

Katarzyna ZWARYCZ-MAKLES
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie
Wydział Budownictwa i Architektury,
Katedra Ogrzewnictwa, Wentylacji i Ciepłownictwa
Piaśtów 50, 70-311 Szczecin
tel: 91 449 4011, e-mail: kzwarycz@zut.edu.pl

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2013

Władysław NOWAK
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki,
Katedra Techniki Ciepłej,
Piaśtów 19, 70-310 Szczecin
tel: 91 449 4272, e-mail: ktc@zut.edu.pl

WPŁYW TEMPERATURY WODY GEOTERMALNEJ NA REGULACJĘ ILOŚCIOWĄ I JAKOŚCIOWĄ CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ

STRESZCZENIE

Praca dotyczy zagadnień wykorzystywania energii wód geotermalnych w ciepłowni geotermalnej z regulacją ilościową oraz jakościową dla wariantu **b4** i stanowi kontynuację badań opisywanych we wcześniejszych publikacjach autorów (warianty **b1** i **b5**) np. Zwarycz-Makles, Nowak 2011.

Analizowany układ ciepłowniczy składa się z następujących elementów: źródła ciepła (wymylnik geotermalny oraz kocioł szczytowy), przewodów sieci ciepłowniczej, odbiorców ciepła centralnego ogrzewania (wysoko- i niskotemperaturowych połączonych w układzie równoległym). W pracy przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzonych z użyciem opracowanego algorytmu obliczeń ciepłno-przepływowych przy równoległym łączeniu różnotemperaturowych odbiorców ciepła z zastosowaniem regulacji ilościowej i jakościowej wraz z wykresami ilustrującymi uzyskane zależności regulacyjne dla wody sieciowej w ciepłowni geotermalnej. Podano także przykładowe wyniki obliczeń, które dotyczą dwóch grup odbiorców ciepła połączonych równolegle, przy zastosowaniu regulacji ilościowej i jakościowej.

SŁOWA KLUCZOWE

Regulacja ilościowa, regulacja jakościowa, ciepłownia geotermalna, wykorzystanie wody geotermalnej o niskiej i średniej entalpii

* * *

WPROWADZENIE

W wielu krajach energia geotermalna jest jednym z najbardziej perspektywicznych odnawialnych źródeł energii, zarówno ze względów ekologicznych jak i ekonomicznych. Takie odnawialne źródło energii jest mniej wrażliwe na zmiany tradycyjnych cen energii na rynkach międzynarodowych, ogranicza zależność od importowanych paliw, zwiększając tym samym bezpieczeństwo energetyczne (Kępińska 2011).

Sposób wykorzystania wody geotermalnej w dużej mierze zależy od jej temperatury i strumienia objętości. Z uwagi na to, że polskie zasoby geotermalne to przede wszystkim wody o niskiej i średniej entalpii (Nowak i in. 2000) w pracy poddano analizie możliwość zagospodarowania zawartej w niej energii na cele ogrzewcze.

W geotermalnych systemach dwuotworowych, w zależności od wartości temperatury wydobywanej wody geotermalnej oraz wartości temperatury wody sieciowej powrotnej, stosowane są dwa podstawowe rodzaje instalacji w ciepłowniach geotermalnych. Pierwszy rodzaj to instalacja tylko z wymiennikami ciepła, pośredniczącymi między wodą geotermalną a wodą sieciową, drugi rodzaj – instalacja geotermalna z wymiennikami ciepła i wspomagającymi je pompami ciepła. W takich warunkach wymagane jest zastosowanie dodatkowego źródła ciepła – kotłów szczytowych (Nowak i in. 2000; Sobański i in. 2000).

W pracy przedstawiono wyniki obliczeń przeprowadzonych z użyciem opracowanego algorytmu obliczeń cieplno-przepływowych ciepłowni geotermalnej z zastosowaniem regulacji ilościowej i jakościowej, przy równoległym łączeniu różnotemperaturowych odbiorców ciepła. Opracowano także wykresy ilustrujące uzyskane zależności regulacyjne dla wody sieciowej w ciepłowni geotermalnej (tab. 1).

Analizowany układ ciepłowniczy składa się z następujących elementów (rys. 1): geotermalnego dubletu wydobywczo-zatłaczającego, źródła ciepła (wymiennik geotermalny oraz konwencjonalny kocioł szczytowy), przewodów sieci ciepłowniczej i odbiorców ciepła (wysoko- i niskotemperaturowy system centralnego ogrzewania w układzie równoległym) (Zwarycz-Makles, Nowak 2011; Nowak, Rogowska 2002; Nowak i in. 2008; Wiśniewski 2009). W systemie wysokotemperaturowym centralnego ogrzewania zastosowano regulację jakościową, zaś w systemie odbiorców niskotemperaturowych – regulację ilościową.

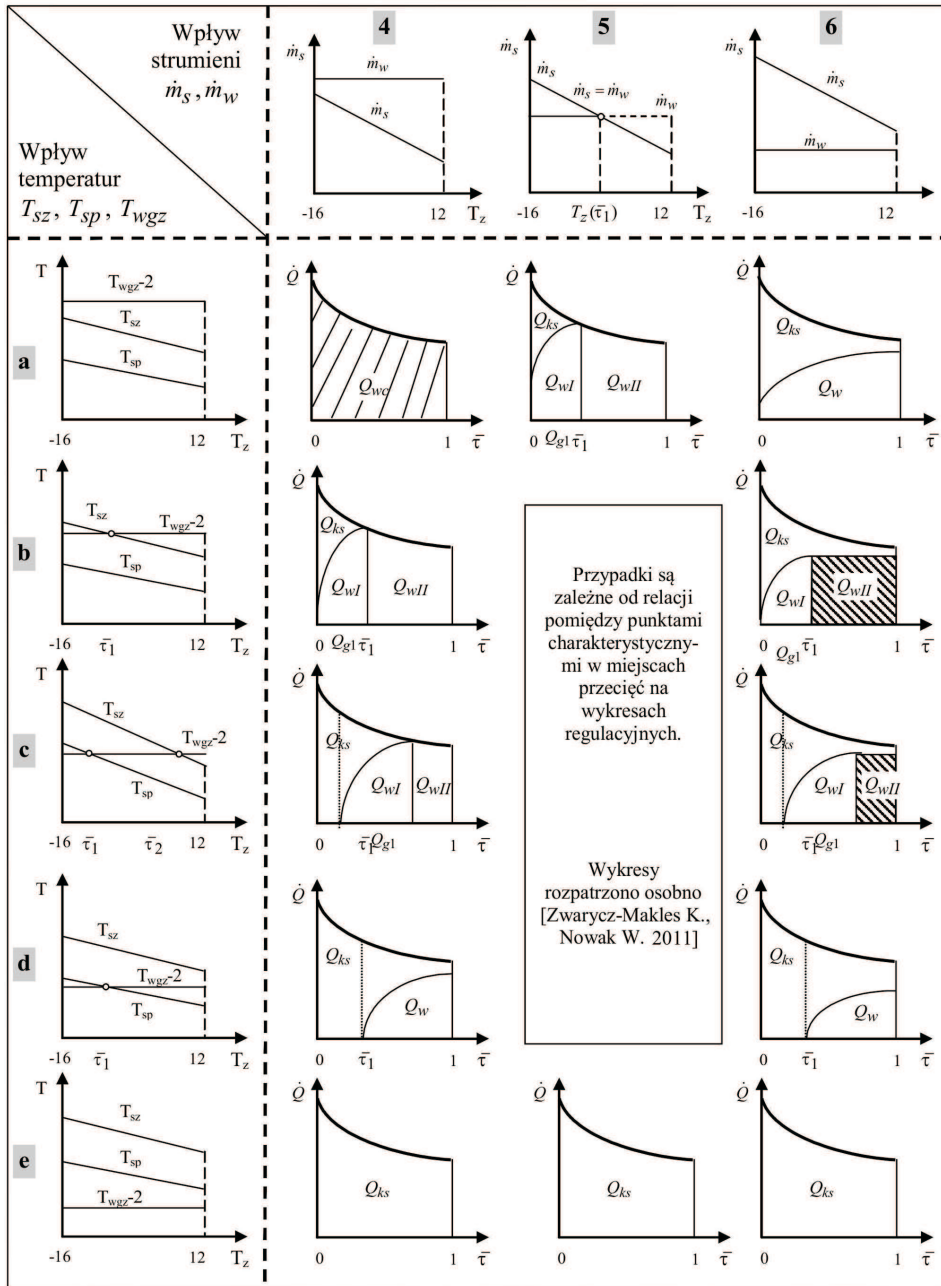
W poprzednich pracach przedstawiono wyniki badań uwzględniających wpływ zmiennych udziałów odbiorców wysoko- i niskotemperaturowych w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło oraz wpływ zmiennej temperatury i zmiennego strumienia objętości wydobywanej wody geotermalnej na stopień wykorzystania energii geotermalnej. Niektóre warianty obliczeniowe przedstawiono w tabeli 1. W pracach (Zwarycz-Makles, Nowak 2011; Nowak, Zwarycz 2002) przedstawiono wyniki obliczeń dotyczące wariantów **b1** i **b5**, natomiast w tej pracy odniesiono się do wariantu **b4**.

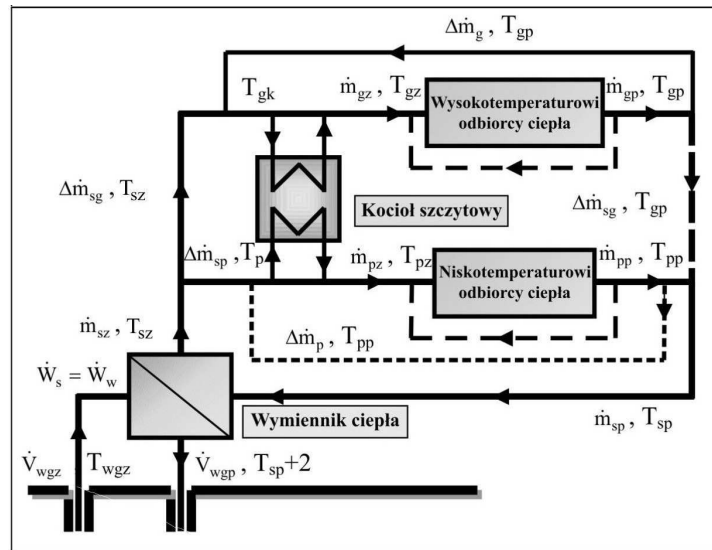
Tabela 1

Regulacja ilościowa i jakościowa, przypadki podstawowe

Table 1

Quantity and quality control, basic cases





Rys. 1. Schemat układu ciepłowniczego z geotermalnym wymiennikiem ciepła, kotłem szczytowym oraz przyłączonymi równolegle odbiorcami (Nowak i in. 2004, 2008)

Fig. 1. General schematic of the theoretical district heating network with the geothermal heat exchanger, peak boiler and consumers connected in parallel (Nowak i in. 2004, 2008)

1. REGULACJA ILOŚCIOWA I JAKOŚCIOWA W CIEPŁOWNI GEOTERMALNEJ

Obciążenie cieplne ciepłowni jest zmienne w ciągu roku, co spowodowane jest zmiennym w czasie zapotrzebowaniem na strumień ciepła do ogrzewania przez odbiorców. Ilość ciepła przekazywanego przez sieć ciepłą, w czasie od $\bar{\tau}_1$ do $\bar{\tau}_2$, można określić z równania:

$$Q_c = \tau_0 \int_{\bar{\tau}_1}^{\bar{\tau}_2} \dot{Q}_c d\bar{\tau} = \tau_0 c_s \int_{\bar{\tau}_1}^{\bar{\tau}_2} \dot{m}_s (T_{sz} - T_{sp}) d\bar{\tau} \quad (1)$$

gdzie:

$$\bar{\tau} = \frac{\tau}{\tau_0} \quad \text{czas zredukowany.}$$

Podczas obliczeń została wykorzystana zależność podana przez Raissa (Szargut, Ziębik 2000), aproksymująca uśrednioną dla naszej strefy klimatycznej częstotliwość występowania temperatur zewnętrznych T_z w funkcji czasu zredukowanego $\bar{\tau}$:

$$\frac{T_{zg} - T_z}{T_{zg} - T_{zmin}} = [1 - \sqrt[3]{\bar{\tau}} + \bar{\tau}^2 (1 - \sqrt{\bar{\tau}})] \quad (2)$$

Założono, że temperatury zasilania i powrotu (T_{sz} i T_{sp}) czynnika sieci ciepłowniczej określono zależnościami liniowymi w funkcji temperatury zewnętrznej T_z :

$$T_{sz} = a + bT_z \quad (3)$$

$$T_{sp} = c + dT_z \quad (4)$$

gdzie:

a, b, c, d – współczynniki kierunkowe.

Strumień masy \dot{m}_s czynnika sieci ciepłowniczej określono zależnością:

$$\dot{m}_s = \alpha + \beta T_z \quad (5)$$

gdzie współczynniki α i β zdefiniowano następująco:

$$\alpha = \frac{\dot{Q}_{co_{max}}}{c_s \cdot (a - c) + (b - d)T_z} \cdot \frac{f}{36} \quad (6)$$

$$\beta = \frac{1}{36} \cdot \frac{\dot{Q}_{co_{max}}}{c_s \cdot (a - c) + (b - d)T_z} \quad (7)$$

zaś $\dot{Q}_{co_{max}}$ to maksymalne zapotrzebowanie na ciepło na cele centralnego ogrzewania, przy zewnętrznej temperaturze obliczeniowej $T_{z_{min}} = -16^\circ\text{C}$ (I strefa klimatyczna).

Temperaturę zasilania T_{sz} i powrotu T_{sp} oraz strumień masy wody sieciowej można określić w funkcji czasu zredukowanego $\bar{\tau}$ (Nowak, Zwarycz 2002):

$$T_{sz} = a + bT_z = a + b \left\{ -16 + 28 \left[(\bar{\tau})^{\frac{1}{3}} - (\bar{\tau})^2 + (\bar{\tau})^{\frac{5}{2}} \right] \right\} \quad (8)$$

$$T_{sp} = c + dT_z = c + d \left\{ -16 + 28 \left[(\bar{\tau})^{\frac{1}{3}} - (\bar{\tau})^2 + (\bar{\tau})^{\frac{5}{2}} \right] \right\} \quad (9)$$

$$\dot{m}_s = \alpha + \beta T_z = \alpha + \beta \left\{ -16 + 28 \left[(\bar{\tau})^{\frac{1}{3}} - (\bar{\tau})^2 + (\bar{\tau})^{\frac{5}{2}} \right] \right\} \quad (10)$$

Następnie zależności (8–10) – przy założeniu, że temperatura wewnętrzna pomieszczeń mieszkalnych wynosi $T_w = 20^\circ\text{C}$, a graniczna temperatura, przy której kończy się sezon

ogrzewczy to $T_{zg} = 12^{\circ}\text{C}$ – podstawiono do zależności (1) w celu obliczenia ilości ciepła przekazywanego przez sieć ciepłą.

2. CIEPŁO GEOTERMALNE UZYSKIWANE W WYMIENNIKU CIEPŁA

Przyjęto, że jako wymiennik geotermalny zastosowany będzie wymiennik przeciwprądowy, w którym pojemności cieplne obu czynników są sobie równe, a różnica temperatury między nimi jest wielkością stałą. Przyjęto, że średnia różnica temperatury między czynnikami wynosi $\Delta\bar{T} = 2\text{K}$.

Strumień ciepła geotermalnego odbieranego przez wodę sieciową w geotermalnym wymienniku ciepła określa zależność:

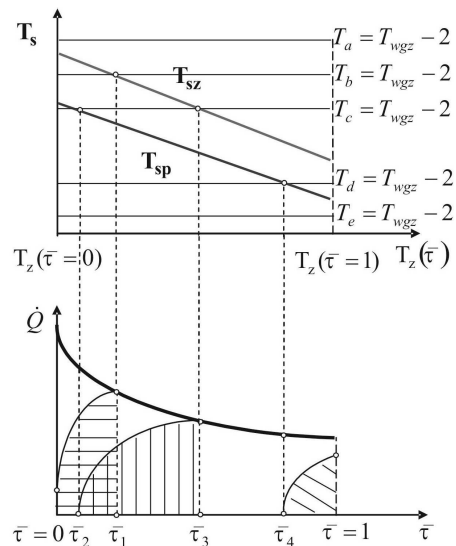
$$\dot{Q}_w = \dot{W}_w \Delta T_w = \dot{W}_s \Delta T_s = \dot{m}_w c_w (T_{wgz} - T_{wgp}) = \dot{m}_s c_s (T_{sz} - T_{sp}) \quad (11)$$

gdzie:

\dot{W}_s – pojemność cieplna wody sieciowej,

\dot{W}_w – pojemność cieplna wody geotermalnej.

Na wykresie regulacyjnym (rys. 2) przedstawiono temperatury wody sieciowej zasilającej T_{sz} i powrotnej T_{sp} zmienne w funkcji temperatury zewnętrznej T_z oraz odpowiadający



Rys. 2. Wykres regulacyjny temperatury wody sieciowej zasilającej i powrotnej z odpowiadającym mu wykresem całkowitego zapotrzebowania na ciepło

Fig. 2. Regulation diagram of supply and return network water temperatures with adequate to it diagram of total heat demand

mu wykres całkowitego zapotrzebowania na ciepło. Na wykresie tym przedstawiono także maksymalną wartość temperatury wody sieciowej możliwą do uzyskania w wymienniku geotermalnym $T_s = T_{wgz} - 2$, co umożliwia określenie temperatury $T_z(\bar{\tau})$ jako punktu przecięcia dwóch linii prostych, np. dla wariantów **b** (tab. 1, zależność 8) uzyskano:

$$T_z(\bar{\tau}) = \frac{T_{wgz} - (a + 2)}{b} \quad (12)$$

W zależności od wzajemnej relacji wartości temperatury T_{sz} , T_{sp} oraz T_s można wyróżnić pięć wariantów wykresów regulacyjnych (**a**, **b**, **c**, **d**, **e**), które zostały opisane w (Nowak, Zwarycz 2002) i przedstawione w tabeli 1 w pierwszej kolumnie:

– wariant **a** $T_{wgz} - 2 > T_{sz} (\bar{\tau} = 0)$ (13)

– wariant **b** $T_{sp} (\bar{\tau} = 0) < T_{wgz} - 2 < T_{sz} (\bar{\tau} = 0)$ (14)

– wariant **c** $T_{sz} (\bar{\tau} = 1) < T_{wgz} - 2 < T_{sp} (\bar{\tau} = 0)$ (15)

– wariant **d** $T_{sp} (\bar{\tau} = 1) < T_{wgz} - 2 < T_{sz} (\bar{\tau} = 1)$ (16)

– wariant **e** $T_{wgz} - 2 < T_{sp} (\bar{\tau} = 1)$ (17)

W przypadku wariantu **a**, jeżeli cały strumień masy wody sieciowej przepływa przez wymiennik, całkowite zapotrzebowanie na ciepło pokrywa energia geotermalna. Natomiast w wariacie **e** nie ma możliwości pozyskiwania energii geotermalnej, źródłem energii jest wyłącznie kocioł. Dla pozostałych wariantów **b**, **c**, **d** ilość pozyskiwanej energii geotermalnej zależy od relacji wartości temperatury T_{sz} i T_{sp} względem T_s (zależności 14–16).

Podobnie przeprowadzono analizę wpływu trzech wzajemnych relacji strumienia masy wody sieciowej \dot{m}_s i strumienia masy wody geotermalnej \dot{m}_w na ilość pozyskiwanej energii geotermalnej w wymienniku geotermalnym (tab. 1, pierwszy wiersz), co zostało opisane w pracy (Wiśniewski 2009).

Odpowiednie pola na wykresach w tabeli 1 przedstawiają ilość ciepła geotermalnego Q_w i ciepła z kotła szczytowego Q_{ks} , przekazywanego przez sieć ciepłą z zastosowaniem regulacji ilościowej i jakościowej.

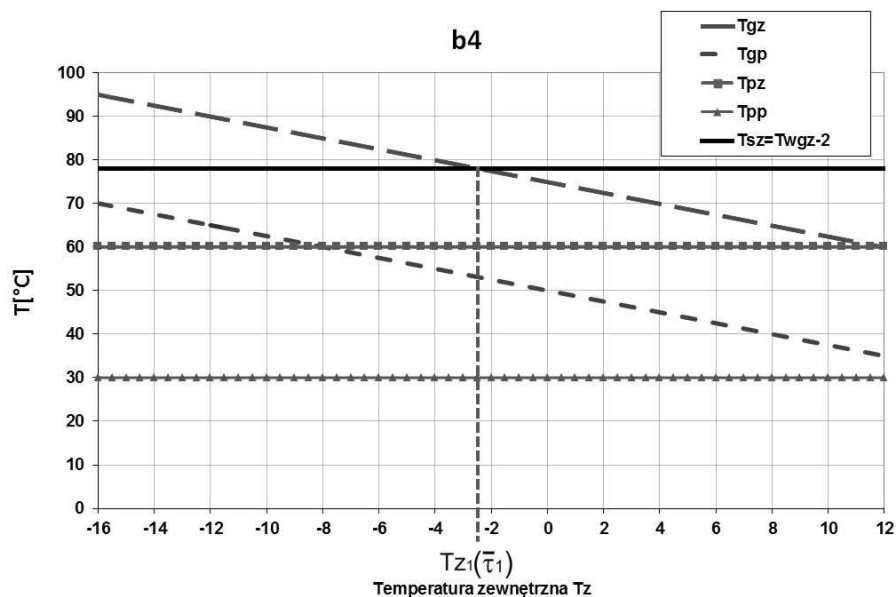
3. WYNIKI OBLICZEŃ DLA WARIANTU b4

Obliczenia dla wariantu **b4** (wg tabeli 1) wykonano przyjmując:

- maksymalne zapotrzebowanie na strumień ciepła na cele centralnego ogrzewania $\dot{Q}_{co_{max}} = 5000$ kW przy zewnętrznej temperaturze obliczeniowej $T_{z_{min}} = -16^\circ\text{C}$ (I strefa klimatyczna),

- maksymalny strumień objętości wydobywanej wody geotermalnej $\dot{V}_{w_{\max}} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$,
- temperatura wody geotermalnej $T_{wgz} = 80^\circ \text{C}$,
- średnia gęstość wody geotermalnej $\rho_w = 1,08 \text{ kg}/\text{dm}^3$,
- średnie ciepło właściwe wody geotermalnej $c_w = 3,81 \text{ kJ}/\text{kgK}$,
- stosunek udziałów wysokotemperaturowych odbiorców ciepła do niskotemperaturowych w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło wynosi $0,25/0,75$,
- maksymalna temperatura wody zasilającej T_{gz} i powrotnej T_{gp} dla wysokotemperaturowego systemu odbiorców to $95^\circ\text{C}/70^\circ\text{C}$,
- maksymalna temperatura wody zasilającej T_{pz} i powrotnej T_{pp} dla niskotemperaturowego systemu odbiorców to $60^\circ\text{C}/30^\circ\text{C}$.

Na rysunku 3 przedstawiono wykres regulacyjny temperatur wody sieciowej i geotermalnej dla wariantu **b4**. Na wykresie zaznaczono maksymalną temperaturę wody sie-



Rys. 3. Wykres regulacyjny temperatur wody sieciowej i geotermalnej dla wariantu *b4*

Fig. 3. Regulatory graph of supply and return network water temperature for variant *b4*

ciowej podgrzewanej w wymienniku geotermalnym $T_{sz} = T_{wgz} - 2$ dla przyjętego wariantu obliczeń. Punkt przecięcia linii obrazujących temperaturę wody T_{sz} i temperaturę wody zasilającej T_{gz} określa temperaturę $T_{z1}(\bar{\tau}_1)$ na podstawie zależności:

$$T_{z1}(\bar{\tau}_1) = T_b = \frac{T_{wgz} - (a + 2)}{b} \quad (18)$$

gdzie współczynniki *a* i *b* pochodzą z formuły (3).

Następnie na podstawie zależności podanej przez Raissa (2) określono granicę całkowania dla równania (1) w postaci $\bar{\tau}_1 = \varphi(T_z)$. Wartość $\bar{\tau}_1$ oddziela poszczególne obszary na uporządkowanym wykresie zapotrzebowania ciepła odpowiadające dostarczanej energii geotermalnej i dodatkowej z kotła szczytowego (tab. 1, rys. 5).

Wykres regulacyjny strumieni masy wody sieciowej i geotermalnej dla wariantu **b4** przedstawiono na rysunku 4. W tym przypadku, dla przyjętych założeń, strumień masy wody sieciowej uzyskiwanej w geotermalnym wymienniku ciepła jest większy od strumienia masy wody sieciowej potrzebnego do zasilenia poszczególnych odbiorców: wysokotemperaturowych oraz niskotemperaturowych ($\dot{m}_w > \dot{m}_s$).

Otrzymane wyniki regulacji ilościowej i jakościowej dla wariantu **b4**, przedstawiono graficznie na uporządkowanym wykresie zapotrzebowania ciepła (rys. 5).

Równania opisujące ilość ciepła geotermalnego Q_w , ciepła z kotła szczytowego Q_{ks} i ciepła całkowitego Q_c , przekazywanego przez sieć ciepłą z regulacją ilościową i jakościową, dla przykładowego wariantu **b4**, można określić z poniższych zależności:

$$Q_{wI(b4)} = \dot{m}_s \tau_0 \int_0^{\bar{\tau}_1} (T_{z1} - T_{sp}) c_s d\bar{\tau} \quad (19)$$

$$Q_{wII(b4)} = \dot{m}_s \tau_0 \int_{\bar{\tau}_1}^1 (T_{sz} - T_{sp}) c_s d\bar{\tau} \quad (20)$$

$$Q_{ks(b4)} = \dot{m}_s \tau_0 \int_0^{\bar{\tau}_1} (T_{sz} - T_{z1}) c_s d\bar{\tau} \quad (21)$$

Ilość ciepła całkowitego Q_c można zapisać ogólnie:

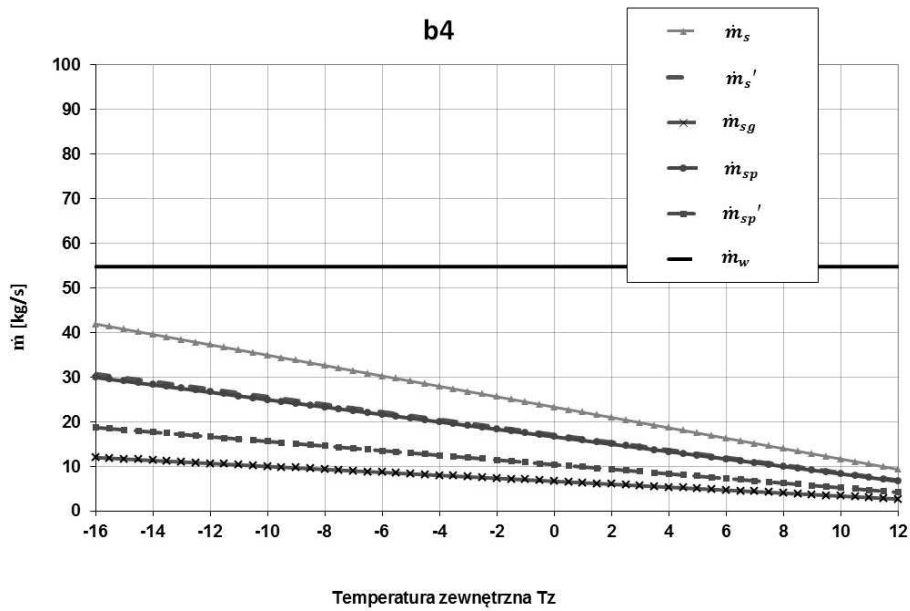
$$Q_c = Q_w + Q_{ks} \quad (22)$$

Stąd dla wariantu **b4**:

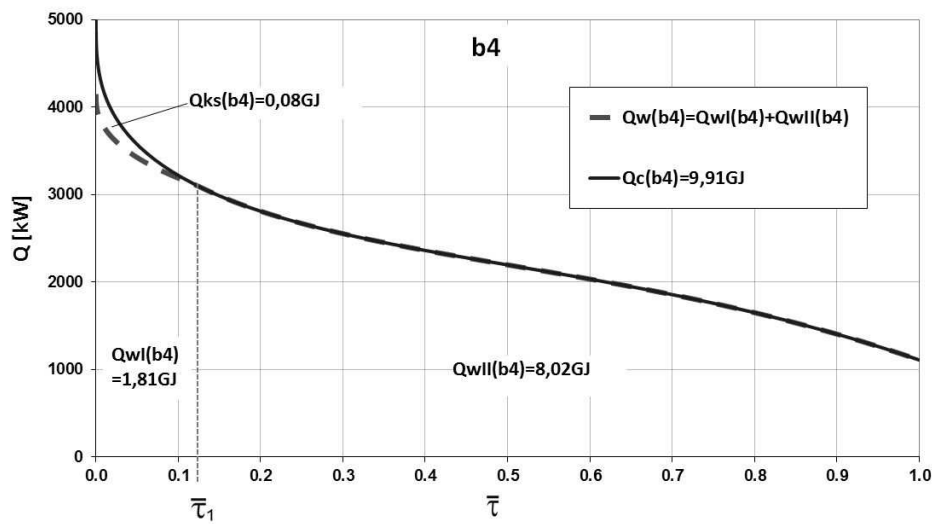
$$Q_{c(b4)} = Q_{wI(b4)} + Q_{wII(b4)} + Q_{ks(b4)} \quad (23)$$

WNIOSKI

Praca dotyczy zagadnień wykorzystywania energii wód geotermalnych w ciepłowni geotermalnej z regulacją ilościową oraz jakościową (wariant **b4**) i stanowi kontynuację badań opisywanych we wcześniejszych publikacjach autorów (warianty **b1** i **b5**). Analiza i porównanie wyników obliczeń dla wszystkich rozpatrywanych wariantów, opisywanych w kolejnych pracach, zostaną w przyszłości przedstawione łącznie w jednej publikacji.



Rys. 4. Wykres regulacyjny strumieni masy wody sieciowej i geotermalnej dla wariantu b4
 Fig. 4. Regulatory graph of network and geothermal water mass flow for variant b4



Rys. 5. Uporządkowany wykres zapotrzebowania strumienia ciepła dla wariantu b4
 Fig. 5. Structured graph of heat flux demand for variant b4

W pracy przedstawiono rezultaty opracowanego algorytmu obliczeń cieplno-przepływowych ciepłowni geotermalnej z zastosowaniem regulacji ilościowej i jakościowej, przy równoległym łączeniu różnotemperaturowych odbiorców ciepła. Opracowano także wykresy ilustrujące uzyskane zależności regulacyjne dla wody sieciowej w ciepłowni geotermalnej. Zamieszczony przykład obliczeniowy należy traktować jako weryfikację przedstawionego algorytmu obliczeń.

Dla wariantu obliczeniowego **b4** regulacji ilościowej i jakościowej podano główne równania opisujące ilość wykorzystywanego ciepła geotermalnego Q_w , ciepła z kotła szczytowego Q_{ks} i ciepła całkowitego Q_c , przekazywanego przez sieć ciepłą, co umożliwia ocenę efektywności rozpatrywanego wariantu badań.

Uzyskane zależności mogą być wykorzystane przy wykonywaniu prac studialnych techniczno-ekonomicznych dotyczących wykorzystania energii wody geotermalnej, czy też przy projektowaniu ciepłowni zasilającej równolegle dwie grupy odbiorców ciepła o różnych parametrach centralnego ogrzewania.

LITERATURA

- ZWARYCZ-MAKLES K., NOWAK W., 2011 — Ocena wpływu regulacji ilościowo-jakościowej na pracę ciepłowni geotermalnej zasilającej dwie grupy odbiorców ciepła. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony rozwój, IGSMiN PAN, Rocznik 50, Zeszyt 1–2 (247–248)*, Kraków, 199–209.
- KĘPIŃSKA B., 2011 — Energia geotermalna w Polsce – stan wykorzystania, perspektywy rozwoju. *Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój, 1–2, 7–18*.
- KĘPIŃSKA B., 2011 — Stan i perspektywy wykorzystania energii geotermalnej na świecie i w Europie. 09.02.2011, www.szantuj-energie.pl.
- NOWAK W., SOBAŃSKI R., KABAT M., KUJAWA T., 2000 — Systemy pozyskiwania i wykorzystania energii geotermicznej. *Technical University of Szczecin, Szczecin*.
- SOBAŃSKI R., KABAT M., NOWAK W., 2000 — Jak pozyskać ciepło z Ziemi. *Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa*.
- NOWAK W., ROGOWSKA A., 2002 — Wpływ rodzaju regulacji wody sieciowej na ilość pozyskiwanej energii geotermalnej. *XVIII Zjazd Termodynamików, Muszyna, Tom III, 841–848*.
- WIŚNIEWSKI S., 2009 — Wpływ parametrów systemu pozyskiwania i wykorzystania energii geotermalnej na efektywność pracy ciepłowni geotermalnej. *Roprawa Doktorska, promotor Władysław Nowak, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin*.
- ZWARYCZ-MAKLES K., NOWAK W., 2011 — Ocena wpływu regulacji jakościowej na efektywność zagospodarowania wody geotermalnej w ciepłowni zasilającej dwie grupy odbiorców ciepła. *Air & Heat – Water & Energy 2011, XIII International Conference, Instytut Klimatyzacji i Ogrzewnictwa, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, „Nowoczesne rozwiązania w inżynierii i ochronie środowiska”, T. II, Wrocław, 353–358*.
- NOWAK W. i in., 2004 — Raport końcowy projektu badawczego Nr 8 T10B 047 21: „Ocena efektywności energetycznej i ekonomicznej systemów ogrzewczych zasilanych wodą geotermalną o średniej i niskiej entalpii”. *Katedra Techniki Ciepłej, Wydział Mechaniczny, Politechnika Szczecińska, Szczecin*.

NOWAK W. i in., 2008 — Zastosowania odnawialnych źródeł energii. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin.

NOWAK W., ZWARYCZ K., 2002 — Wykorzystanie energii wody geotermalnej o średniej i wysokiej entalpii w systemach ogrzewczych z regulacją ilościowo-jakościową. XVIII Zjazd Termodynamików, Muszyna, t. III, 857–864

SZARGUT J., ZIĘBIK A., 2000 — Podstawy energetyki cieplnej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

EFFECT OF GEOTHERMAL WATER TEMPERATURE ON QUANTITY AND QUALITY GEOTHERMAL HEAT PLANT CONTROL

ABSTRACT

Presented paper relates to aspects of geothermal energy utilization in a geothermal heat plant with quantity and quality control in the heat network for variant **b4** and is a continuation of research described in earlier publications (variants **b1** and **b5**) i.e. (Zwarycz-Makles, Nowak 2011).

Analyzed heating system consists of the following elements: heat plant, district heating pipeline, heat consumers (radiator and floor central heating connected in parallel system). As a result of the work was developed thermal-hydraulic calculations algorithm for parallel system of connected consumers with quantity and quality control in the heating network. Graphs illustrating obtained water control relationships of district heating network were prepared. This article also provides examples of calculation results, which concern two groups of heat consumers connected in parallel, using quantity and quality control.

KEY WORDS

Quantity control, quality control, geothermal heat plant, use of low and medium enthalpy geothermal water