

Zbigniew PAJĄK
Przedsiębiorstwo Projektowo-
Techniczno-Handlowe Solar-Eko,
ul. Kochanowskiego 29A/14, 44-100 Gliwice
Marian B. NANTKA
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Politechnika Śląska,
ul. Konarskiego 20, 44-100 Gliwice

Proceedings of International Scientific Conference
„Geothermal Energy in Underground Mines”
November 21-23, 2001, Ustroń, Poland

OCENA MOŻLIWOŚCI EFEKTYWNEGO WYKORZYSTANIA UJĘĆ GEOTERMALNYCH W BUDOWNICTWIE

STRESZCZENIE

Strategia rozwoju energetyki z rosnącym udziałem odnawialnych źródeł energii wymusza zmianę filozofii projektowania wewnętrznych instalacji grzewczych (tzn. centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej). Do podstawowych wymagań wykorzystywanych rozwiązań, oprócz wysokiej efektywności zastosowanych urządzeń i tworzonych przez nie systemów, jest wybór temperatur zasilania i powrotu w tych instalacjach oraz ich związek z prowadzoną regulacją. Niniejsze opracowanie dotyczy głównie tych zagadnień i stanowi wstęp do rozważań na temat możliwości efektywnego wykorzystania ujęć geotermalnych z kopalni podziemnych w współczesnym budownictwie poprzez zastosowanie niskotemperaturowych instalacji wewnętrznych w ogrzewanych obiektach.

EVALUATION OF THE POSSIBILITIES OF THE EFFECTIVE UTILIZING OF GEOTHERMAL INTAKES FOR BUILDINGS

ABSTRACT

The strategy of the development of power engineering in which renewable energy sources enlarge their contribution forces the change of philosophy of designing house heating services (i.e. central heating systems and hot water supply boilers). One of the basic requirements of the designs to be realized, apart high efficiency of the applied devices and systems composed of them, is setting proper delivery/return temperatures in the above-mentioned installations as well as the relationship between those temperatures and carried control process. This paper concerns these problems. It is also an introduction to considering the possibilities of effective utilization of geothermal intakes placed in underground mines in present-day building engineering by exploiting low-temperature systems in heated objects.

* * *

WSTĘP

Międzynarodowe umowy i krajowe plany w zakresie zintegrowanego rozwoju budownictwa i energetyki przewidują, że w okresie do 20 lat udział energii odnawialnej w Polsce przekroczy 10% [1]. Analizując obecny stan prawny oraz normatywy projektowania stwierdzić można całkowity brak mentalnego, a nawet technologicznego przygotowania do takich przekształceń. Na podstawie przeanalizowanych możliwości wykorzystania energii z zasobów odnawialnych oraz udokumentowanych już w kraju złóż geotermalnych [1,2,3] stwierdzić można, że dużej ich przydatności dla celów zasilania budynków w ciepło towarzyszy niezadowalający stan w

zakresie bezpośredniego użytkowania tego ciepła, który powoduje pojawianie i utrwalanie się w dużej części nieuzasadnionych opinii o wysokiej nieopłacalności wykorzystania tych źródeł. Poniżej dokonano przeglądu rozwiązań tradycyjnych oraz biwalentnych lub nawet multiwalentnych źródeł ciepła proponując ich współczesny podział z uwagi na przedmiotową problematykę, przedstawiono i omówiono podstawowe przyczyny charakterystycznego braku opłacalności tradycyjnych i przystosowywanych układów takich rozwiązań oraz wskazano możliwości zmiany zarówno ich struktury, jak i sposobów funkcjonowania.

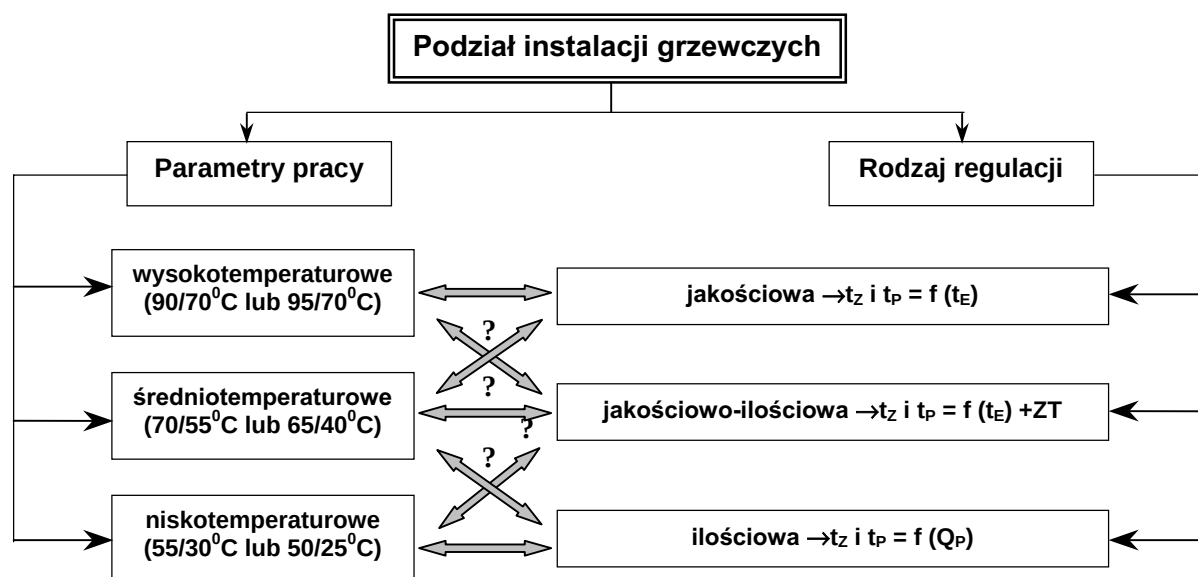
PROPONOWANY PODZIAŁ ŹRÓDEŁ CIEPŁA

W ujęciu ogólnym całość energii dostarczanej do obiektów budowlanych dla poprawnego ich funkcjonowania podzielić można na potrzeby ogrzewania, chłodzenia, wentylacji i technologii (w tym ciepłej wody; przygotowania posiłków, itp.), przy czym podział tej energii uzależniony jest od właściwości i przeznaczenia budynków.

Dla budynków komunalnych, a w tym i budynków mieszkalnych będących przedmiotem niniejszego opracowania, podział ten zawęża się zasadniczo do ogrzewania (z poprawnym uwzględnieniem ilości ciepła do podgrzania powietrza wentylacyjnego) i dostawy ciepłej wody. Przykładowo w obiektach mieszkalnych,

ilości ciepła konsumowane na te cele wahają się średnio od 75 ÷ 85% całkowitej ilości zużywanej w nich energii, w zależności od rodzaju i działania obu omawianych instalacji [3,4,5].

W tym kontekście omawiane instalacje grzewcze można wstępnie podzielić na rozwiązania w zależności od *temperatur wody grzewczej w przewodach zasilających i powrotnych* oraz z uwagi na sposób ich działania, a więc stosowanej ich *regulacji* hydraulicznej. Natomiast z uwagi na sposób dostawy ciepłej wody użytkowej rozróżnić można rozwiązania scentralizowane i zdecentralizowane. Na rys.1 przedstawiono ogólne zasady proponowanego podziału.



Rys.1. Ogólny podział instalacji centralnego ogrzewania z uwzględnieniem parametrów ich pracy oraz sposobów regulacji. Oznaczenia: t_z oraz t_p – temperatura zasilania i powrotu; t_E – temperatura zewnętrzna; ZT – zawory z głowicą termostaticzną; Q_P – eksploatacyjne potrzeby cieplne.

Fig.1. General divisions of central heating systems take into consideration of their parameters and regulation. Denotes: t_z and t_p - delivery/return temperatures in the heat systems; ZT – thermostatic valves; Q_P – heat demands in exploitation

W przeważającej większości obiektów komunalnych, a szczególnie budynków zlokalizowanych w miastach, dostawa ciepła odbywa się za pomocą systemów ciepłowniczych. Zrozumiały i powszechny priorytet energooszczędnościowy w gospodarce, wymusi prawdopodobnie w najbliższej przyszłości skuteczniejsze niż dotychczas tego typu działania również i w ciepłownictwie, których jednym z podstawowych kierunków powinno być obniżenie parametrów wody grzewczej. Należy podkreślić, że działania takie są powszechnie znane i od lat szeroko stosowane w systemach ciepłowniczych pracujących w krajach skandynawskich, jak np. w Danii lub Szwecji [6,7,11]. Obniżenie wartości temperatur zasilania, nawet do 85°C,

stanowiące już przecież samo w sobie pożądany przejaw energooszczędności, spowodować może i powinno pojawienie się w kraju innej niż dotychczas występującej filozofii rozumowania, projektowania i praktycznego rozwiązywania omawianych zagadnień technicznych.

Z dotychczasowych doświadczeń z pracy sieci ciepłowniczych wykorzystujących systemy geotermalnego pozyskiwania ciepła wynika, że największym problemem obniżającym sprawność energetyczną jest tradycyjny dla polskich rozwiązań system transmisji i odbioru ciepła w układach wysokotemperaturowych u odbiorców ciepła [8]. Wysokie temperatury powrotu czynnika grzewczego z sieci ciepłown-

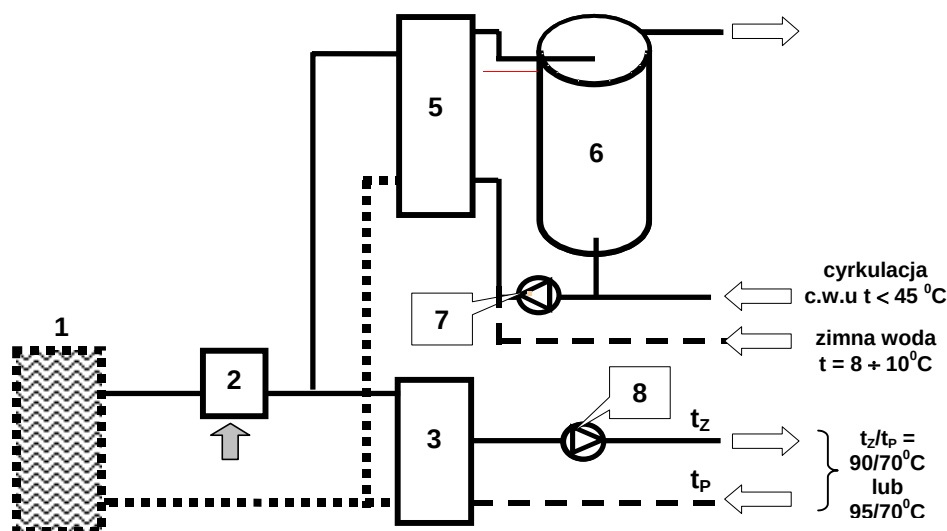
niczych zasilających obiekty ogrzewane nie pozwalają np. na efektywne wykorzystanie pomp ciepła do transformacji niskotemperaturowych wód geotermalnych. Dlatego też, należy w inny sposób spojrzeć należy na wewnętrzny sposób dystrybucji ciepła w budynkach. Konsekwencją tych zmian jest inne spojrzenie min. na dobór grzejników w budynkach o wysokiej izolacyjności przegród budowlanych i zorganizowanej wentylacji [8,9,10,12]. Daje to również możliwość wyjścia poza tradycyjnie stosowane rozwiązania źródeł ciepła w budynkach oraz przyjęcia innych podziałów systemu dystrybucji ciepła w budynkach.

PRZEGLĄD UKŁADÓW ŹRÓDEŁ CIEPŁA

W ujęciu tradycyjnym dostawa energii jest realizowana w systemach scentralizowanych z grupowych wymiennikowi w układzie równole-

głym czterorurowym; ta metoda dostawy energii do budynków jest nieracjonalna co wykazano w opracowaniu dotyczącym analizy wielokryterialnej przydatności rozwiązań instalacyjnych [5,8]. W zakresie podziału temperaturowego centralnego ogrzewania zgodnie z podziałem przedstawionym na rys.1, do dyspozycji będą zatem następujące systemy:

- wysokotemperaturowe o parametrach $90/70^{\circ}\text{C}$ albo $95/70^{\circ}\text{C}$ (patrz schemat zamieszczony na rys.2). Systemy te dominują w krajowej energetyce i są silnie uwarunkowane prawnie i świadomościowo, ale wbrew pozorom nie powinny być stosowane [12] i *nie nadają* się do ekonomicznie uzasadnionego zasilania z odnawialnych źródeł energii [2,5,6]
- średniotemperaturowe o parametrach $65/40^{\circ}\text{C}$ albo $70/55^{\circ}\text{C}$ (patrz schemat pokazany na rys.3). Systemy takie są mało spoty-



Rys.2. Tradycyjne rozwiązanie źródła ciepła z ujęciem geotermalnym (przykład). Oznaczenia: 1 – ujęcie geotermalne (np. $t_w \approx 80^{\circ}\text{C}$); 2 – „szczytowa” kotłownia gazowa (np. $130/80^{\circ}\text{C}$); 3 – wymiennik centralnego ogrzewania; 4 – wymiennik dla przygotowania ciepłej wody użytkowej; 5 – zasobnik ciepłej wody użytkowej; 6 – pompa ładująca-cyrkulacyjna; 7 – pompa obiegowa dla centralnego ogrzewania. Uwaga: instalacja cyrkulacji c.w.u. jest pozbawiona podpionowych zaworów termostatycznych.

Fig.2. Example of traditional heat source with geothermal intake. Denotes: 1 – geothermal intake (with $t_w \approx 80^{\circ}\text{C}$); 2 – additional gas boiler for the period preheating ($130/80^{\circ}\text{C}$); 3 – heat exchanger (for central heating system); 4 – heat exchanger (for hot water system); 5 – accumulator of hot water; 6 – cargo and circulating pump; 7 – circulating pump for central heating system. Attention: the hot water system without thermostatic valves.

kane w krajowej energetyce min. z uwagi na brak uwarunkowań normatywnych, *ale przyjazne i nadające* się do ekonomicznie uzasadnionego zasilania z odnawialnych źródeł energii [5,8,12]

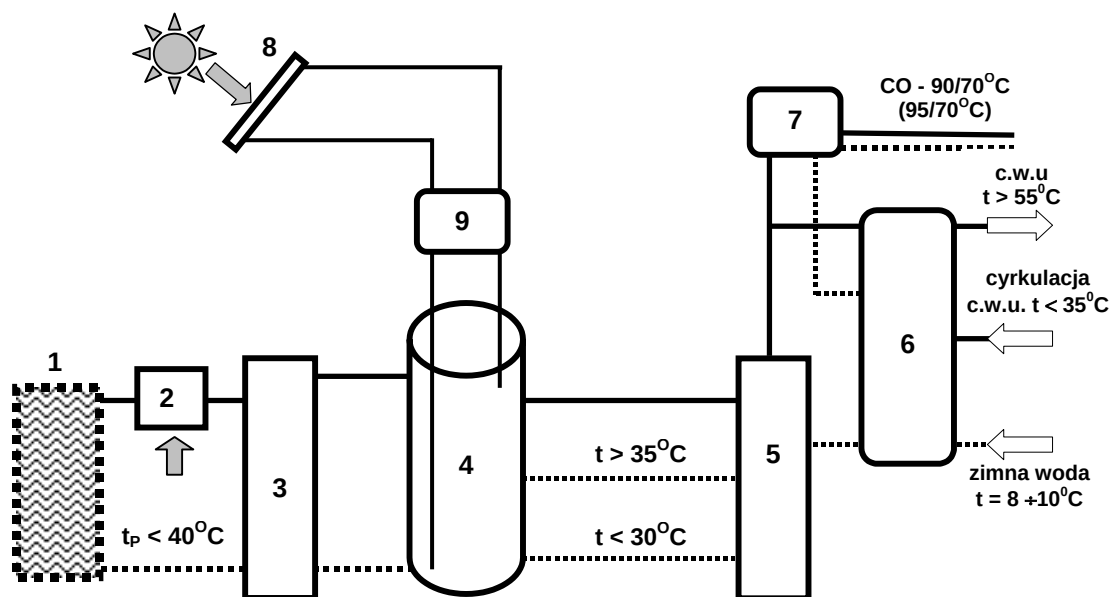
- niskotemperaturowe o parametrach $55/30^{\circ}\text{C}$ albo $50/25^{\circ}\text{C}$ (patrz system przedstawiony na rys.4). Rozwiązania takie są rzadko spotykane w krajowym budownictwie i mało znane z uwagi na brak praktyki wykonawczej i

badan tego typu rozwiązań w kraju oraz jakichkolwiek wytycznych normatywnych, *ale najbardziej nadające* się do ekonomicznie uzasadnionego zasilania z odnawialnych źródeł energii [8].

Mimo pewnej oczywistości powyższego podziału nie występuje on w podany powyżej sposób jawnie w jakichkolwiek wytycznych projektowania, ani też specjalistycznych opracowaniach książkowych.

Decydujące znaczenie dla funkcjonowania możliwych do zastosowania i przedstawionych schematycznie na rys.2, 3 i 4 źródeł ciepła ma

ich struktura i rodzaj regulacji. W tym zakresie możliwe są następujące rozwiązania (patrz rys.1):



Rys.3. Schemat źródła ciepła (wymiennikowni) współpracującego z ujęciem geotermalnym i wspomaganie solarnym, działającego w układzie regulacji ilościowej dla potrzeb zasilania budynku eksploatowanego w układzie regulacji jakościowej. Oznaczenia: 1, 2 i 3 – jak na rys.2; 4 – warstwowy zasobnik ciepła; 5 – zespół zasilający spełniający rolę sterująco-pomiarową; 6 – wielostopniowy wymiennik ciepłej wody użytkowej; 7 – układ regulacji jakościowej z systemem pomiarowym; 8 – całoroczny układ wspomagania solarnego (np. z kolektorami próżniowymi); 9 – układ transmisji ciepła słonecznego. Uwaga: instalacja cyrkulacji c.w.u. posiada podpionowe zawory termostaatyczne i układ eliminacji zagrożeń bakterijnych UV (legionella).

Fig.3. Diagram of the heat source connected with geothermal intake and solar heat system and working in quantity regulation for the building with quality regulation. Denotes: 1, 2 and 3 – as on Fig.2; 4 – layer heat exchanger; 5 – deliver assembly with operation and measuring apparatus; 6 – multifunctional heat exchanger for hot water; 7 – quality regulation system with measuring apparatus; 8 – full year's solar system (with vacuum solar collectors); 9 – system of transmission of solar heat. Attention: the hot water system with thermostatic valves.

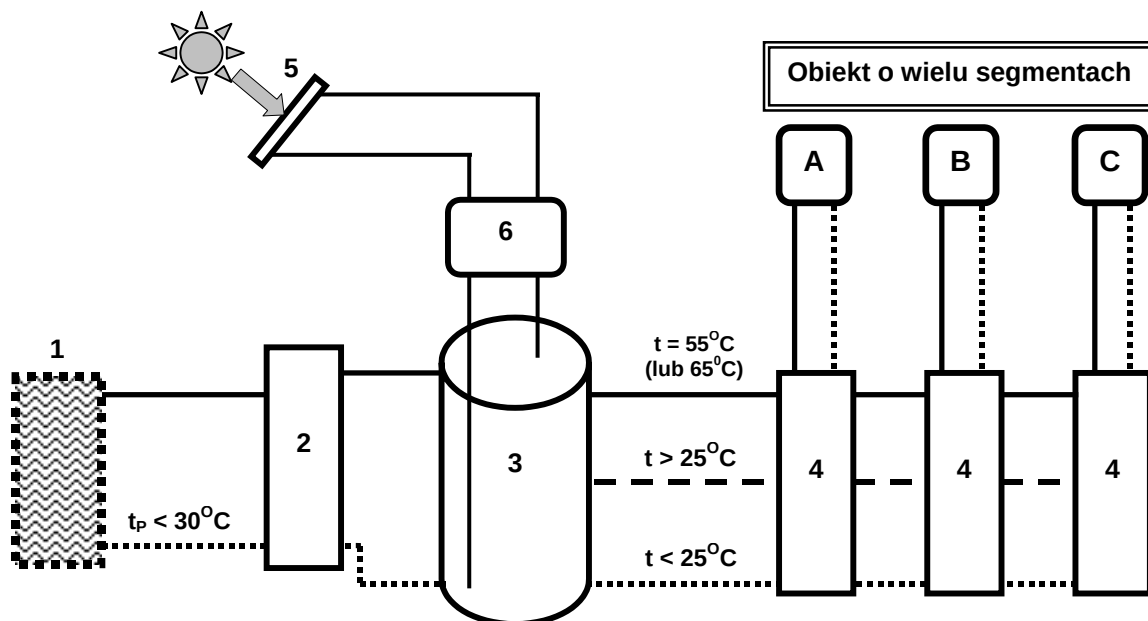
- a) systemy regulacji wyłącznie jakościowej; występujący najczęściej na Śląsku w kopalniach trzururowych sieciach ciepłowniczych obecnie przebudowywany na regulację jakościowo-ilościową z uwagi na prawny nakaz stosowania zaworów termostatycznych i wprowadzanie rozliczeń obiektowego zużycia ciepła oraz automatyki regulacyjnej
- b) systemy regulacji jakościowo-ilościowej; rozwiązania dominujące obecnie w krajowej energetyce zawodowej (patrz powyżej), posiadające też uwarunkowania prawne.
- c) systemy regulacji ilościowej; układy od lat szeroko analizowane w literaturze zagranicznej [9], zaś w krajowej energetyce i ogrzewnictwie rozwiązanie niezbyt dobrze poznane [10,13,14] i niestosowane, a także pozbawione jakichkolwiek uwarunkowań prawnych.

Na podstawie wstępnego podziału omawiane powyżej rozwiązania ze szczególnym uwzględnieniem priorytetu ciepłej wody użytkowej można dodatkowo podzielić na systemy:

- (a) scentralizowane grupowe (tradycyjne), do których należą tzw. wymiennikownie grupowe, z dostawą ciepła do obiektów za pomocą czterorurowych sieci i zasobnikami do podgrzewanie ciepłej wody oraz z rozbudowaną międzyobiekтовую i obiekтовую siecią cyrkulacji ciepłej wody użytkowej; jest to system najczęściej wysokotemperaturowy, bardzo popularny zwłaszcza na Śląsku, objęty aktami prawnymi i normatywnymi, lecz *nie nadający* się do ekonomicznie uzasadnionego zasilania z odnawialnych źródeł energii [8].
- (b) zdecentralizowane obiektowe (w poszczególnych budynkach). Do rozwiązań tego typu zaliczyć należy układy z tzw. wymiennikownikami obiektowymi (dostawa ciepła do obiektów dwururowymi sieciami oraz bezpośrednią, równoległą transformacją na potrzeby centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej, z zasobnikową stabilizacją na szczytowe rozbioły). Systemy takie są obecnie projektowane np. przy remontach, termomodernizacji i realizacji nowych

obiektów. Są one średnio rozpowszechnione w krajowym budownictwie i energetyce, a poza tym w podstawowych rozwiązaniach nie nadają się

do wspomagania odnawialnymi źródłami ciepła; jest to w pewnym stopniu możliwe przy modernizacji tego rozwiązania, polegającej na zastaw-



Rys.4. Przykład rozwiązania źródła ciepła (wymiennikowni) współpracującego z ujęciem geotermalnym i ze wspomaganie solarnym dla budynku o trzech segmentach (A, B, C) w układzie regulacji ilościowej. Oznaczenia: 1 – ujęcie geotermalne ($t = 70^{\circ}\text{C}$ lub 60°C); 2 - wymiennik centralnego ogrzewania; 3 - warstwowy zasobnik ciepła; 4 – zespoły zasilająco-sterujące w każdej z 3 klatek przykładowego budynku; 5 i 6 – jak 8 i 9 na rys.3.

Fig.4. Example of the heat source with geothermal intake and solar heat system for third building segments (A, B, C) working in quantity regulations. Denotes: geothermal intake (with $t_w \approx 70^{\circ}\text{C}$ or 60°C); 2 - heat exchanger (for central heating system); 3 – layer heat exchanger (for hot water system); 4 – deliver and regulation assembly for each segments of building; 5 and 6 – as 8 and 9 on Fig.3.

niu wielostopniowych wymiennikowi centralnego ogrzewania i ciepłej wody (patrz rys.3.). W takich przypadkach omawiane rozwiązanie należy zakwalifikować jako przyjazne i nadające się do ekonomicznie uzasadnionego wykorzystania zasobów energii odnawialnej.

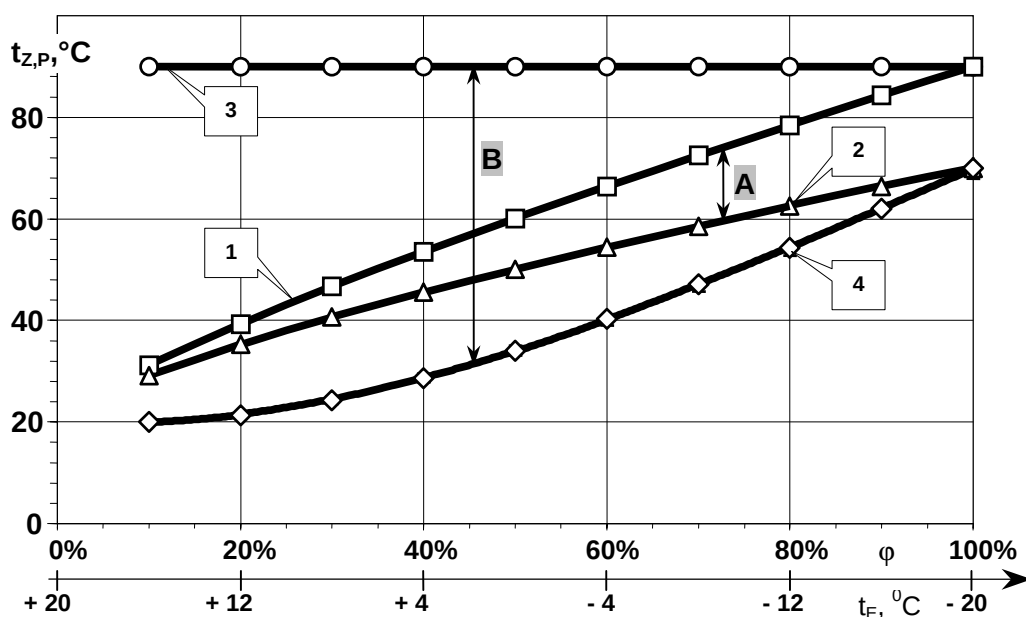
(c) zdecentralizowane funkcjonalne (o właściwościach umożliwiających realizację indywidualnych funkcji wynikających np. z przeznaczenia budynków lub nawet poszczególnych przestrzeni w nich położonych). Rozwiązania te wyposażane mogą być w funkcjonalne wymiennikownie ciepłej wody użytkowej (np. mieszkaniowe lub grupowe); dostawa ciepła na potrzeby ciepłej wody realizowana jest w systemie dwururowym z jednoczesnym magazynowaniem ciepła w warstwowym zasobniku i przewodach zasilających w układzie średnio lub niskotemperaturowym, zaś transformacja ciepła odbywa się w miejscu potrzeby realizacji tej funkcji. Charakterystyczne dla omawianych rozwiązań jest brak lub występowanie niewielkiej i miejscowej mikrocyrkulacji wody grzewczej oraz powszechne stosowanie pełnej regulacji ilościowej obydwu funkcji (patrz rys.4).

Rozwiązania takie nadają się idealnie do zasilania z odnawialnych źródeł ciepła, zwłaszcza przy zasilaniu niskotemperaturowym, pozwalającym dodatkowo na zasilanie wyłącznie za pomocą pomp ciepła bez konieczności stosowania szczytowego dogrzewania tradycyjnym źródłem ciepła (kotłem). Zastosowany sposób transformacji ciepłej wody jest funkcjonalny (miejscowy u użytkownika) oraz zabezpieczający odbiorcę przed zagrożeniami bakteryjnymi (legionella) i z możliwością indywidualnego funkcjonalnego, np. mieszkaniowego rozliczania kalorymetrycznego za zużyte ciepło na potrzeby ciepłej wody i wszelkiego rodzaju ogrzewania. Systemy takie mogą one znacznie zmniejszyć koszty wewnątrz-obiektowej transmisji ciepła, lecz z różnych względów są omiране przez krajową energetykę zawodową.

Wprowadzony powyżej podział systemów zasilania budynków w ciepło wraz z opisem ich struktury i elementów regulacji można dodatkowo uzupełnić wskazaniem odnośnie istotnych w tym przypadku temperatur wody grzewczej w przewodach powrotnych i różnic temperatur tej wody w przewodach zasilających i po-

wrotnych, determinujących efektywne wykorzystanie zasobów energii odnawialnej. Obrazem występujących temperatur i ich różnic są wykresy przedstawione na rys.5. 6 i 7 dla głównych parametrów instalacji wymienionych w podziale pokazanym na rys.1, przy regulacji jakościowej i ilościowej. W zależności od rodzaju regulacji, dla typowych obciążeń występujących w odpowiednich porach roku (wyrażanych głównie za pomocą zmian temperatur zewnętrznych), uzyskiwać się będzie różne wartości tych temperatur. Należy zauważyć że przy regulacji jakościowej różnica temperatur pomiędzy zasilaniem a powrotem maleje w miarę wzrastającej temperatury zewnętrznej czyli w miarę malejącego obciążenia ze strony

odbiorników ciepła natomiast przy regulacji ilościowej różnica ta rośnie w sposób gwałtowny i osiąga swoje maksimum przy najniższych obciążeniach źródła ciepła. Ten teoretyczny stan bardzo niskich temperatur powrotu został potwierdzony przy pracy na obiektach rzeczywistych skojarzonego systemu zasilania ilościowego dla potrzeb centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych [10]. Nakładają się tu dwa współczynniki nierównomierności rozbioru, a mianowicie stosunkowo dobrze znany i opisany w literaturze współczynnik rozbioru ciepłej wody (o wartościach budzących jednak nadal kontrowersje) i prawie „nieznany” współczynnik rozbioru wody grzewczej dla potrzeb centralnego



Rys.5. Wykresy regulacji jakościowej i ilościowej dla instalacji centralnego ogrzewania o parametrach 90/70°C. Oznaczenia: 1, 2 - odpowiednio temperatura zasilania i powrotu przy regulacji jakościowej; 3, 4 - jw. lecz dla regulacji ilościowej; A i B - różnica temperatur ($\Delta t = t_z - t_p$) odpowiednio przy regulacji jakościowej i ilościowej; t_E - temperatura powietrza zewnętrznego ($t_i = +20^\circ\text{C}$); ϕ - współczynnik obciążenia urządzeń grzewczych.

Fig.5. A chart of quantity and quality regulations for the central heating system with delivery/return temperatures 90/70°C. Denotes: 1 and 2 - changes of delivery (supply) and return temperatures for the quantity regulation; 3 and 4 - as above but for the quality regulation; A and B - temperature differences for the quantity and quality regulation; t_E - external air temperature ($t_i = +20^\circ\text{C}$); ϕ - coefficient of load heating.

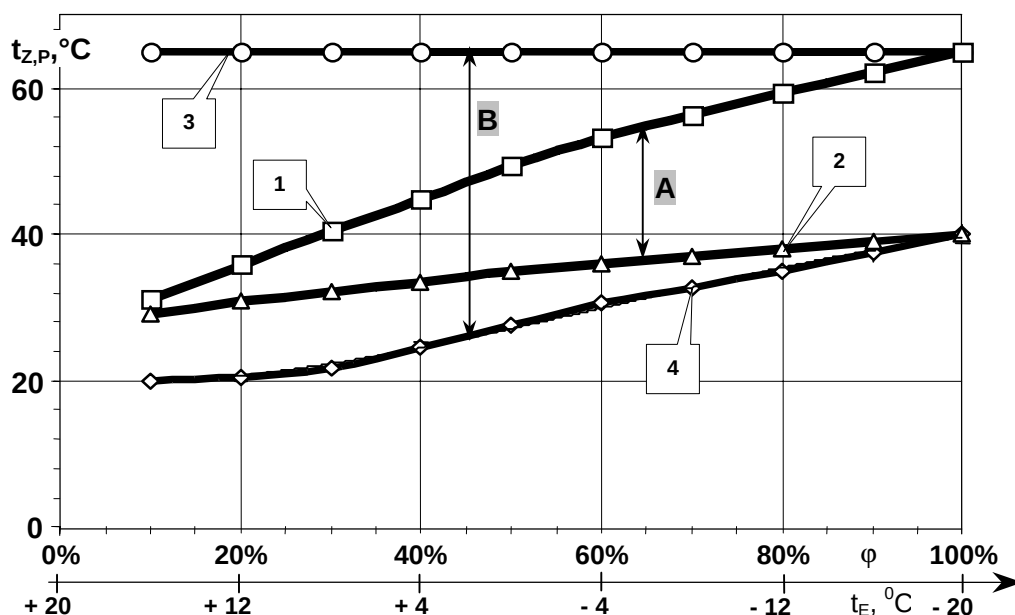
ogrzewania, którego wartości wynikają z zastosowania regulacji programowalnej dla każdego ogrzewanego pomieszczenia o innym przeznaczeniu. Skutkiem nakładania się tych współczynników jest zmniejszona moc zamówiona i relatywnie mniejsze zużycie energii na potrzeby grzewcze obiektów. Należy tu zaznaczyć, że przy tego rodzaju grupowej (lub mieszkaniowej) ilościowej dystrybucji wody grzewczej (ciepła) o stałych parametrach zasilania na poziomie średnio- lub najlepiej niskotemperaturowym, do dyspozycji w ciągu całego roku jest pełna moc grzewcza grzejników na poziomie zewnętr-

nych ujemnych temperatur obliczeniowej strefy klimatycznej. Pozwala to na zwiększenie dynamiki zmian żądanych temperatur w układach temperaturowych regulatorów programowalnych.

Fizyczny brak cyrkulacji ciepłej wody oraz praca instalacji centralnego ogrzewania bez stałej cyrkulacji, a jedynie z chwilowymi przepływami w zasadniczy sposób zmniejsza koszty wewnętrznej transmisji ciepła. W uproszczeniu można powiedzieć że w tradycyjnej instalacji czterorurowej w sezonie grzewczym ciepło w obiektach transmitowane jest np. czterema

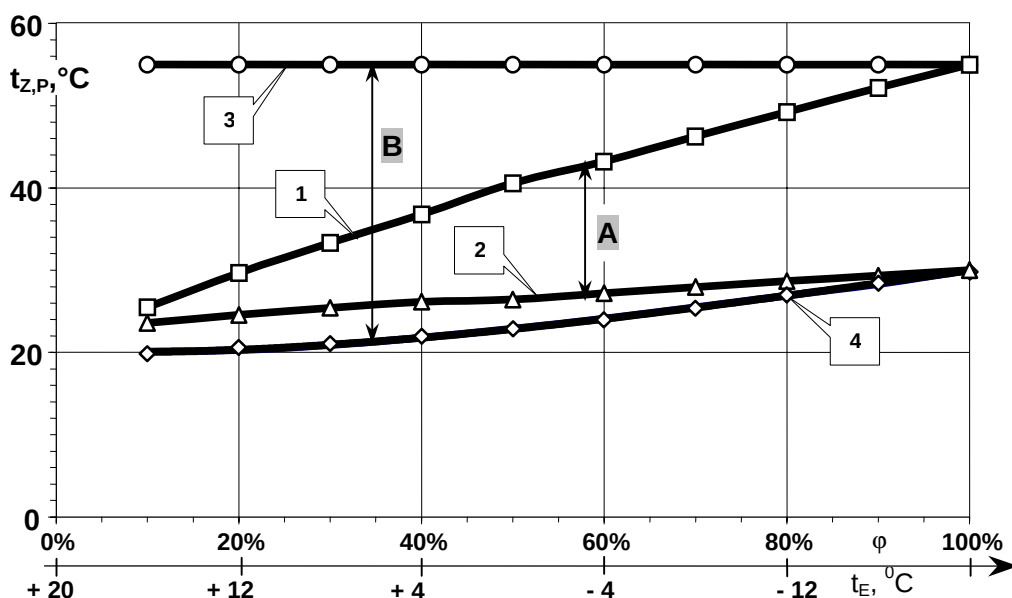
„gorącymi” przewodami tracącymi ciepło. W tym przypadku, występuje więc zasilanie centralnego ogrzewania wg zasad regulacji jakościowej

wej lub jakościowo-ilościowej z temperaturami zasilania i powrotu na poziomach wyznaczonych wg wykresu krzywych grzania (patrz wykresy



Rys.6. Wykresy regulacji jakościowej i ilościowej dla instalacji centralnego ogrzewania o parametrach 65/40°C. Oznaczenia jak na rys.5.

Fig.6. A chart of quantity and quality regulations for the central heating system with delivery/return temperatures 65/40°C. Denotes as on Fig.5.



Rys.7. Wykresy regulacji jakościowej i ilościowej dla instalacji centralnego ogrzewania o parametrach 55/30°C. Oznaczenia jak na rys.5.

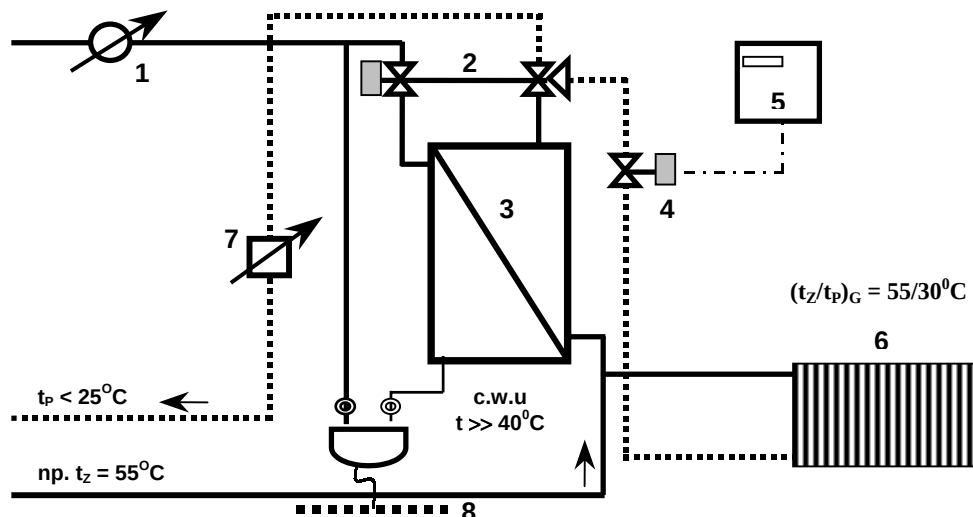
Fig.7. A chart of quantity and quality regulations for the central heating system with delivery/return temperatures 55/30°C. Denotes as on Fig.5.

rys.5, 6 i 7) oraz zasilanie i cyrkulacja ciepłej wody „gorącej” cały rok na poziomach normatywnych z okresowym przegrzewem.

Na przeciwnym biegunie znajduje się zintegrowany system zasilania wewnętrznego przedstawiony schematycznie na rys.8. System ten funkcjonujący w układzie regulacji ilościowej, gdzie

mamy do czynienia tylko z jednym „gorącym” przewodem tracącym ciepło, który zaleca się zresztą dokładnie izolować cieplnie, co pozwala go traktować jako dodatkowy zasobnik ciepła. Przewód ten umieszczony pomiędzy zasobnikiem warstwowym a mieszkaniową lub grupową

stacją cieplną, stanowi zasobnik ciepła na szczytowe krótkotrwałe rozbiory ciepłej wody. Warto dodać, że przewód powrotny w tym systemie posiada temperaturę mniejszą od 30°C, co również minimalizuje straty na transmisji.



Rys.8. Schemat mieszkaniowego węzła cieplnego. Oznaczenia: 1 - wodomierz wody zimnej; 2 – regulator proporcjonalny; 3 – płytowy wymiennik ciepła; 4 – zawór strefowy z siłownikiem szybkim (5 sekund); 5 – termostat wewnętrzny (programowalny tygodniowo); 6 – mieszkaniowy system grzewczy; 7 – ciepłomierz mieszkaniowy mierzący ciepło zużyte na cele ogrzewania i ciepłej wody użytkowej; 8 – sieć kanalizacyjna.

Fig.8. Scheme of the heat unit for dwellings. Denotes: 1 – water meter (for cold water); 2 – proportional controller; 3 – plate heat exchanger; 4 – zone valve with servo-motor (5 second); 5 – indoor thermostat (with week program); 6 – central heating system for dwellings; 7 – heat-meter; 8 – sewage system.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

Na podstawie powyższego materiału, będącego efektem własnych przemyśleń i doświadczeń autorów niniejszego opracowania w projektowaniu oraz trudności związanych z pozyskiwaniem energii z zasobów odnawialnych, a szczególnie z niskotemperaturowych ujęć geotermalnych, stwierdzić można że najistotniejszym warunkiem efektywnego jej pozyskiwania jest głównie sposób dystrybucji i transformacji u bezpośredniego odbiorcy. Po transformacji energii na różnego rodzaju urządzeniach głównie pompach ciepła, a nawet przy stosowaniu tzw. szczytowego dogrzewania za pomocą tradycyjnych źródeł ciepła, decydującym problemem staje się wprowadzenie innej regulacji niż ukształtowana przez lata regulacja jakościowa.

Ponadto istnieje dodatkowa zintegrowana możliwość pozyskiwania energii i wody użytkowej z ujęć geotermalnych kopalnianych nawet o niskim poziomie temperaturowym; oraz co istotniejsze, z uwagi na właściwości chemiczne – wody o małym zasoleniu (nadające się do celów pitnych) i dużym zwracaniem do złoża. Ilustracją takich rozwiązań są schematy przedstawione na rys.9 i 10. Przeprowadzone porównania i analizy możliwych do zastosowania rozwiązań źródeł ciepła i

sposobu ich regulacji upoważniają do wskazania następujących wniosków głównych:

- uzyskanie liczących się efektów w pozyskaniu energii z zasobów odnawialnych wymaga zmiany filozofii rozumowania i projektowania biwalentnych lub nawet multiwalentnych źródeł ciepła współpracujących w sposób inny niż jest to realizowane dotychczas w praktyce instalacyjnej
- niezbędna są jak najszybsze zmiany zarówno doboru urządzeń w nich stosowanych i ich kompozycji (struktur) jak i sposobu ich funkcjonowania uzależnionego od rodzaju wprowadzonej regulacji

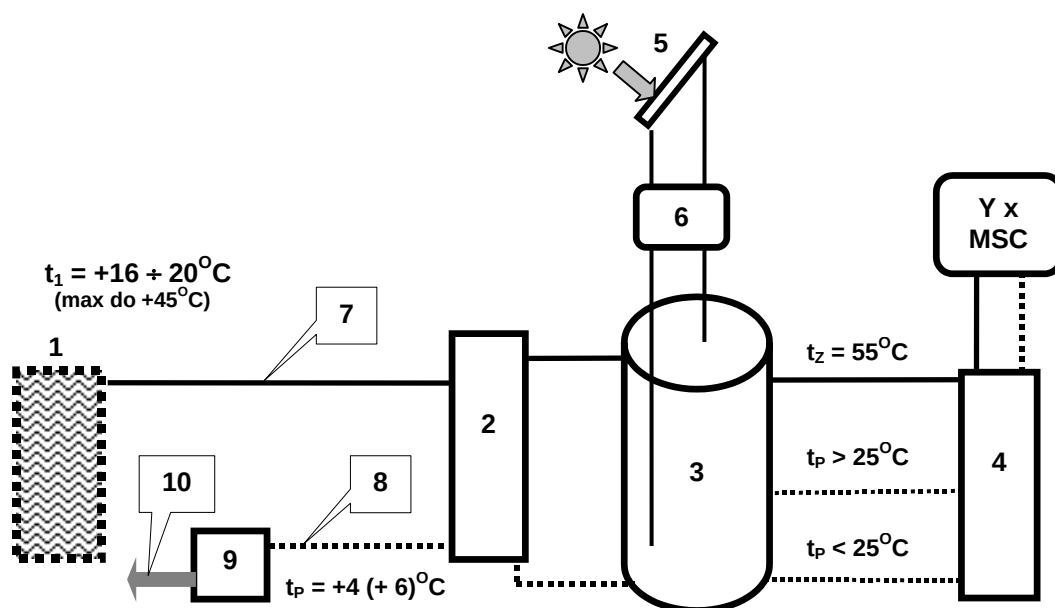
Do szczegółowych wniosków należy zaliczyć następujące stwierdzenia:

- stosując jedynie zasady regulacji w pełni ilościowej można uzyskać znaczne obniżenie temperatury wody powracającej do źródła ciepła (nawet przy temperaturach poniżej 20°C) w okresie całego sezonu grzewczego
- obniżenie tej temperatury oznacza nie tylko oczywiste zmniejszenie strat energii, ale jest przede wszystkim jednym z warunków po prawnej pracy współczesnych źródeł ciepła o wysokiej sprawności (np. kotłów kondensacyjnych stosowanych w zdecentralizowanych systemach dwufunkcyjnych)

- szczególnie przydatnymi rozwiązaniami w budownictwie komunalnym są systemy mieszkaniowej transmisji ciepła, zapewniające nie tylko pełny i kontrolowany komfort użytkownika z jednoczesnym zachowaniem

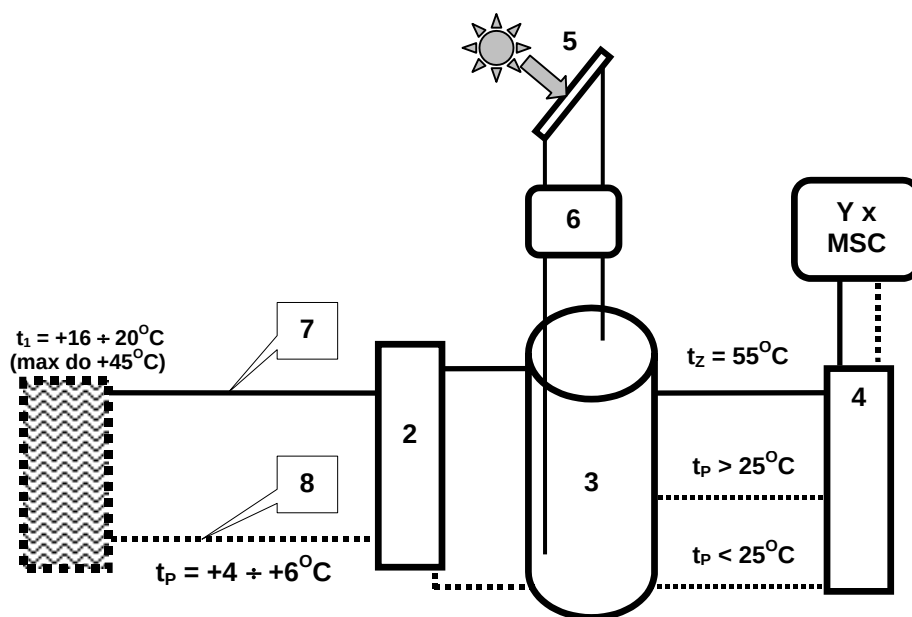
wysokiej dynamiki zmian temperatur z uwagi na stałą w okresie całego roku moc dyspozycyjną [10], ale również ze względu na:

- znaczne obniżenie zużycia energii cieplnej i elektrycznej dla napędu pomp w wyniku eli-



Rys.9. Przykładowy schemat układu zasilającego budynek z np. kilkoma segmentami „Y” (msc - mieszkaniowe stacje ciepłne) z wykorzystaniem pompy ciepła i współpracującego zarówno z ujęciem wody o niskiej temperaturze (t_1), jak i systemem wspomaganie solarne. Oznaczenia: 1 – ujęcie wody nie zasolonej o temperaturze około 20°C ; 2 – obiegowa pompa ciepła; 3 – warstwowy zasobnik ciepła; 4 – zespół zasilająco-sterujący dla poszczególnych segmentów budynku; 5 – kolektor słoneczny (próżniowy); 6 – całoroczny układ wspomaganie słoneczne z transmisją ciepła; 7 – przewód zasilający (np. preizolowany); 8 – przewód powrotny (bez izolacji termicznej); 9 – stacja uzdatniania wody; 10 – zasilanie miejskiej sieci wodociągowej.

Fig.9. Scheme of heat source for a few segments “Y” of building (msc – dwellings heat unit) with a heat pump and with utilization of geothermal and solar energy. Denotes: 1 – geothermal intake with temperature of drinking water about 20°C ; 2 – heat pump for circulation; 3 – layer heat exchanger; 4 - deliver assembly with operation and measuring apparatus for each segment; 5 - vacuum solar collectors; 6 - system of transmission of solar heat; 7 – supply pipe (pre-isolations); 8 – return pipe (without isolations); 9 – water treatment plant; 10 – drinking water-pipe network.



Rys.10. Przykładowy schemat układu zasilającego budynek z np. kilkoma segmentami „Y” (mśc - mieszkaniowe stacje ciepłotne) z wykorzystaniem pompy ciepła i współpracującego zarówno z ujęciem wody o niskiej temperaturze (t_1), jak i systemem wspomagania solarneę. Oznaczenia: 1 – ujęcie wody zasolonej o temperaturze około 20°C; 2 – obieęowa pompa ciepłna; 3 –warstwowy zasobnik ciepła; 4 – zespół zasilająco-sterujący dla poszczególnych segmentów budynku; 5 – kolektor słoneczny (próżniowy); 6 – całoroczny układ wspomagania słonecznego z transmisją ciepła; 7 – przewód zasilający (np. PE - preizolowany); 8 – przewód powrotny (np. PE - bez izolacji termicznej).

Fig.10. Scheme of heat source for a few segments “Y” of building (mśc – dwellings heat unit) with a heat pump and with utilization of geothermal and solar energy. Denotes: 1 – geothermal intake with temperature non-drinking water about 20°C; 2 – heat pump for circulation; 3 – layer heat exchanger; 4 - deliver assembly with operation and measuring apparatus for each segment; 5 - vacuum solar collectors; 6 - system of transmission of solar heat; 7 – supply pipe (pre-isolations); 8 – return pipe (without isolations).

minacji cyrkulacji ciepłej wody użytkowej i utrzymywanie jednego przewodu „gorącego” (zasilanie niskotemperaturowe, np. $t_z = 65^{\circ}\text{C}$ lub nawet 50°C), o niskich stratach ciepła (przewód ten ma być zaizolowany jak zasobnik ciepła)

- umiejscowienie procesu przygotowania ciepłej wody użytkowej w punkcie jej zużycia, podnoszące sprawność rozwiązania, a także wykluczające możliwość wystąpienia zainfekowania wody zanieczyszczeniami mikroorganizmami (pojemność wodna z wymiennikiem mniejsza od 3 litrów [15] – „instalacja mała”)
- indywidualne rozliczanie odbiorców za zużyte ciepło za pomocą przyrządu pomiarowego (licznika kalorymetrycznego), bez potrzeby szerokiego wykorzystywania społecznie kontrowersyjnych wyparkowych podzielników kosztów centralnego ogrzewania
- znaczne obniżenie kosztów realizacji sieci ciepłowniczych i kosztów transportowania ciepła od źródła geotermalnego do obiektów ogrzewanych (patrz rys.9 i 10) oraz kosztów eksploatacji [11]
- zmniejszenie kosztów inwestycji sieciowych i transmisji jest przenoszone na wzrost kosztów transformacji (urządzeń) w obiektach, przy jednoczesnym i znacznym obniżeniu kosztów dostawy ciepła do budynków [11]

Wśród charakterystycznych ograniczeń w szerszym stosowaniu omawianych rozwiązań wymienić należy głównie całkowite ich pominięcie w obowiązujących aktach prawnych oraz wytycznych projektowania, co jest podstawową przyczyną niechęci w ich wykorzystaniu przez projektantów.

LITERATURA:

1. Wiśniewski, G., Rządowa strategia rozwoju energetyki odnawialnej, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2001
2. Kabat, M., Sobański, R., Koszty pozyskiwania ciepła z wód geotermalnych, Materiały IV Seminarium, Bukowina Tatrzańska 2001
3. Kohler, N., The Integration of Environmental Impact Assessment Methods in the Planning Process of Buildings, IEA Future Building Forum, Ermatingen/Lake Constance (CH), May 1995
4. Nantka, M.B., Majerski, S., Determination of heat demand in dwelling houses, Proceedings of International Conference on Problems of environment engineering at the threshold of the new millennium, Wrocław/Szklarska Poręba, October 2000
5. Nantka, M.B., Podstawy wielokryterialnej oceny efektów termorenowacji budynków mieszkalnych, Rynek Instalacyjny, nr.10, 1999
6. Wolter, H., Renewable energy in district heating, Danish Board of District Heating (DBDH), news, Journal no.4, 2000
7. Aronson, S., The needs of district heating customers for heat and power, Doctoral Thesis, Document of Swedish Council D:35, Stockholm 1996
8. Nantka, M.B., Wybrane aspekty pracy systemu ciepłowniczego – modernizacja czy zamiana sposobu zasilania, Ogrzewnictwo i Klimatyzacja, Poznań, nr.7, 2000
9. Petitjean, R., Total hydronic balancing, ISBN 91-630-2626-0, Sweden 1997
10. Kozica, A., System Meibes-Logo to faktyczne oszczędności energii, a nie tylko utopia, Rynek Instalacyjny, nr.10, 2001
11. Wollerstrand, J., Temperatura sieci ciepłowniczey a produkcja ciepła, Rynek Instalacyjny, nr.10, 2001
12. Figiel, E., Dobór elementów grzejnych – nowe trendy, Rynek Instalacyjny, nr.10, 2001
13. Specht, A., Indywidualny pobór ciepła z sieci: miniwymienniki i makrokorzyści, Magazyn Instalatora, nr.5, 2001
14. Preiss, M., Alternatywne systemy ogrzewania pomieszczeń i przygotowania c.w.u., Bit „Technika i Technologia”, nr.4, 2001
15. DVGW – Arbeitsblatt W 551 NZITS