

Wykorzystanie pomp ciepła do schładzania ujmowanych wód głębinowych i ogrzewania obiektów stacji wodociągowej

The application of heat pumps for cooling the abstracted waters and heating the water supply systems

ZYGMUNT M. JAROSZ

W artykule przedstawiono możliwość schładzania ujmowanej wody na cele zaopatrzenia w wodę systemów wodociągowych za pomocą pomp ciepła. W tym przypadku ujmowana woda z warstw jurajskich z głębokości 470 m o temperaturze do +17°C wymaga schładzania w celu zmniejszenia jej podatności na kontaminację. Stały strumień ujmowanej wody $V = 1500 \text{ m}^3/\text{dobę}$ zapewnia możliwość pozyskania stabilnego dużego strumienia ciepła. Zrealizowane biwalentne źródło ciepła składające się z dwóch zespołów pomp ciepła o mocy $Q = 2 \times 146 \text{ kW}$ oraz z dwóch kotłów wadrych o mocy $Q = 94 \text{ kW}$ częściowo pozyskuje to ciepło na cele ogrzewania i wentylacji obiektów bazy Spółki i Stacji Wodociągowej oraz w perspektywie sąsiadującego ze Spółką klaszaru. Zastosowany rodzaj pomp ciepła zapewnia przygotowanie czynnika grzewczego przy wysokim stopniu sprawności wynoszącym średnio rocznie $\text{COP} = 4$. Oparte na takim sposobie pozyskiwania ciepła źródła uzyskuje bardzo korzystne efekty ekonomiczne w postaci krótkiego okresu zwrotu kosztów inwestycji SPBT i stosunkowo niskich kosztów eksploatacji.

The possibility of cooling the drawn water for water supply systems needs with usage of heat pump was presented in the article. In this case water drawn from Jurassic layers from depth 470m with temperature to +17°C, requires cooling in order to decrease its contamination flexibility. Constant drawn water stream $V = 1500 \text{ m}^3/\text{day}$ provides the possibility of obtaining large stream of thermal energy. Realised bivalent heat source consisting of two sets of heat pumps with power $Q = 2 \times 146 \text{ kW}$ and two water boilers with power $Q = 94 \text{ kW}$ gets this energy partly for heating and ventilation of objects in company and Water Supply station and in perspective for neighbouring with Company monastery. Applied type of heat pumps guarantees the preparation of heating medium with high efficiency level, which its annual mean value is $\text{COP} = 4$. Based on this type of energy acquiring, heat source gets profitable economical effects like low recoupment period SPBT and relatively low maintenance costs

Wykorzystanie pomp ciepła do schładzania wody oraz jako źródła ciepła do ogrzewania stacji wodociągowej

Do roku 1990 miasto Białe Podlasko była zaopatrywana w wodę głównie ze studni ujmujących wody z warstw trzecia i czwartorzędowych, zlokalizowanych w pradolinie rzeki Krzyny. Pradolina aczkolwiek bardzo bogata w wodę ma połączone hydrologicznie wszystkie poziomy wodonośne częściowo przez wody podane na zanieczyszczenia. Przeprowadzone poszukiwania wód bardziej stabilnych jakościowo doprowadziły do wybudowania w roku 1991 studni o głębokości 470 m ujmującej wody jurajskie. Badania ujmowanej wody potwierdziły jej znakomite właściwości, ale jednocześnie temperaturę dochodzącą nawet do 17°C. Ze względu na podatność wód ciepłych na kontaminację rozważano możliwość obniżenia temperatury za pomocą pomp ciepła lub mieszanie ich z ujmowanymi chłodnymi wodami trzeciorzędowymi. Opracowana w tym czasie przez dr. inż. Mariana Rubka z Politechniki Warszawskiej wstępna koncepcja potwierdziła możliwość wykorzystania obniżenia temperatury wody w oparciu o dostępne wtedy szwedzkie pompy ciepła i zagospodarowanie pozyskanego ciepła na cele ogrzewania obiektów. Jednak ze względu na bardzo wysokie koszty inwestycji i przez to brak możliwości uzyskania pozytywnego efektu ekonomicznego, przedsięwzięcie nie wdrożono do realizacji.

Konieczność likwidacji dotychczasowego źródła ciepła bazy kotłowni węglowej o mocy około 1 MW oraz stwierdzona podczas prowadzonej kompleksowej modernizacji stacji uzdatniania konieczność rozszerzenia systemu uzdatniania wody o schładzanie ujmowanych wód jurajskich przyczyniły się do powrotu pomysłu z przed lat. Opracowana koncepcja oraz audyt energetyczny i studium wykonalności potwierdziły opłacalność wykorzystania ciepła ze schładzania wód jurajskich w źródle ciepła apartym na pompach ciepła. W wyniku przeprowadzonych prac termomodernizacyjnych budynków ograniczono drastycznie zapotrzebowanie obliczeniowe ciepła oraz moc źródła do 386 kW.

Źródło ciepła zlokalizowano w adaptowanym budynku byłej trafostacji znajdującej się w sąsiedztwie nurciagiu przesyłowego wody surowej jurajskiej ze studni do stacji uzdatniania.

Koszt budowy nowego źródła ciepła wyniósł 663 498 zł a okres realizacji od projektu do uruchomienia 18 miesięcy. Stację pomp ciepła zrealizowała firma miejscowa: projektowanie „Archdom”, a wykonanie „Rapid” z Białej Podlaskiej.

inż. Zygmunt M. Jarosz (autor projektu) – Główny Inżynier w Białkiej Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Białej Podlaskiej

Charakterystyka nowego źródła ciepła

Nowe źródło ciepła w układzie biwalentnym zgodnie z założeniami składało się faktycznie z dwóch części: biwalentnego strumienia wody jurajskiej kierowanej do stacji uzdatniania. Regulacja wielkości ujmowanego strumienia wody prowadzona jest za pomocą zewnętrznego przemiennika częstotliwości sterującego pracą pomp głębinowych, a regulacja dopływu wody kierowanej do pomp ciepła dokonywana jest za pomocą zaworu różnicy ciśnienia.

Studnia eksploatowana jest z wydajnością średnio-dobową $V = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$ i taki strumień wody kierowany jest do pomp ciepła.

Źródło ciepła składa się z dwóch zespołów po cztery pompy ciepła firmy SOLIS o mocy chłodniczej $Q_{ch} = 292 \text{ kW}$ oraz dwóch kotłów Buderus typ GE 215 o mocy łącznej $Q = 94 \text{ kW}$ pracujących w układzie kaskadowym.

Ciepło wykorzystywane jest obecnie do ogrzewania obiektów bazy wodociągów, a w przyszłości przewiduje się również dla okolicznych odbiorców.

Pompy ciepła pracują jako źródło podstawowe gwarantujące ogrzewanie obiektów do temperatury zewnętrznej -18°C. Źródło pomocnicze (szczytowe) kotły opalane gazem ziemnym GZ-50 włączone są przy wystąpieniu temperatury zewnętrznej poniżej -19°C.

Charakterystyka dolnego źródła ciepła: temperatura wody +15°C. Strumień dyspozycyjny wody do 1500 m³/dobę to jest 62,5 m³/h. Strumień wody kierowanej do pompy ciepła 6,7 m³/h/szt.

Charakterystyka górnego źródła ciepła: Moc całkowita źródła ciepła 386 kW. Parametry obliczeniowe temperatury na wyjściu z rozdzielni ciepła źródła t₂/t₁ = 70/55°C.

Parametry obliczeniowe czynnika grzewczego uzyskane: • za pomocą pomp ciepła do 65°C, • za pomocą źródła uzupełniającego do 70°C.

Centralna regulacja systemu grzewczego i funkcji bezpieczeństwa realizo-

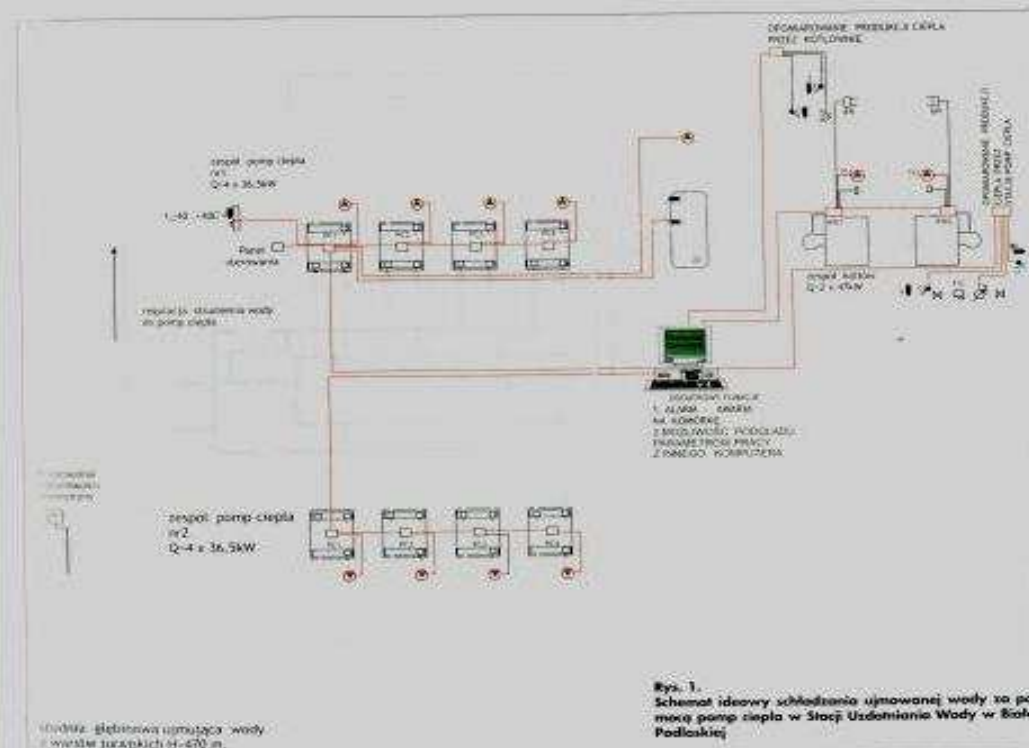
wana jest przez wbudowany fabrycznie mikroprocesorowy sterownik MiniTherm w połączeniu z centralnym stanowiskiem nadzoru komputerowego.

Podstawowe funkcje wbudowanego sterownika MiniTherm:

- diagnostyka błędów i uszkodzeń;
- wyliczenie współczynnika sprawności układu na bieżąco;
- praca w systemie dwutaryfowym z funkcją buforowania energii;
- sterowanie grzałkami elektrycznymi;
- sterowanie dwoma strefami grzewczymi niezależnie;
- programy czasowe (tygodniowe, wakacyjne, nieobecności);
- algorytmy predykcji;
- komunikacja z innymi sterownikami (m.in. praca kaskadowa) za pomocą protokołu MODBUS.

Charakterystyka techniczna pomp ciepła Solis typ SO500H

W pompach ciepła Solis zastosowano w pełni hermetyczne spiralne sprężar-



Rys. 1. Schemat ideowy schładzania ujmowanej wody za pomocą pomp ciepła w Stacji Uzdatniania Wody w Białej Podlaskiej

studnia głębinowa ujmująca wody z warstw jurajskich H-470 m.



Fot. 1. Widok ogólny pomp ciepła Stacji Uzdatniania Wody w Białej Podlaskiej



Fot. 2. Widok instalacji pomp ciepła Stacji Uzdatniania Wody w Białej Podlaskiej

ki typu Scroll pozwalające na osiągnięcie wartości temperatury skraplania dochodzących do 70°C i zarazem uzyskania współczynnika sprawności (COP) powyżej 2. Żywotność sprężarek spiralnych przewidywana jest na okres do 20 lat.

Zaletą tych sprężarek w stosunku do tłokowych i łożyskowych są również: większa odporność na uderzenia hydrauliczne i minimalne wibracje a co za tym idzie niski poziom hałasu.

Tabl. 1. Dane techniczne pomp ciepła Solis typu S0500H

		Temperatura źródła ciepła °C									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Moc chłodnicza kW											
Temperatura zasilania °C	45	29.7	31.0	32.0	33.5	34.5	36.0	37.5	38.5	40.0	41.5
	47	29.0	30.0	31.5	32.5	34.0	35.0	36.5	38.0	39.0	40.5
	49	28.4	29.5	30.5	32.0	33.0	34.5	35.5	37.0	38.5	39.5
	51	27.7	28.8	29.9	31.0	32.5	33.5	35.0	36.0	37.5	39.0
	53	27.0	28.1	29.2	30.5	31.5	33.0	34.0	35.5	36.5	38.0
	55	26.3	27.3	28.4	29.6	30.5	32.0	33.0	34.5	35.5	37.0
	57	25.5	26.6	27.7	28.8	29.9	31.0	32.5	33.5	34.5	36.0
	59	24.8	25.8	26.9	28.0	29.1	30.0	31.5	32.5	34.0	35.0
	61	24.0	25.0	26.1	27.1	28.2	29.4	30.5	31.5	33.0	34.0
	63	23.2	24.2	25.3	26.3	27.4	28.5	29.6	30.5	32.0	33.0
	65	22.4	23.4	24.4	25.4	26.5	27.5	28.6	29.8	31.0	32.0
	67	21.6	22.6	23.5	24.5	25.6	26.6	27.7	28.8	29.9	31.0
	69	20.8	21.7	22.6	23.6	24.6	25.6	26.7	27.8	28.9	30.0
	71	20.0	20.8	21.7	22.7	23.6	24.6	25.7	26.8	27.9	29.0
	73	19.2	19.9	20.8	21.8	22.6	23.6	24.7	25.8	26.9	28.0
75				20.9	21.6	22.6	23.7	24.8	25.9	27.0	
Moc elektryczna (kW/400VAC)											
Temperatura zasilania °C	45	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	47	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	49	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
	51	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	53	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	55	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
	57	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
	59	10.3	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	61	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	63	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
	65	11.6	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
	67	12.1	12.1	12.1	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
	69	12.6	12.6	12.6	12.6	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
	71	13.1	13.1	13.1	13.0	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
	73	13.6	13.6	13.6	13.4	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7	13.7
75				13.8	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	

		Temperatura źródła ciepła °C									
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Moc grzewcza (kW)											
Temperatura zasilania °C	45	36.5	38.0	39.0	40.5	41.5	43.0	44.0	45.5	47.0	48.5
	47	36.5	37.5	38.5	40.0	41.0	42.5	43.5	45.0	46.5	48.0
	49	36.0	37.0	38.5	39.5	40.5	42.0	43.5	44.5	46.0	47.5
	51	35.5	37.0	38.0	39.0	40.5	41.5	43.0	44.0	45.5	46.5
	53	35.5	36.5	37.5	38.5	40.0	41.0	42.5	43.5	45.0	46.0
	55	35.0	36.0	37.0	38.5	39.5	40.5	42.0	43.0	44.5	45.5
	57	34.5	35.5	36.5	38.0	39.0	40.0	41.5	42.5	44.0	45.0
	59	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	39.5	41.0	42.0	43.0	44.5
	61	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.5	41.5	42.5	44.0
	63	33.5	34.5	35.5	36.5	37.5	38.5	40.0	41.0	42.0	43.5
	65	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.5	39.5	40.5	41.5	43.0
	67	33.0	33.5	34.5	35.7	36.5	38.0	39.0	40.0	41.0	42.0
	69	32.5	33.2	34.3	35.3	36.3	37.5	38.5	39.5	40.5	41.5
	71	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	41.0
	73	31.5	32.5	33.8	34.7	35.8	36.5	37.5	38.5	39.5	40.5
75				34.5	35.5	36.0	37.0	38.0	39.0	40.0	
Współczynnik sprawności (COP)											
Temperatura zasilania °C	45	4.7	4.9	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.1	6.3
	47	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.8	6.0
	49	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7
	51	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.9	5.0	5.2	5.3
	53	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0
	55	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.7	4.8
	57	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4	4.5
	59	3.4	3.5	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3
	61	3.2	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.8	3.8	3.9	4.1
	63	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4	3.5	3.6	3.7	3.9
	65	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7
	67	2.7	2.8	2.9	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.4
	69	2.6	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1	3.2	3.3
	71	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0	3.0	3.1
	73	2.3	2.4	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.9	3.0
75				2.5	2.5	2.5	2.6	2.7	2.8	2.8	