water/water heat pump is designed, a monitoring of physicochemical parameters is crucial, especially in case of water samples from the Quaternary deposits where they fluctuate. The research presented in this paper was conducted in selected regions and water bearing horizons and will be continued.

KEY WORDS: groundwater, physicochemical parameters of water, heating system with heat pumps, water/water systems