



## Hybrydowe instalacje grzewcze

MARIAN SOBIECH

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Katedra Budownictwa,  
00-908 Warszawa, ul. gen S. Kaliskiego 2, marian.sobiech@wat.edu.pl

**Streszczenie.** W artykule zaprezentowano istotne uwarunkowania związane z wykorzystaniem energii odnawialnej w instalacjach do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej we współczesnych budynkach różnego przeznaczenia, jako hybrydowe instalacje grzewcze. Istotę sprawy stanowi kwestia innowacyjnego rozwiązania technicznego instalacji grzewczych w warunkach klimatu umiarkowanego, aby uzyskać efekt najniższych kosztów użytkowania budynku w sezonie jego ogrzewania i zapewnić zaspokojenie potrzeb użytkowników.

**Słowa kluczowe:** budownictwo, ogrzewanie budynków, energia odnawialna, instalacje hybrydowe

**DOI:** 10.5604/01.3001.0010.1890

### 1. Wstęp

Współczesne budynki coraz częściej wyposażane są w hybrydowe instalacje do wytwarzania i dostarczania ciepła, chłodu oraz energii elektrycznej z urządzeń, które wykorzystują odnawialne źródła energii. Do dyspozycji tych urządzeń pozostaje energia pochodząca ze słońca, wiatru, wody, gruntu i geotermii [1, 2]. Pozyskiwanie wymienionych energii na potrzeby ogrzewania budynków, przygotowania ciepłej wody wymaga specjalistycznych urządzeń przetwarzających energię z naturalnych źródeł na energię użytkową. Możemy pozyskiwać energię elektryczną, którą następnie stosujemy do zaspokojenia różnych celów użytkowych w budynku, lub wytwarzać ciepło i dalej zużywać je do ogrzewania budynku oraz przygotowania ciepłej wody. Każde zastosowanie użytkowe wymaga odmiennych rozwiązań technicznych zarówno instalacji elektrycznej, jak i instalacji mechanicznych, jak centralne ogrzewanie czy instalacja ciepłej wody użytkowej [1, 3]. Funkcjonowanie tych instalacji wymaga również stosowania instalacji automatycznego nadzoru i sterowania podczas ich

użytkowania. Problematyka stosowania energii odnawialnej do ogrzewania budynków i przygotowania ciepłej wody użytkowej nabrała technicznego i inżynierskiego znaczenia w latach siedemdziesiątych, kiedy zidentyfikowano występowanie problemu energetycznego w świecie krajów rozwiniętych.

Wszystkie rozwinięte kraje w latach 70. stwierdziły, że zasoby naturalnych surowców energetycznych są ograniczone. Jednak obecnie coraz częściej uważa się, że istnieje bardziej realne niebezpieczeństwo przekroczenia bariery ekologicznej niż możliwość wyczerpania się zasobów paliwowych, zwłaszcza jeśli zagadnienia ochrony środowiska w polityce energetycznej świata nie będą należycie traktowane. Kraje uczestniczące w Światowym Szczycie Ekologicznym „Ziemia 2000” w Rio de Janeiro w 1992 roku zobowiązały się m.in. do 2050 roku zredukować o połowę emisję dwutlenku węgla w porównaniu ze stanem z roku 1987. Największa redukcja dwutlenku węgla ma objąć kraje uprzemysłowione, w tym Polskę. Zmniejszenie emisji szkodliwych produktów spalania może być osiągnięte poprzez zmniejszenie udziału paliw kopalnych w bilansie energetycznym kraju. Związane to może być m.in. z substytucją paliw tradycyjnych nowymi „czystymi” nośnikami energii, w tym z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych. Poniżej scharakteryzowano różne formy energii odnawialnej.

Energia wiatru jest pochodną energii promieniowania słonecznego. Energia promieniowania słonecznego ogrzewa masy powietrza atmosferycznego nierównomiernie. Powoduje to tworzenie się różnicy ciśnień i w efekcie powstają ruchy cyrkulacyjne powietrza. Szacuje się, że około 1-2% energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi ulega konwersji w energię kinetyczną wiatru. Potencjał energetyczny wiatru jest ogromny. Jednakże, tak jak w przypadku energii promieniowania słonecznego, energię wiatru cechuje duża stochastyczność i niesterowalność, co w konsekwencji prowadzi do dużej niestabilności tego źródła energii. W Polsce średnia roczna prędkość wiatrów waha się od 2,8 do 3,5 m/s. Średnie roczne prędkości powyżej 4 m/s, co uważane jest za wartość minimalną do efektywnej konwersji energii wiatrowej, występują na wysokości powyżej 25 m, na ok. 2/3 powierzchni naszego kraju. Prędkości powyżej 5 m/s występują na niewielkim obszarze i to na wysokości powyżej 50 metrów. Uważa się, że na 1/3 powierzchni Polski istnieją odpowiednie warunki do wykorzystania energii wiatru.

Biogaz to produkt metaboliczny fermentacji materii organicznej, która w warunkach braku kontaktu z tlenem, pod wpływem działania pewnych bakterii, przechodzi szereg procesów biochemicznych, generując przy tym gaz bogaty w metan. Wydatek i jakość gazu powstającego przy fermentacji beztlenowej są zależne od rodzaju surowców pierwotnych i stopnia ich przefermentowania, temperatury procesu, oddziaływań mechanicznych (mieszanie) oraz czasu. Do produkcji biogazu wykorzystuje się odchody zwierząt hodowlanych (bydło, trzoda chlewna, drób) z ewentualną domieszką słomy lub innych odpadków pochodzenia roślinnego. Pozostała po procesie zgazowania masa pofermentacyjna stanowi cenny wysokiej klasy nawóz. Jako surowce w produkcji biogazu mogą być wykorzystywane także odpady

komunalne po wyselekcjonowaniu składników organicznych. Jednak selekcja taka w chwili obecnej napotyka wiele trudności, dlatego też w najbliższej przyszłości należy spodziewać się produkcji biogazu jedynie z odpadków organicznych pochodzenia rolniczego, co obecnie coraz szerzej wykorzystuje się w nowo budowanych biogazowniach rolniczych. W układach tych wytwarzany biogaz służy jako czyste paliwo do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła.

Biomasa jest wykorzystana do celów energetycznych poprzez bezpośrednie spalanie produktów organicznych fotosyntezy (drewno i jego odpady, słoma, odpadki produkcji roślinnej lub „rośliny energetyczne”, często po uprzednim zgranulowaniu lub zbrykietowaniu), względnie po ich wstępnym przetworzeniu do postaci wygodniejszej w użyciu (olej pirolizowy o właściwościach zbliżonych do oleju opałowego, olej rzepakowy lub słonecznikowy, gaz drzewny, alkohol etylowy lub metylowy). Tych pięć ostatnich produktów przetworzenia biomasy może być wykorzystywanych jako dodatki do paliw płynnych, służących do napędu silników spalinowych, zarówno stacjonarnych, jak i trakcyjnych.

Energia promieniowania słonecznego [2] padającego na Polskę jest wielokrotnie większa od krajowego zużycia energii, ale tylko znikoma część tej energii jest możliwa do wykorzystania technicznego. Nawet znikoma część może zaspokoić znaczącą część naszego zapotrzebowania energetycznego. Oszacowania potencjału energii słonecznej technicznie możliwej do zagospodarowania są bardzo rozbieżne i obejmują następujący zakres: 10% energii zużywanej na ogrzewanie pomieszczeń mogłoby pochodzić z technologii słonecznych. Stanowiłoby to jednocześnie ok. 5% całkowitego zapotrzebowania na energię w kraju.

Technologia geotermalna wykorzystuje ciepło, które w formie naturalnej pary, gorącej wody lub występujące w innym ośrodku o zwiększonej temperaturze i dobrych właściwościach przekazywania ciepła jest zakumulowane w skorupie ziemskiej. Ogólnie źródła geotermalne, spośród których możemy wyróżnić źródła hydrotermalne, np. gorące skały magmowe, mogą być zastosowane do wytwarzania energii elektrycznej lub ogrzewania. Źródła geotermalne wykazują znaczne zróżnicowanie podstawowych parametrów energetycznych i mogą być charakteryzowane poprzez temperaturę nośnika, jego skład chemiczny lub typ zbiornika (z dominacją pary lub cieczy, a także wypływ wulkaniczny).

W Polsce, położonej poza strefami aktywności tektonicznej i wulkaniczno-magmowej, brakuje złóż geotermalnych, które mogłyby być wykorzystane do wytwarzania energii elektrycznej. Eksploatować można źródła naturalne oraz pochodzące z odwiertów z wypływem naturalnym (samowypływ) lub sztucznym (wywołanym pompami). Wykorzystywane są wody geotermalne do zasilania instalacji technologicznych basenów uzdrowiskowych, rekreacyjnych i sportowych, szczególnie znaczenie ma balneotechnika w leczeniu różnych schorzeń stawów u ludzi.

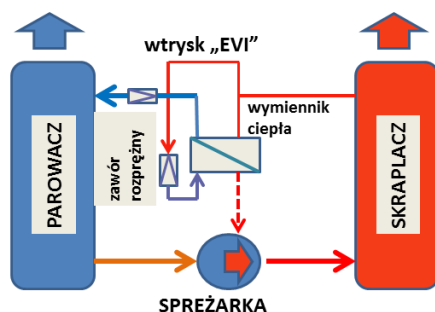
Energetyczne zasoby wodne Polski są niewielkie ze względu na niezbyt obfite i niekorzystnie rozłożone opady, dużą przepuszczalność gruntu i niewielkie spadki

terenów. Zasoby energetyczne wód opisuje wielkość zwana katastrem sił wodnych. Kataster sił wodnych, określany wg wytycznych Światowej Konferencji Energetycznej, obejmuje te zasoby rzeki bądź odcinki rzek, które wykazują teoretyczny potencjał jednostkowy wyższy niż 100 kW/km. Dla Polski wynosi on 23 TWh/a, a potencjał techniczny ma wartość 12,1 TWh/a. Potencjał ten jest niewielki w porównaniu z powierzchnią kraju. Ogólnie w miejscach, gdzie istnieją warunki do spiętrzenia, przepływy wody są małe i nierównomierne, zatem spiętrzanie jest niemożliwe.

Podsumowując kwestie energii odnawialnej w praktyce, trzeba stwierdzić, że przyszłość energetyki odnawialnej jest determinowana ekonomiczną konkurencyjnością w stosunku do energii z paliw kopalnych.

## 2. Instalacje z odnawialnymi źródłami energii

Analiza rozwiązań instalacji w budynkach, które mają w swym wyposażeniu urządzenia pozwalające wytwarzać i dystrybuować ciepło lub elektryczność z odnawialnych źródeł energii, stanowi przedmiot analiz technicznych i ekonomicznych o zasadności ich stosowania [1, 2, 3]. Istotę stosowania odnawialnych źródeł energii w budownictwie stanowi możliwość zapewnienia parametrów i ilości nośnika ciepła lub prądu albo obydwu tych nośników jednocześnie w eksploatacji budynku. Na rysunku 1 przedstawiono nowoczesną pompę ciepła, która zmniejsza zużycie energii pozyskiwanej z paliw kopalnych podczas eksploatacji budynku i pozwala na uzyskanie temperatury zasilania na poziomie 65°C.



Rys. 1. Pompa ciepła z dodatkowym wtryskiem pary — EVI

Przedstawiona pompa ciepła [3] w swojej konstrukcji zawiera podstawowe elementy, jak: sprężarka, parowacz, skraplacz, zawór rozprężny oraz dodatkowo wtrysk czynnika chłodniczego, który tworzą wymiennik ciepła z zaworem rozprężnym. Układ ten ma oznaczenie „EVI” (*Enhanced Vaporized Injection*) i wzmacnia działanie układu chłodniczego, a dokładnie sprężarki. W standardowym układzie chłodniczym temperatura maksymalna czynnika, jaką można osiągnąć w procesie jego sprężania,

wynosi +135°C, przy wyższej temperaturze sprężarka uległaby uszkodzeniu. Dzięki zastosowanemu wymiennikowi ciepła i wtryskowi pary czynnika chłodniczego następuje jej schłodzenie i ma to miejsce, gdy proces sprężania jest w 2/3 zrealizowany, co obniża temperaturę czynnika w sprężarce przy wyższej temperaturze skraplacza. Odbierając ciepło ze skraplacza, przy schładzaniu sprężarki wtryskiem „EVI”, można uzyskać temperaturę wody zasilającej określoną instalację na poziomie +65°C.

Zasadność stosowania pomp ciepła w skojarzeniu z klasycznym źródłem ciepła oceniono na podstawie analizy techniczno-ekonomicznej dla niżej opisanego przykładu.

W analizie porównawczej rozpatrywano źródło ciepła o mocy 150 kW, w układzie hybrydowym moc pompy ciepła wynosi 70 kW, a moc kotła 80 kW. W odniesieniu do pomp ciepła do analizy przyjęto pompy ciepła renomowanej firmy Robur typu PRO w klasie A+++ (19). Podstawowe cechy, które przemawiają za tym, aby właśnie urządzenie firmy Robur poddać analizie opłacalności, to:

- zasilanie gazem — aktualnie najtańsze z „czystych” w obsłudze paliw (brak popiołu) oraz najbardziej stabilny nośnik energii;
- kondensacja — dzięki odzyskaniu energii zawartej w spalinach poprawiamy sprawność urządzenia nawet o 15%.

W nakładach inwestycyjnych uwzględnione zostały źródła ciepła wraz z osprzętem. W przypadku kotłowni w skład nakładów inwestycyjnych ujęte zostały między innymi:

- źródło ciepła;
- osprzęt zabezpieczający i dodatkowy oraz automatyka;
- zbiornik oleju opałowego wraz z instalacją;
- wewnętrzna instalacja gazowa (w przypadku zasilania gazem ziemnym przyłącze do 50 m).

W przypadku zastosowania pomp ciepła koszty inwestycyjne zawierają między innymi:

- źródło ciepła — pompa ciepła firmy Robur typu PRO;
- osprzęt zabezpieczający i dodatkowy oraz automatyka;
- gruntowy wymiennik ciepła.

W celu podsumowania nakładów inwestycyjnych dla poszczególnych wariantów źródeł ciepła dokonano tabelarycznego zestawienia obliczonych wielkości.

TABELA 1

Zestawienie nakładów inwestycyjnych różnych źródeł ciepła

Wariant	Opis wariantu	Stosunek ceny do wariantu IV [%]	Wartość inwestycji w tys. zł
I	Gazowa kotłownia kondensacyjna	12	49
II	Olejowa kotłownia kondensacyjna	19	73
III	Pompa ciepła typu woda-woda	46	175
IV	Pompa ciepła typu solanka-woda	100	380

cd. tabeli 1

V	Pompa ciepła typu solanka-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	59	225
VI	Pompa ciepła typu powietrze-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	58	221
VII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym, studnie głębinowe	50	190
VIII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła z olejowym kotłem kondensacyjnym, sondy pionowe	73	278

Z analizy danych zestawionych w tabeli 1 można stwierdzić, że największe nakłady inwestycyjne występują w przypadku zastosowania wariantu IV, czyli samej pompy ciepła typu solanka-woda, zaraz po tym rozwiązaniu jest gazowa absorpcyjna pompa ciepła współpracująca z olejowym kotłem kondensacyjnym. Natomiast nakłady inwestycyjne dla wariantów V-VII kształtują się na podobnym poziomie, najmniej kosztuje kotłownia gazowa z kotłem kondensacyjnym, nieco drożej kotłownia olejowa z kotłem kondensacyjnym.

W celu podsumowania kosztów eksploatacyjnych w sezonie grzewczym dla poszczególnych wariantów źródeł ciepła dokonano tabelarycznego zestawienia obliczonych kosztów eksploatacyjnych.

Opłacalność poszczególnych wariantów źródeł ciepła określono metodą SPBT (*Simple Pay Back Time*), czyli tzw. metodą prostego czasu zwrotu nakładów.

TABELA 2

Podsumowanie kosztów eksploatacyjnych różnych źródeł ciepła

Wariant	Opis wariantu	Stosunek kosztu do wariantu nr II [%]	Wartość w tys. zł
I	Kotłownia gazowa kondensacyjna	52	29
II	Kotłownia olejowa kondensacyjna	100	54
III	Pompa ciepła typu woda-woda	38	21
IV	Pompa ciepła typu solanka-woda	31	17
V	Pompa ciepła typu solanka-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	33	18
VI	Pompa ciepła typu powietrze-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	39	22
VII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym, studnie głębinowe	38	21
VIII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła z olejowym kotłem kondensacyjnym, sondy pionowe	43	24

Metoda ta określa czas (w latach), w którym oszczędności eksploatacyjne zrównoważą różnicę w nakładach inwestycyjnych.

$$SPBT = \frac{\Delta N}{\Delta Q} \quad [\text{lata}],$$

gdzie:  $\Delta N$  — nakłady inwestycyjne [zł];  
 $\Delta Q$  — roczne oszczędności [zł/a].

W opracowaniu określano opłacalność inwestycji pomp ciepła (wariant III-VIII) w stosunku do kotłów gazowych i kotła olejowego (wariant I i II). Gdy podstawimy do wzoru wartości, które otrzymano w kalkulacjach, powstanie następujące tabelaryczne zestawienie wyników (tab. 3).

Z zestawienia danych w tabeli 3 wyraźnie wynika, że inwestycja w którekolwiek źródło ciepła zwróci się w mniej niż cztery lata w stosunku do kotłowni olejowej — dlatego jest to zdecydowanie najmniej ekonomiczny wariant. W przypadku kotłowni gazowej zwrot zwiększonego nakładu inwestycyjnego w stosunku do innych źródeł oscyluje w przedziale 13-23 lat. Czas oczekiwania na zwrot inwestycji jest nadal dość długi, zatem analiza wyboru wariantu lepszego niż kocioł gazowy wymaga zastanowienia, zwłaszcza gdy obecnie na rynku pojawia się wiele alternatywnych urządzeń grzewczych wartych zainteresowania. Poddając analizie wybór źródła ciepła, jakie chcemy zastosować do ogrzewania wybranego budynku, nie możemy rozstrzygać tylko kwestii nakładu finansowego i kosztu zwrotu inwestycji, musimy brać pod uwagę również inne kryteria, jak przykładowo dostępność paliwa.

Często ze względu na warunki gruntowe, wodne, brak sieci gazowej, za małą ilość dostępnej energii elektrycznej lub inne czynniki nie mamy możliwości skorzystania z idealnego dla danej inwestycji rozwiązania. Dlatego przy wyborze źródła ciepła najpierw musimy określić ogólnie możliwości wyboru paliwa, a dopiero później zdecydować się na spełniający nasze oczekiwania wariant.

TABELA 3

Ocena opłacalności poszczególnych inwestycji źródeł ciepła

Wariant	Opis technicznego rozwiązania źródła ciepła	SPBT [lata]	
		Wariant I	Wariant II
		Odniesienie danego wariantu źródła ciepła do kotłowni gazowej	Odniesienie danego wariantu źródła ciepła do kotłowni olejowej
III	Pompa ciepła typu woda-woda	13	3
IV	Pompa ciepła typu solanka-woda	23	2



cd. tabeli 3

V	Pompa ciepła typu solanka-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	13	3
VI	Pompa ciepła typu powietrze-woda współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym	19	3
VII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła współpracująca z gazowym kotłem kondensacyjnym, studnie głębinowe	15	3
VIII	Gazowa absorpcyjna pompa ciepła z gazowym kotłem kondensacyjnym, sondy pionowe	16	4

Po analizie wszystkich ośmiu wariantów źródeł ciepła uzyskano szereg informacji dotyczących kosztów ich eksploatacji oraz inwestycji. Otrzymane wyniki dowodzą, że na chwilę obecną rozwiązanie w postaci pomp ciepła jest drogie i nie zawsze opłacalne. Przedstawione obliczenia i kalkulacje udowadniają, że opłacalność wszystkich porównywalnych źródeł ciepła w stosunku do kotłowni olejowej jest bezsprzeczna (SPBT 2-4 lata). Przeprowadzona analiza pokazuje również, że najniższy wskaźnik SPBT otrzymujemy, porównując kotłownię gazową z rozwiązaniem mieszanym — kotłownia gazowa-pompa ciepła solanka wodna (odwierty pionowe) — oraz pompę ciepła woda-woda (z dolnym źródłem ciepła w postaci studni głębinowych). Kolejnymi wariantami ze stosunkowo niskim wskaźnikiem SPBT są powietrzna gazowa pompa ciepła oraz gruntowa gazowa pompa ciepła. Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych w stosunku do kotłowni gazowej dla dwóch pierwszych wariantów jest równy 13 lat, dla dwóch następnych natomiast 15 i 16 lat. Ponadto sprężarkowe pompy ciepła solanka-woda, woda-woda oraz absorpcyjna pompa ciepła z odwiertami pionowymi, w okresie letnim, mogą być wykorzystywane również do chłodzenia budynku (1, 13, 19). Istotne jest także to, że eksploatacja dolnego źródła ciepła w okresie letnim będzie prowadzić do jego regeneracji i tym samym przygotowywać na sezon grzewczy. Atutem powietrznej absorpcyjnej pompy ciepła jest duża sprawność, co korzystnie wpływa na przygotowanie ciepłej wody użytkowej w okresie lata, jak również może być wykorzystane do ewentualnego podgrzewania wody w basenie kąpielowym.

Optymalnym rozwiązaniem jest wariant nr V składający się ze sprężarkowej pompy ciepła solanka-woda oraz kotła gazowego kondensacyjnego. Przed ostateczną decyzją wyboru źródła ciepła należy również dokładnie przeanalizować całą instalację grzewczą, specyfikę jej pracy oraz potrzeby, aby precyzyjnie dobrać rozwiązanie jednostki grzewczej. Na chwilę obecną nie ma na tyle efektywnego rozwiązania technicznego, aby nazwać je „uniwersalnym”. Każdy analizowany przypadek należy rozpatrywać indywidualnie. Jednak zdecydowanie można stwierdzić, że sam sens stosowania odnawialnych źródeł ciepła nie pozostawia żadnych wątpliwości, zważywszy na fakt, że z roku na rok efektywność tych urządzeń wciąż rośnie, co przekłada się na coraz większą opłacalność tego typu rozwiązań.



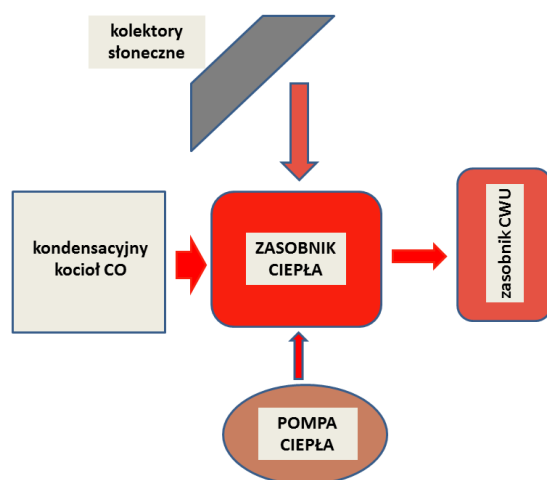
### 3. Charakterystyczne właściwości hybrydowych instalacji z odnawialnymi źródłami energii

Na podstawie oceny możliwych rozwiązań instalacji do ogrzewania, przygotowania ciepłej wody użytkowej oraz wytwarzania prądu elektrycznego z odnawialnych źródeł energii można sformułować stwierdzenia:

- występują różnorodne urządzenia przekształcania energii odnawialnej w nośniki użytkowe, takie jak: kolektory słoneczne, panele fotowoltaiczne, wiatraki o osi poziomej i pionowej wirnika turbiny elektrycznej,
- uzyskiwane nośniki medialne niezbędne do funkcjonowania budynków to: ciepło przekazane wodzie (płynom niezamarzającym), powietrzu, prąd elektryczny, który jest wykorzystywany do oświetlenia, napędu pomp cyrkulacyjnych, pomp ciepła czy różnego rodzaju wentylatorów.

Na rysunku 2 przedstawiono ideowy układ hybrydowego źródła ciepła zapewniającego wytwarzanie ciepła na potrzeby ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Ciepło najczęściej jest magazynowane w zasobniku (akumulatorze ciepła), z którego jest pobierane przez pompę cyrkulacyjną (obiegową) do instalacji użytkowej, którą może być centralne ogrzewanie, instalacja ciepłej wody użytkowej lub inny odbiór ciepła, np. nagrzewnica centrali wentylacyjnej. Odnawialne źródła energii [3] w odniesieniu do pozyskiwanego ciepła mają tę właściwość, że temperatura nośnika użytkowego (ciecz, powietrze) jest niska, nie przekracza w przypadku cieczy 60°C, najczęściej od 45 do 55°C, a w odniesieniu do powietrza ok. 30°C.

Temperatura cieczy pozyskiwana z odnawialnych źródeł energii bardzo dobrze nadaje się do stosowania w instalacjach podłogowych i ściennych centralnego



Rys. 2. Hybrydowy system wytwarzania i dystrybucji ciepła do ogrzewania budynku i przygotowania ciepłej wody

ogrzewania budynków. Przygotowanie ciepłej wody można również realizować instalacją czerpiącą ciepło z energii odnawialnej, najlepiej z pompy ciepła, gdyż bez problemu można zapewnić, wymaganą przepisami, temperaturę ciepłej wody użytkowej o wartości od 55 do 60°C. Dostępność pomp ciepła zwiększa się z każdym rokiem, ceny ulegają obniżeniu, zatem istnieją rynkowe przesłanki do zastępowania instalacji do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody instalacjami z hybrydowymi źródłami energii. Na podstawie przykładu obliczeniowego z rozdziału drugiego widać, że pompy ciepła w konfiguracji z kotłem kondensacyjnym, najlepiej na gaz ziemny, mogą stanowić pewne i opłacalne ekonomicznie hybrydowe źródło ciepła. Dotychczas większość zastosowań energii odnawialnej przypadła na budownictwo jednorodzinne, gdzie w połączeniu z dobrą izolacją termiczną ścian, jak np. w budynkach pasywnych, można osiągnąć, w sezonie grzewczym, prawie zerowe zużycie ciepła. Aktualnie rozpoczyna się stosowanie instalacji bazujących na energii odnawialnej w budynkach biurowych, szpitalnych, hotelowych i rekreacyjnych. Dominująca rola przypada pompom ciepła, gdzie „dolne źródło” stanowi pętla cyrkulacyjna z wieżami chłodniczymi na lato, a zimą ma miejsce doładowanie tej pętli z węzła ciepłownego lub kotłowni. Ważną sprawą jest sterowanie takimi instalacjami, muszą one być monitorowane i sterowane automatycznie. Współcześnie do wytwarzania ciepła i prądu elektrycznego coraz powszechniej stosowana jest technika kogeneracji, która pomimo że bazuje na paliwach kopalnych, to uzyskuje wysoką sprawność w porównaniu do osobnej produkcji ciepła i prądu. Ta sprawność wynosi od 85 do 90%, podczas gdy osobne wytwarzanie prądu wynosi zaledwie 38%, a ciepła nieco ponad 90%. W kogeneracji zaletą jest to, że można uzyskać temperaturę ok. 100°C, a następnie dostosować jej wartość do potrzeb użytkowych poprzez mieszanie strumieni: ciepłego i chłodnego (zasilenie, powrót). Ciepło z energii odnawialnej jest niskotemperaturowe — do 60°C.

#### 4. Wnioski

Instalacje budynków z hybrydowymi źródłami ciepła będą coraz popularniejsze, przy czym w klimacie umiarkowanym trzeba stosować pompy ciepła z pionowymi sondami w ziemi, które będą działały nieprzerwanie przez cały rok i będzie można regulować ich pracę w całym roku użytkowania. Zaletą stosowania hybrydowych źródeł ciepła jest mniejsze zużycie energii elektrycznej niż w klasycznej instalacji do ogrzewania, chłodzenia budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej. W domach jednorodzinnych można stosować skojarzone systemy ogrzewania wytwarzające ciepło do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej, łącznie z wytwarzaniem prądu z paneli fotowoltaicznych i wiatru.

Artykuł opracowany na podstawie referatu wygłoszonego na XXX Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Ekomilitaris 2016”, Zakopane, 13-16.09.2016 r.

Artykuł wpłynął do redakcji 20.10.2016 r. Zweryfikowaną wersję po recenzjach otrzymano 28.03.2017 r.

#### LITERATURA

- [1] EICKER U., *Energy efficient buildings with solar and geothermal resources*, Stuttgart University of Applied Sciences, Germany, January 2014.
- [2] FIEDUCIK J., GODLEWSKI J., *Potencjalne możliwości wykorzystania energii słonecznej w budownictwie*, II konferencja SOLINA 2008 pt. „Energia odnawialna. Innowacyjne rozwiązania, materiały i technologie dla budownictwa”, Solina, 28-31.05.2008.
- [3] Katalogi firmy Viessmann, Wrocław, 2013.

M. SOBIECH

#### Hybrid heating installations

**Abstract.** The article presents important considerations related to the use of renewable energy installations in modern buildings for various purposes. The essence of the matter is the question of an innovative technical solution for heating installations and preparation of hot water in moderate climate conditions, in order to obtain the effect of the lowest cost of the maintenance and operation of the building in the heating season.

**Keywords:** construction, buildings heating, renewable energy, hybrid installations

**DOI:** 10.5604/01.3001.0010.1890

