

**Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK**

*Polska Akademia Nauk, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków*

**Artur KARCZMARCZYK**

*Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o., Warszawa, doktorant WIMiR AGH, Kraków*

## **WYBRANE ASPEKTY WYKORZYSTANIA WÓD PODZIEMNYCH JAKO DOLNEGO ŹRÓDŁA DLA POMP CIEPŁA**

SELECTED ASPECTS OF GROUNDWATERS UTILIZATION  
AS A LOWER HEAT SOURCE FOR HEAT PUMP

**Słowa kluczowe:** pompa ciepła, wody podziemne, wskaźniki nasycenia

**Key words:** heat pump, groundwaters, saturation index

**Abstract:** In heat pump operation systems couple of subsystems can be distinguished. One of them is lower source subsystem. It can be based on different mediums like (water, air, ground) with adequate installation collecting energy from low temperature environment. Water is one of most desired energy carrier and accumulator. In most cases groundwater is used due to its temperature. This paper presents obligatory legal status of groundwaters utilization as a low heat source for heat pump. Initial analysis of physico-chemical processes connected with heat exploitation from aquifer is also presented (changes in saturation related to temperature drop)

### **1. PODSTAWY PRACY POMPY CIEPŁA I ASPEKTY PRAWNE**

Stosowanie pomp ciepła do ogrzewania budynków oraz przygotowywania ciepłej wody użytkowej przyczynia się znacząco do miejscowej likwidacji niskiej emisji. Kosztem dostarczonej do napędu sprężarki energii elektrycznej, pompa ciepła transportuje ciepło niskotemperaturowe na wyższy poziom temperatur. Są to urządzenia, których efektywność, sprawność jest bardzo wysoka, a dodatkowo charakteryzują się one długim okresem eksploatacji (Karczmarczyk, 2003 a, 2003 b).

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. Atrakcyjnym źródłem wykorzystywanym w systemach pracy pomp ciepła, jako nośnik i akumulator energii jest woda. Średnie temperatury wód powierzchniowych w Polsce wahają się w granicach od kilku °C zimą do około 25°C latem. Minimalna temperatura wody, jaka może być podawana na pompę ciepła to 7°C, dlatego wody powierzchniowe możemy wykorzystywać tylko w okresie letnim. Zimą, kiedy zapotrzebowanie na energię znacznie wzrasta nie można wykorzystać wód powierzchniowych ze względu na ich niskie temperatury. Istnieje natomiast możliwość wykorzystania, jako nośnika energii niskotemperaturowej, wód podziemnych (Karczmarczyk, 2003 a, 2003 b).

Zasady wykorzystania wody podziemnej przez pompę ciepła podlegają Prawu wodnemu (Ustawa z dnia 18 lipca 2001 roku - Prawo wodne; Dz. U. z dnia 11 października 2001 roku, nr 115, poz. 1229). Jest to szczególne korzystanie z wód w celach energetycznych. Wykorzystanie wód podziemnych przez pompy ciepła nie stanowi zwykłego korzystania z wód, gdyż nawet przy minimalnej mocy pompy ciepła, wymagany jest pobór wody w ilości większej niż 5 m<sup>3</sup> na dobę. Biorąc pod uwagę cytowane Prawo wodne, wody wykorzystywane do pracy pompy ciepła można ponadto traktować, jako ściek (wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze). W czasie pracy pompy ciepła, istnieje ponadto możliwość obniżenia zwierciadła wody podziemnej lub jego spiętrzania. Zjawiska takie zachodzą, gdy woda jest pobierana i oddawana w zasięgu różnych warstw wodonośnych, nie połączonych ze sobą. Zgodnie z obowiązującym Prawem wodnym na szczególne korzystanie z wód (cele energetyczne, odprowadzanie ścieków) oraz w przypadku mieszania wód z różnych warstw wodonośnych konieczne są pozwolenia wodnoprawne.

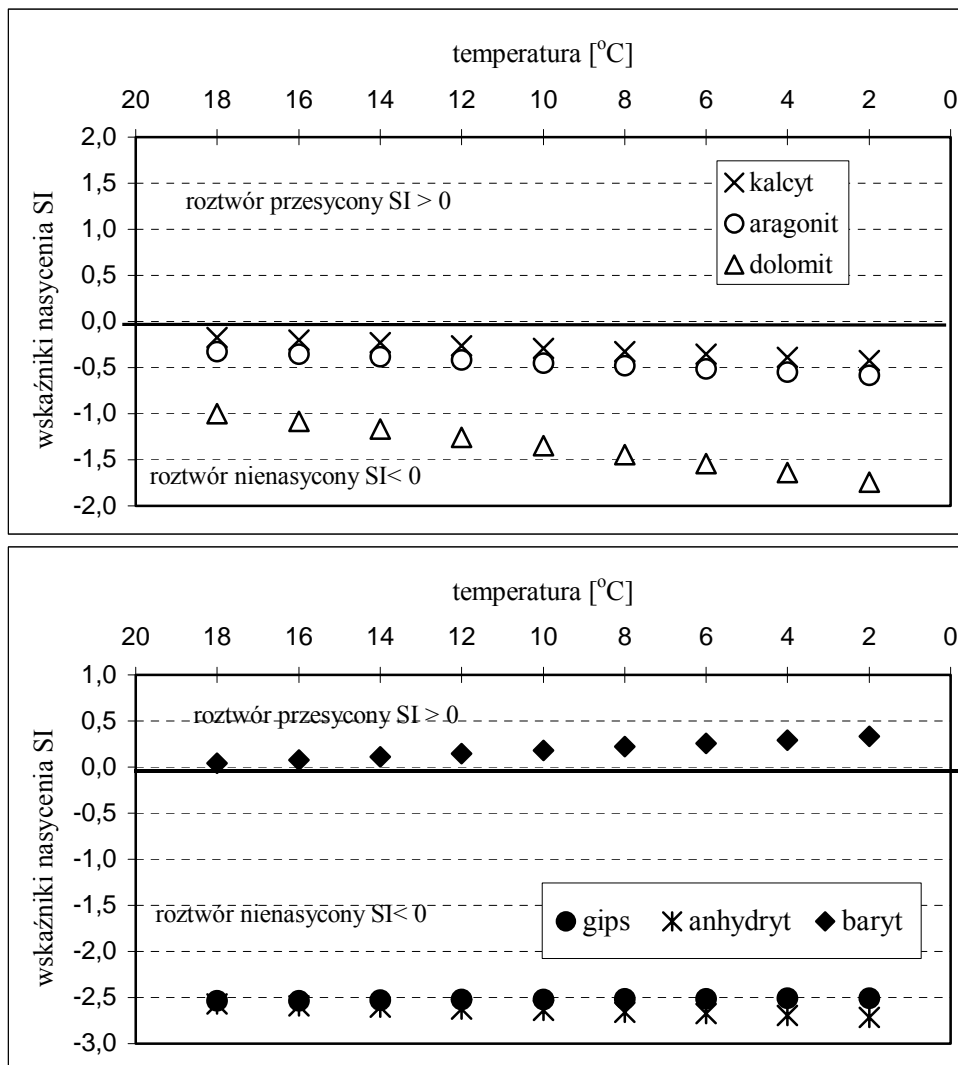
## **2. WSTĘPNA ANALIZA ZMIAN PARAMETRÓW WÓD**

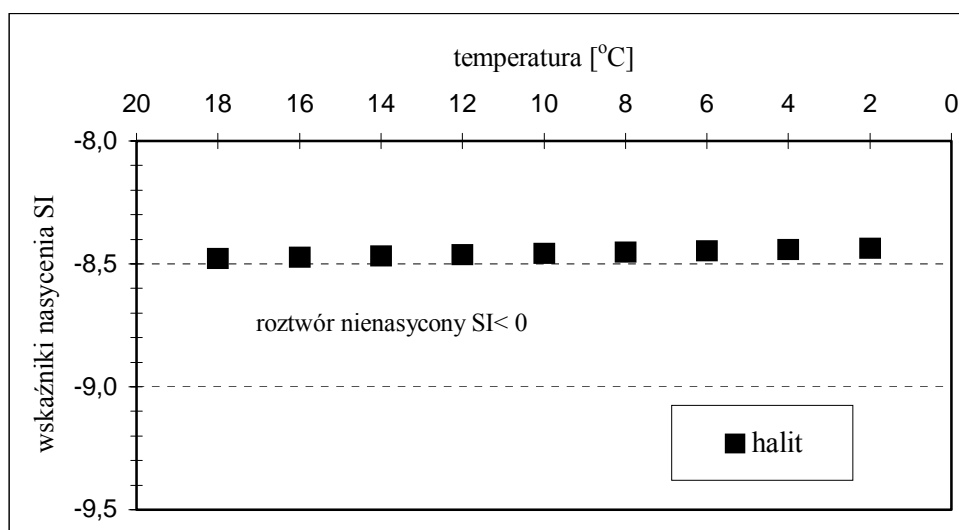
Wykorzystanie wód podziemnych w celach energetycznych wiąże się z możliwością zmian parametrów fizykochemicznych oraz warunków hydrodynamicznych w eksploatowanych warstwach wodonośnych. Zmiana warunków hydrodynamicznych spowodowana piętzeniem lub obniżaniem zwierciadła wód podziemnych prowadzi do zawodnienia strefy aeracji, a tym samym powoduje rozpuszczenie nagromadzonych tam związków mineralnych, wzrost mineralizacji wód gruntowych oraz długookresowe charakterystyczne procesy glebotwórcze. Dla minimalizacji negatywnego wpływu należy zwrócić szczególną uwagę na budowę prawidłowego ujęcia wody i jej powrotu do tej samej warstwy wodonośnej oraz umiejscowienia studni zgodnie z kierunkiem spływu wód.

Procesy kształtujące skład chemiczny wód podziemnych uzależnione są od wielu czynników (Macioszczyk, Dobrzyński, 2002). Decydujące znaczenie odgrywają między innymi parametry fizyczne. Temperatura jest podstawowym czynnikiem wpływającym na przebieg procesów hydrogeochemicznych, a wraz z jej obniżeniem zmienia się charakter przemian. Decyduje między innymi o stanie równowagi i szybkości przebiegu reakcji rozpuszczania minerałów i gazów oraz warunkuje występowanie określonych form substancji w wodach. Stan niedosycenia względem wybranej fazy mineralnej ( $SI < 0$ ) wskazuje na możliwość jej rozpuszczania, jeżeli występuje ona w ośrodku skalnym. Stan przesylenia ( $SI > 0$ ) oznacza, iż istnieje teoretyczna tendencja do wytrącania analizowanej fazy mineralnej z roztworu wodnego.

Wykorzystanie wód przez pompy ciepła prowadzi do obniżenia temperatury wody powracającej do warstwy wodonośnej w zakresie 3-5 °C. W pracy przeprowadzono wstępną analizę potencjalnych zmian stanu nasycenia względem wybranych faz mineralnych przy obniżaniu temperatury co 2°C. Określono wskaźniki nasycenia roztworów względem faz węglanowych (kalcyt, aragonit, dolomit), siarczanowych (gips, anhydryt, baryt) oraz halitu. Analizie poddano wodę niskozmineralizowaną spełniającą wymogi stawiane dla wód, które mogą być wykorzystane w pracy pompy ciepła. Do modelowania stanu równowagi hydrogeochemicznej wykorzystano programu *WATEQ 4F* (Ball, Nordstrom 1992).

Przeprowadzona analiza wskaźników nasycenia przedstawiona na rysunku 1, wykazała, iż w trakcie obniżania temperatury następuje zmiana nasycenia roztworów względem analizowanych faz mineralnych. Generalnie wskaźniki nasycenia wód względem faz siarczanowych oraz halitu wzrastają gdyż zmniejsza się ich rozpuszczalność przy obniżaniu temperatury. Natomiast wskaźniki nasycenia wód względem faz węglanowych nieznacznie obniżają się. Jest to efekt zmiany iloczynu rozpuszczalności węglanów w wyniku wzrostu zawartości dwutlenku węgla w miarę obniżania temperatury. Zmiany te nie są jednak znaczne. Należy zaznaczyć, iż schładzanie wody przez pompy ciepła prowadzi może ponadto do poprawy jakości wody pobieranej w ujęciu wody pitnej. W wodach o temperaturach przekraczających 13-14 °C mogą zachodzić w rurociągach transportujących zjawiska gnicia materii organicznej, przy schłodzeniu wody zjawiska te mogą zaniknąć co wpływa korzystnie na jakość wód (Dojlido, 1995).





Rys. 1. Zmiany wskaźników nasycenia roztworu fazami mineralnymi w trakcie obniżania temperatury. *Changes of solution saturation indexes, of mineral phases, related to temperature drop*

### 3. PODSUMOWANIE

Atrakcyjnym źródłem wykorzystywanym w systemach pomp ciepła, jako nośnik i akumulator energii jest woda. W zdecydowanej większości, ze względu na temperaturę, wykorzystuje się wody podziemne. W pracy zostały przedstawione obowiązujące aspekty prawne wykorzystania wód podziemnych w celach energetycznych. Ponadto przedstawiono wstępną analizę zmian stanu nasycenia wód względem wybranych faz mineralnych przy obniżaniu temperatury wody powracającej do warstwy wodonośnej. Zapoczątkowana analiza będzie kontynuowana przez autorów w następnych latach co pozwoli określić możliwe zmiany parametrów wód i warunków hydrodynamicznych w środowisku w wyniku pracy instalacji pompy ciepła. Można sądzić, iż w tym przypadku, przy racjonalnym wykorzystaniu wód podziemnych w celach energetycznych zagrożenie dla środowiska jest niewielkie.

### 4. SPIS LITERATURY

- Ball J.W., Nordstrom D.K., 1992: *WATEQ 4F. A Program for the Calculating Speciation of Major, Trace and Redox Elements in Natural Waters*. IGWMC Ground Water Modeling Software, The Netherlands,
- Dojlido J., 1995: *Chemia wód powierzchniowych*. Wyd. EiŚ, Białystok,
- Karczmarczyk A., 2003 a: *Pompy ciepła w aspekcie likwidacji niskiej emisji – najczystsza energia*. Ekoprofit 1(65),
- Karczmarczyk A., 2003 b: *Pompa ciepła a projektowanie nowych systemów grzewczych*. Polski Instalator 6/2003,
- Macioszczyk A., Dobrzyński D., 2002: *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.