

Tomasz CHOLEWA¹, Łukasz GUZ¹ i Alicja SIUTA-OLCHA¹

WYKORZYSTANIE ALTERNATYWNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W INSTALACJACH GRZEWczo-KLIMATYZACYJNYCH

USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN HEATING AND AIR-CONDITIONING INSTALLATIONS

Abstrakt: Jednym z ważniejszych problemów ostatnich lat jest pogodzenie rozwoju cywilizacyjnego społeczeństwa ze środowiskiem naturalnym. Globalne zużycie energii nie odzwierciedla już dziś stopnia rozwoju gospodarczego, a wręcz odwrotnie. Wyznacznikiem postępu naukowo-technicznego danego kraju jest obecnie minimalizacja zużycia energii i jej ekologiczna czystość. Dodatkowo ciągle rosnące ceny nośników energii, degradacja środowiska przyrodniczego oraz zmiany globalne klimatu doprowadziły do wzrostu zainteresowania alternatywnymi źródłami energii. Alternatywne źródła energii można wykorzystywać zarówno do ogrzewania, jak i chłodzenia pomieszczeń. Połączenie tych obu funkcji zaprezentowano za pomocą 4 różnych koncepcji instalacji grzewczo-klimatyzacyjnych dla sali wykładowej. W pierwszej koncepcji głównymi urządzeniami są kolektory słoneczne, sprężarkowa pompa ciepła, podziemny magazyn ciepła wypełniony kamieniami i wodą oraz sondy gruntowe. Drugie rozwiązanie przedstawia połączenie w jeden układ kolektorów słonecznych, sprężarkowej pompy ciepła, trójdzielnego sprzęgła hydraulicznego oraz sond gruntowych. W skład trzeciego rozwiązania weszły sondy gruntowe, kolektory słoneczne, absorpcyjna pompa ciepła oraz kocioł gazowy. Natomiast głównymi elementami czwartego rozwiązania są kompaktowe urządzenia grzewczo-chłodzące, kolektory słoneczne współpracujące z biwalentnym podgrzewaczem wody. Zaprezentowano schematy technologiczne z dobranymi urządzeniami oraz zwrócono uwagę na wady i zalety poszczególnych rozwiązań.

Słowa kluczowe: alternatywne źródła energii, kolektory słoneczne, absorpcyjna pompa ciepła, sprężarkowa pompa ciepła, sonda gruntowa

Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii jest coraz częściej spotykane w nowo powstających budynkach, gdzie inwestor decyduje się na połączenie instalacji grzewczej i klimatyzacyjnej w jeden układ, gdyż takie rozwiązanie projektowe obniża koszty inwestycyjne.

Podstawowymi urządzeniami w tego typu instalacjach są pompy ciepła współpracujące z dolnym źródłem ciepła, którym zazwyczaj jest powietrze, grunt, woda gruntowa czy powierzchniowa, a nawet ścieki [1]. Istnieje wiele rozwiązań umożliwiających pobieranie ciepła z powyższych źródeł dolnych, jednak zawsze należy uwzględnić warunki miejscowe oraz stabilność temperaturą w cyklu dobowym i rocznym.

Przedmiot analizy

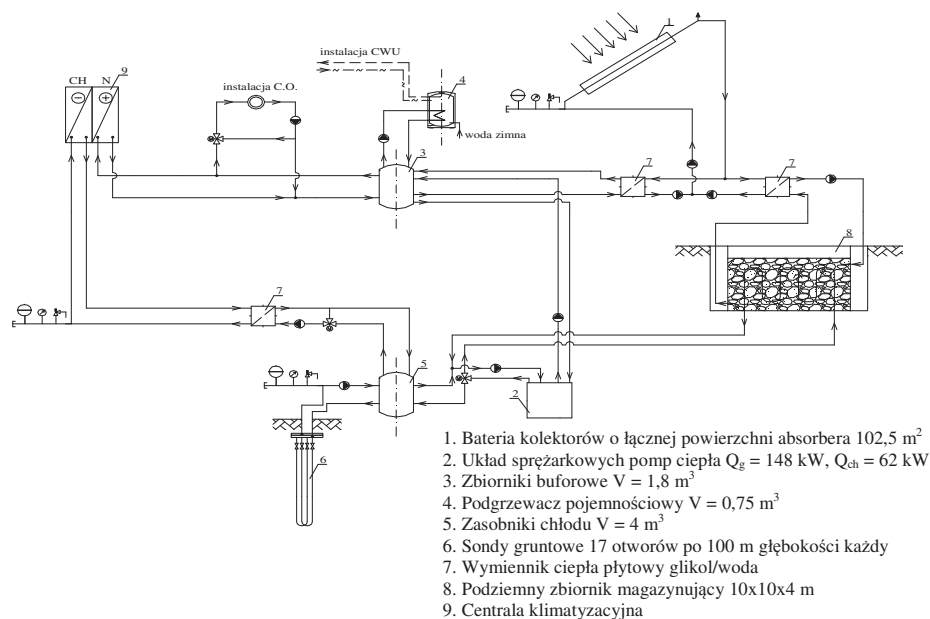
Przedmiotem analizy niniejszego opracowania są cztery koncepcje rozwiązań źródeł ciepła i chłodu dla auli Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej, zlokalizowanej w Lublinie. Zapotrzebowanie ciepła na cele centralnego ogrzewania, ciepłej wody użytkowej oraz wentylacji dla auli wynosi 148 kW, natomiast zapotrzebowanie chłodu kształtuje się na poziomie 62 kW.

¹ Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 081 538 44 24, email: T.Cholewa@wis.pol.lublin.pl, L.Guz@wis.pol.lublin.pl, A.Siuta-Olcha@pollub.pl

Dla powyższych danych oraz przy uwzględnieniu warunków miejscowych wykonano szereg analiz, które pozwoliły na zbudowanie schematów technologicznych instalacji grzewczo-klimatyzacyjnych, wykorzystujących odnawialne źródła energii.

Koncepcja I

Instalacja (rys. 1) złożona jest z pompy ciepła o mocy grzewczej 148 kW i mocy chłodniczej 62 kW oraz kolektorów słonecznych o powierzchni 102,5 m². Większa część ciepła uzyskiwanego z kolektorów słonecznych w okresie letnim kierowana jest do podziemnego zbiornika magazynującego o wymiarach 10 x 10 x 4 m, który wypełniony jest wodą i kamieniami. Ten zbiornik jest dolnym źródłem ciepła dla pompy ciepła w okresie zimowym, a po jego wyczerpaniu funkcję tę przejmują sondy gruntowe. Natomiast chłód w okresie letnim pozyskiwany jest z sond gruntowych [2] i zostaje zmagazynowany w zasobniku chłodu o pojemności 4 m³, skąd jest pobierany przez obieg chłodnic central klimatyzacyjnych. Podczas pobierania chłodu z sond gruntowych następuje równoczesna akumulacja ciepła w gruncie.



Rys. 1. Schemat technologiczny koncepcji I dla instalacji grzewczo-klimatyzacyjnej auli WIŚ

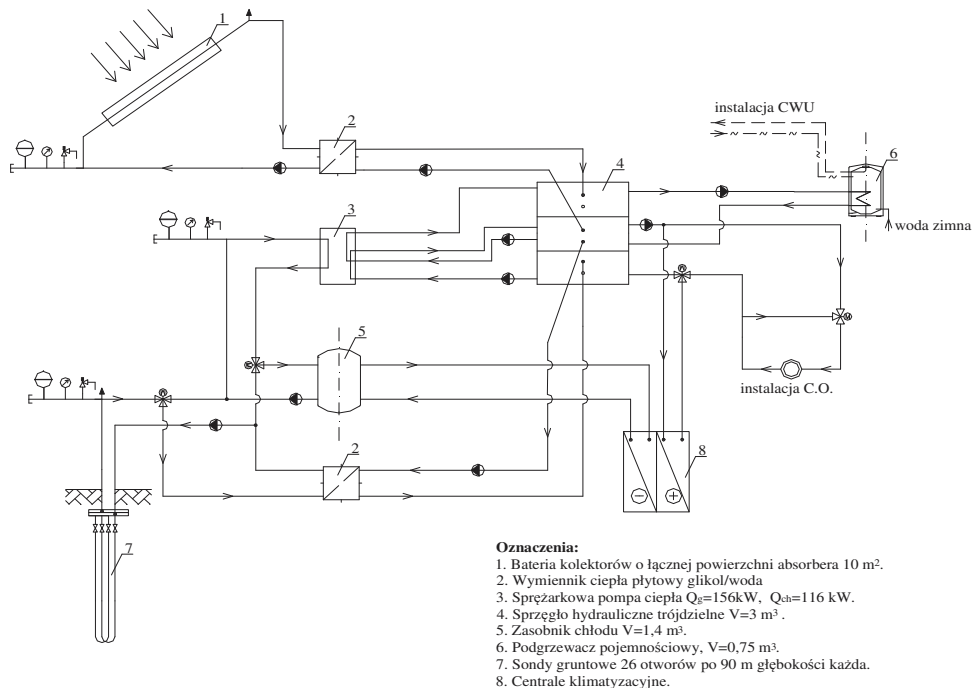
Fig. 1. The flow sheet of the I concept for heating and air-conditioning installation in auditorium of WIŚ

Zaletą tego rozwiązania jest wysoka temperatura źródła dolnego, która automatycznie zwiększa współczynnik COP pompy ciepła i zmniejsza zużycie energii elektrycznej w zimie. Ponadto istnieją duże możliwości magazynowania nadwyżek energii słonecznej w podziemnym magazynie o pojemności 400 m³. Wadą tego rozwiązania są duże koszty budowy podziemnego zbiornika magazynującego oraz przewymiarowana powierzchnia kolektorów słonecznych, która wynika jednak z wymuszonych warunków finansowania.

Dodatkowo występuje regeneracja cieplna gruntu w okresie letnim, co sprawia, że temperatura uzyskiwanego chłodu wzrasta stopniowo od 7 do 14°C pod koniec okresu ciepłego [3].

Koncepcja II

Podstawowymi urządzeniami są tutaj: pompa ciepła Hibernatus typu W29G3x2 o mocy grzewczej 156 kW i mocy chłodniczej 116 kW [4] oraz kolektory słoneczne Vitosol 200 Viessmann o powierzchni 10 m². Zastosowano tu także sprzęgło hydrauliczne trójdzielne, które jest zbiornikiem na wodę przegrodzonym dwiema perforowanymi przeponami [5]. Przepony te oraz dwa skraplacze zainstalowane w pompie ciepła pozwalają na utrzymanie trzech różnych stref temperaturowych wody źródła górnego, czyli $t > 55^{\circ}\text{C}$, $35^{\circ} < t < 55^{\circ}\text{C}$ oraz $t < 35^{\circ}\text{C}$. W okresie letnim można uzyskać wodę lodową o temperaturze 6°C poprzez zmianę dolnego źródła za pomocą zaworu trójdrogowego z sond gruntowych na zasobnik chłodu. Wtedy też zbędne ciepło z górnego źródła poprzez sprzęgło hydrauliczne, wymiennik i zawór trójdrogowy kierowane jest w formie podgrzanej solanki do sond gruntowych. Dzięki temu następuje akumulacja energii w gruncie, co wpływa na podwyższenie współczynnika sprawności COP pompy ciepła [6]. W sezonie zimowym ciepło na cele grzewcze pozyskiwane jest przy wykorzystaniu pompy ciepła, która wtedy rozładowuje akumulator gruntowy składający się z 26 sond o długości 90 m każda.



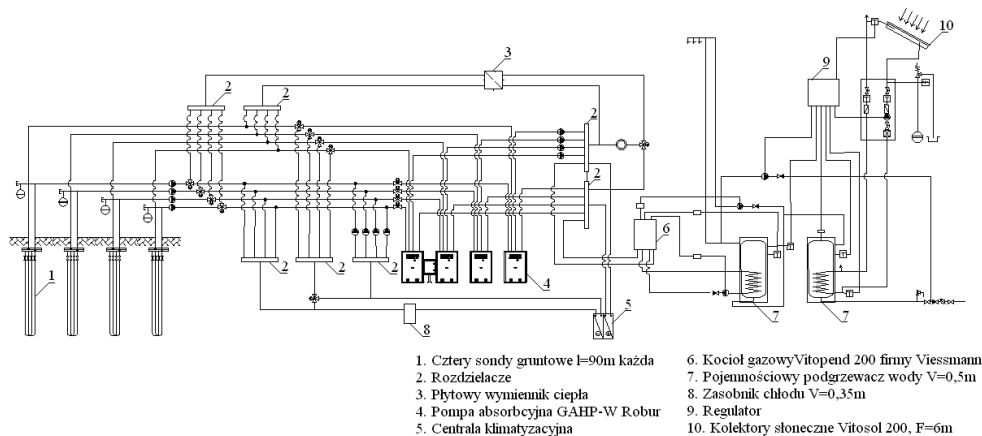
Rys. 2. Schemat technologiczny koncepcji II dla instalacji grzewczo-klimatyzacyjnej auli WIŚ

Fig. 2. The flow sheet of the II concept for heating and air-conditioning installation in auditorium of WIŚ

Takie rozwiązanie (rys. 2) pozwala na zmagazynowanie energii odpadowej pochodzącej z procesów klimatyzacji w gruncie za pomocą sond i jej późniejsze wykorzystanie do celów grzewczych w okresie zimowym. Niestety należy liczyć się, stosując to rozwiązanie, z wysokimi kosztami budowy sond gruntowych oraz z dużymi nakładami powierzchni użytkowej na zbiornik buforowy (sprzęgło hydrauliczne) i zasobnik chłodu.

Koncepcja III

Instalację (rys. 3), szczegółowo opisaną w [7], stanowią 4 absorpcyjne pompy ciepła typu GAHP-W Robur, z których każda ma 35,4 kW mocy grzewczej oraz 13,5 kW mocy chłodniczej. Układ wspomagany jest przez konwencjonalne źródło ciepła w postaci kotła na paliwo gazowe Vitopend 200 o mocy 24 kW [8]. Na początku okresu letniego woda lodowa pozyskiwana jest bezpośrednio z sond gruntowych aż do wstępnego naładowania akumulatora gruntowego, co objawia się poprzez podwyższenie temperatury wody lodowej. Następuje wówczas włączenie absorpcyjnych pomp ciepła i zmiana w obiegu instalacyjnym źródła dolnego z sond gruntowych na instalację wody lodowej. Równocześnie przebiega proces doładowywania akumulatora gruntowego ciepłem z procesu wytwarzania wody lodowej poprzez płytowy wymiennik ciepła. Ciepła woda użytkowa przygotowywana jest w tym przypadku za pomocą kolektorów słonecznych o powierzchni 6 m² oraz kotła gazowego. W sezonie zimowym ciepło na potrzeby grzewcze uzyskiwane jest z 4 pomp ciepła oraz za pomocą kotła gazowego w przypadku wystąpienia maksymalnego zapotrzebowania na ciepło.



Rys. 3. Schemat technologiczny koncepcji III dla instalacji grzewczo-klimatyzacyjnej auli WIŚ

Fig. 3. The flow sheet of the III concept for heating and air-conditioning installation in auditorium of WIŚ

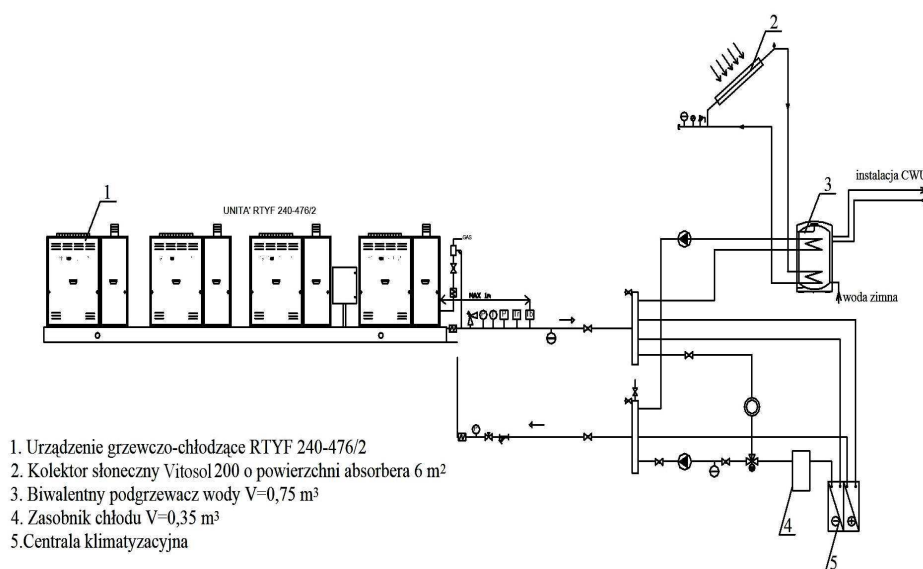
Główną zaletą tego rozwiązania jest to, że wykorzystywanym nośnikiem energii dla pomp ciepła jest gaz, co powoduje zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych w porównaniu z układami sprężarkowymi oraz zmniejszenie obciążenia sieci elektroenergetycznej.

W układzie nie wykorzystuje się zbiorników buforowych oraz dużych zasobników chłodu. Z uwagi na mniejszą moc chłodniczą w okresie zimowym zmniejsza się ilość sond gruntowych oraz ma to wpływ na wolniejsze wyczerpywanie się akumulatora gruntowego w okresie zimowym.

Układ z uwagi na jego prototypowość charakteryzuje się dużymi kosztami inwestycyjnymi oraz brakiem doświadczenia związanego z jego eksploatacją.

Koncepcja IV

Instalacja składa się z 4 urządzeń grzewczo-chłodzących RTYF 240-476/2 Robur [9], które zbudowane są z 4 kotłów gazowych o mocy 32,5 kW oraz 4 chillerów chłodniczych o mocy 17,5 kW każdy. W okresie letnim ciepła woda użytkowa przygotowywana jest za pomocą kolektorów słonecznych Vitosol 200 o powierzchni 6 m² oraz kotłów gazowych.



Rys. 4. Schemat technologiczny koncepcji IV dla instalacji grzewczo-klimatyzacyjnej auli WIŚ

Fig. 4. The flow sheet of the IV concept for heating and air-conditioning installation in auditorium of WIŚ

Zaletą tego rozwiązania (rys. 4) jest brak konieczności wykorzystania kosztownych kolektorów gruntowych oraz zbiorników buforowych. Ponadto istnieje możliwość umieszczenia źródła ciepła i chłodu na zewnątrz budynku na wspólnej ramie, co prowadzi do oszczędności powierzchni pomieszczenia przeznaczonego na kotłownię. W przypadku spadku temperatury powietrza zewnętrznego poniżej -20°C mogą jednak wystąpić problemy z ogrzewaniem pomieszczeń.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę 4 koncepcje przedstawione powyżej, można stwierdzić, że istnieją możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w instalacjach grzewczo-

-klimatyzacyjnych, które przyczyniają się do ochrony środowiska przyrodniczego. Jednak opłacalność takich instalacji, szczególnie tych wykorzystujących pompy ciepła, zależy od dostępności do dolnego źródła ciepła oraz rodzaju i wielkości zapotrzebowania budynku na ciepło i chłód.

Literatura

- [1] Rubik M., Nowicki J., Chmielowski A., Pykacz S. i Furtak L.: Centralne ogrzewanie, wentylacja, ciepła i zimna woda oraz instalacje gazowe w budynkach jednorodzinnych. Poradnik. Ośrodek Informacji „Technika instalacyjna w budownictwie”, Warszawa 2000.
- [2] Wytyczne projektowe firmy Viessmann: Vitocal 300/350 Systemy pomp ciepła, kwiecień 2007.
- [3] Wita A., Balcerzak A. i Świątek D.: Określenie efektywności ekologicznej systemu ogrzewania wykorzystującego magazynowanie energii cieplnej w gruncie. Materiały badawcze IMGW - seria Inżynieria Wodna, 2000.
- [4] www.hibernatus.com (06.05.2008).
- [5] Mirowski A., Lange G. i Jeleń J.: Materiały do projektowania kotłowni i nowoczesnych systemów grzewczych. Dział Wsparcia Technicznego Viessmann, Wydanie I, kwiecień 2004.
- [6] Hiroshi O.: *Energy performance of borehole thermal energy storage systems*. J. Architecture, Planning and Environ. Eng., 2002, **555**, 77-84.
- [7] Walaszek S.: Systemy grzewczo-klimatyzacyjne oparte na odnawialnych źródłach energii. Praca dyplomowa magisterska. Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, Lublin 2006.
- [8] www.viessmann.pl (10.05.2008).
- [9] www.robur-polska.pl (07.05.2008).

THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY SOURCES IN HEATING AND AIR-CONDITIONING INSTALLATIONS

Abstract: One of the most important problems of last years is the development of society, which is not compatible with environment protection. Total consumption of energy does not reflect already to the degree of economic development. The index of scientific and technical progress is nowadays the minimization of the energy consumption and its ecological cleanness. Additionally growing prices of energy carriers, the environmental degradation and climate changes make alternative energy sources interesting. Alternative energy sources can be used not only for room heating but also for its cooling. The connection these both functions by means of 4 different ideas of the heating and air-conditioning installation for the existing auditorium is presented. In the first idea main devices are solar collectors, air-compressor heat pump, the underground heat magazine filled with stones and water, and ground probes. The second solution introduces the connection into one system of solar collectors, the air-compressor heat pump, the triple hydraulical coupling and ground probes. Into the third solution entered ground probes, solar collectors, absorptive heat pump and the gas boiler. The main elements of the fourth solution are compact heating and cooling devices and solar collectors, which work with warm water tank. The technological schemas with well-chosen devices are presented and the special attention on advantages and disadvantages of each solution is paid.

Keywords: alternative energy sources, solar collectors, absorptive heat pump, air-compressor heat pump, the ground probe