

# Systemy grzewcze również energooszczędne

**Dom pasywny powinien z założenia ogrzać się sam, tak pokazują wyniki doświadczeń bilansu cieplnego budynków, przeprowadzane w laboratoriach w Niemczech. Energia pochodząca z urządzeń codziennego użytku, takich jak lodówka, komputer czy telewizor, jest wystarczająca do utrzymania odpowiedniej temperatury w pomieszczeniach niemal o każdej porze roku. Jedynie przy ujemnych temperaturach na zewnątrz potrzebne jest dodatkowe, niewielkie źródło ciepła. Istotne jest stworzenie warunków umożliwiających sterowanie temperaturą pomieszczeń, w zależności od sposobu użytkowania.**

## Wstęp

System grzewczy jest to zespół urządzeń i elementów składowych instalacji służących do pozyskania i rozprowadzenia ciepła w budynku. Składa się on ze źródła ciepła oraz elementów jego dystrybucji, czyli wewnętrznych instalacji grzewczych. Systemy grzewcze w budynkach, ze względu na rodzaj źródła ciepła można podzielić na: gazowe, olejowe, węglowe, elektryczne (oporowe i do napędu pompy ciepła), zdalacynne (ciepło z miejskiej sieci ciepłnej) oraz źródła odnawialne (biomasa, słońce, wiatr). Ze względu na sposób i mechanizm rozprowadzenia ciepła w budynku wyróżnia się następujące systemy wewnętrznych instalacji grzewczych: wodne, powietrzne, elektryczne (oporowe), parowe (w małych instalacjach w domach jednorodzinnych nieużywane). Poniżej przedstawiono opisy wybranych energooszczędnych urządzeń lub systemów grzewczych.



Fot. 1. © bravajulia - fotolia.com



Fot. 2. © You can more - fotolia.com

## Kotły kondensacyjne

Kotły kondensacyjne są nowoczesnymi urządzeniami grzewczymi wykorzystującymi zjawisko oddawania ciepła w wyniku kondensacji pary wodnej. W przeciwieństwie do kotłów niskotemperaturowych, gdzie znaczna część ciepła jest niewykorzystana i odprowadzana ze spalinami, kotły kondensacyjne umożliwiają maksymalne wykorzystanie energii z paliwa gazowego. Pozwala to na zredukowanie zużycia energii nawet

o 16% w porównaniu z konwencjonalnymi kotłami gazowymi i nawet o 36% w odniesieniu do tradycyjnych kotłów opalanych węglem.

### **Kotły gazowe pulsacyjne**

Kocioł pulsacyjny jest to urządzenie grzewcze przystosowane do spalania gazu, w technologii kondensacji z pulsacyjnym systemem spalania. W kotle tym, zamiast tradycyjnego palnika, występuje komora spalania, do której poprzez klapkę zaworową zostaje doprowadzona mieszanka gazowo-powietrzna. Po zamknięciu się klapy następuje zapłon mieszanki, a powstałe spaliny zostają wyrzucone z dużą szybkością do nagrzewnicy, wytwarzając podciśnienie. W ciągu jednej sekundy, zachodzi ponad 100 takich cykli. Temperatura spalin w momencie wydmuchu do nagrzewnicy wynosi ponad 800°C. Nagrzewnica wykonana jest z odpowiednio wyprofilowanych rurek. Powstałe impulsy cieplne przesuwają się stopniowo przez rurki, w sposób nieregularny, co pozwala na bardzo skuteczny odbiór ciepła. Spaliny, przechodząc przez nie, schładzają się do temperatury ok. 25°C. Para wodna zawarta w spalonych gazach skrapla się i zamienia w ciecz. Komora spalania oraz nagrzewnica zanurzone są w cieczy, która odbiera ciepło od nagrzewnicy rurowej. Cechą charakterystyczną kotła pulsacyjnego jest jego duża wydajność – średnio powyżej 109%, która utrzymuje się w czasie jego eksploatacji. Kocioł wyposażony jest elektroniczny system sterowania jego pracą.

### **Pompy ciepła**

Pompa ciepła odbiera energię ze źródła o niższej temperaturze (źródło dolne) i przenosi ją do źródła o wyższej temperaturze (źródło górne), gdzie zostaje wykorzystana do ogrzewania pomieszczeń lub podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Pompy ciepła mają zastosowanie zarówno w powietrznych jak i wodnych systemach ogrzewania.

Ze względu na czynniki, stanowiące dolne i górne źródło ciepła, można rozróżnić, następujące pompy:

- pompa ciepła powietrze/powietrze (P-P)
- pompa ciepła powietrze/woda (P-W)
- pompa ciepła woda/woda (W-W)
- pompa ciepła grunt/woda
- pompa ciepła woda/powietrze
- pompa ciepła grunt/solanka/woda, gdzie ze względu na duże powierzchnie wymienników ciepła, nie stosuje się w absorberach bezpośredniego odparowania, lecz włącza się solankę jako pośredni nośnik ciepła.

Do funkcjonowania najczęściej stosowanej sprężarkowej pompy ciepła niezbędne jest dostarczenie energii elektrycznej do napędu silnika sprężarki. Stosunek pomiędzy mocą grzewczą pompy ciepła, a niezbędną do napędu sprężarki, mocą elektryczną wyrażany jest właśnie przez współczynnik wydajności cieplnej (COP).

Średnie wartości COP współczesnych pomp ciepła są na poziomie:

- COP = 5,5 dla wód gruntowych jako dolnego źródła ciepła
- COP = 4,4 dla gruntu jako dolnego źródła ciepła
- COP = 3,2 dla powietrza jako dolnego źródła ciepła.

### **Rewersyjne pompy ciepła typu powietrze/powietrze**

Główną funkcją pomp ciepła typu powietrze/powietrze jest utrzymanie stałej temperatury i wilgotności powietrza w pomieszczeniach. Ograniczenie lub rozłożenie zapotrzebowania na ciepło stwarza znaczny potencjał oszczędności energii. System klimatyzacji z wykorzystaniem powietrznych pomp składa się z pompy ciepła, wymiennika ciepła, nagrzewnicy elektrycznej oraz wentylatorów.

Od kilku lat stosuje się w pompach ciepła silniki gazowe. Rozwiązanie to zmniejsza zużycie energii elektrycznej w sezonie letnim (chłodzenie) i zimowym (ogrzewanie). Dodatkową zaletą tego systemu jest możliwość odzyskania ciepła odpadowego uwolnionego przez płaszcz silnika oraz ze spalin, a także łatwa regulacja prędkości kompresora poprzez regulację dopływu gazu. Różnice między pompą ciepła zasilaną energią elektryczną a gazem widoczne są szczególnie w trybie ogrzewania. Podczas pracy pompy zasilanej gazem wydziela się dużo ciepła odpadowego. Trwają badania nad możliwościami jego efektywnego zagospodarowania np. do chłodzenia absorpcyjnego. Jest to jednak kosztowny i skomplikowany system. Ciepło odpadowe można w prosty sposób wykorzystać do kontrolowania wilgotności pomieszczeń przez cały rok, jak również do ogrzewania pomieszczeń w zimie. Tym samym ogranicza się dodatkowo zużycie

energii.

### **Węzły ciepłownicze**

Na terenach, gdzie występuje system ciepłowniczy istnieje możliwość zasilania budynku w ciepło właśnie z tego systemu. Często jest to bardzo efektywne energetycznie i ekonomicznie źródło ciepła. Ciepło systemowe zawarte w podgrzanej do wysokiej temperatury wodzie jest, pod wysokim ciśnieniem, transportowane układem rurociągów z kotłowni (ewentualnie elektrociepłowni) do poszczególnych odbiorców. Z uwagi właśnie na ciśnienie i temperaturę nie jest możliwe bezpośrednie podłączenie do tego systemu instalacji grzewczej budynku. Połączenie to należy wykonać poprzez węzły ciepne.

Podstawowym zadaniem w przypadku węzłów dwufunkcyjnych jest zamiana parametrów czynnika grzejnego do potrzeb instalacji oraz podział ciepła pomiędzy instalację grzewczą c.o. i instalację c.w.u.

Nowoczesne węzły według [1] to urządzenia z automatyką i regulacją pozwalające obniżyć zapotrzebowanie na ciepło oraz zapewniające sprawną obsługę i konserwację. Węzły składają się najczęściej z elementów produkowanych przez wielu producentów, ale ich najważniejszym elementem jest wymiennik oraz układ sterowania i regulacji. Coraz większe znaczenie w tych urządzeniach ma elektronika i możliwość zdalnej komunikacji z układem sterowania i regulacji, a także pomiarowym. Umożliwia to nie tylko podnoszenie bezpieczeństwa pracy urządzeń, ale też przynosi wymierne korzyści w eksploatacji, tak po stronie dostawcy ciepła, jak i odbiorcy.

### **Ogrzewanie promieniami podczerwonymi**

Zasada działania grzejników emitujących promieniowanie podczerwone (promienników) polega na ogrzewaniu powietrza promieniowaniem podczerwonym, wyemitowanym przez wcześniej podgrzane powierzchnie ścian, sufitów oraz przedmiotów znajdujących się w pomieszczeniu. Promienie podczerwone są niczym innym jak ciepłem. System umożliwia punktowe ogrzewanie określonego miejsca. Ten rodzaj ogrzewania stosuje się głównie w halach produkcyjnych, sklepach, szklarniach oraz w obiektach sakralnych.

W budynkach jedno- lub wielorodzinnych występuje rzadko. Zaletą systemu jest duża wydajność oraz ekonomika, a także korzystny wpływ na zdrowie i samopoczucie człowieka. Promiennik składa się z elementu grzewczego oraz ekranu promieniującego, a także urządzeń sterujących jego pracą. W zależności od zastosowanego elementu grzewczego promienniki mogą być elektryczne, gazowe, olejowe lub wodne.

Rozróżnia się promienniki wysoko- lub niskotemperaturowe, w zależności od wysokości temperatury elementu grzewczego.



Fot. 3. © volkerr – fotolia.com

### **Niskotemperaturowe ogrzewanie płaszczynowe**

Niskotemperaturowe ogrzewanie płaszczyznowe realizowane jest najczęściej za pomocą mat lub folii grzejnych, umieszczanych na przegrodach budowlanych, przykrywanych zwykle cienką warstwą maskującą.

Są to elementy o małej grubości (maty, tapety, parawany itp.) i bardzo lekkie. Charakteryzują się małą akumulacją ciepła, stąd pod względem eksploatacyjnym można je zaliczyć do ogrzewania bezpośredniego. Płaszczyzny grzejne wykonuje się jako ogrzewanie niskotemperaturowe, wykorzystujące do wyprowadzenia ciepła na ogół w 60% promieniowanie i w 40% konwekcję. W zależności od miejsca umieszczenia maty lub folii grzewczej wyróżnia się ogrzewanie sufitowe, ścienne, podłogowe. Ogrzewanie płaszczyznowe może być również zrealizowane w oparciu o niskotemperaturową instalację wodną najlepiej zasilaną w ciepło z pompy ciepła.

### **Ogrzewanie nadmuchowe**

Ogrzewanie nadmuchowe jest systemem szeroko rozpowszechnionym w USA i Kanadzie, a ostatnio zyskującym również na popularności w Polsce. Do ogrzewania powietrza wykorzystuje się piec nadmuchowy z wymiennikiem ciepła, który może być zasilany gazem, olejem opałowym, ciepłą wodą lub wyposażony w elektryczną nagrzewnicę. Można w tym celu wykorzystać również: piec gazowy kondensacyjny, pompę ciepła typu powietrze-powietrze albo nagrzewnicę powietrza na paliwa stałe. Do ogrzewania powietrza można również podłączyć kominek. Czerpnia powietrza usytuowana jest na zewnątrz budynku. Powracające z układu zużyte powietrze przepuszczone jest przez wymiennik krzyżowy, który umożliwia odzysk pozostałego ciepła poprzez wymieszanie go ze świeżym powietrzem, z czerpni zewnętrznej. Tak przygotowane powietrze przechodzi przez filtr, w którym jest oczyszczone, a następnie kierowane do pieca nadmuchowego, gdzie następuje jego ogrzewanie, a potem wydmuchiwanie do kanałów, którymi jest dostarczane do poszczególnych pomieszczeń. Kanały transportujące powietrze wykonywane są zwykle z blachy stalowej ocynkowanej, a następnie izolowane wełną mineralną oraz warstwą folii aluminiowej. Można je również wykonać z tworzyw sztucznych, charakteryzując się wtedy małym ciężarem oraz dobrym stopniem izolacji termicznej i akustycznej. Zaletą systemu jest fakt, że można go w lecie wykorzystywać do klimatyzowania pomieszczeń. Na kanale za piecem instaluje się w tym celu chłodnicę powietrza, która w okresie letnim, będzie schładzać powietrze doprowadzane z czerpni. Tak, więc koszt inwestycji, rozkłada się na dwa systemy – grzania i chłodzenia.

### **Kogeneracja (mikro- i minikogeneracja)**

Kogeneracja (mikrokogeneracja, minikogeneracja) to skojarzona produkcja energii cieplnej i elektrycznej (w oparciu o urządzenia małych i średnich mocy). Jednoczesne wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, daje doskonałe efekty ekonomiczne i ekologiczne. W XX wieku w Polsce następował rozwój dużych układów kogeneracyjnych opartych o elektrociepłownie systemowe zasilane węglem kamiennym i produkujące ciepło dla miejskich systemów ciepłowniczych, a prąd do krajowego systemu energetycznego. Obecnie następuje rozwój mikrokogeneracji – małych układów skojarzonych o mocach w zakresie 50 kW do 3 MW. Układy te umożliwiają pokrycie zapotrzebowania na energię w pojedynczych obiektach (szkoła, szpital) lub grupach obiektów (małe osiedle mieszkaniowe). Małe układy skojarzone zasilane są głównie gazem, czasem paliwem olejowym, więc ich stosowanie wpływa również korzystnie na strukturę zużycia paliw. Dodatkowe zalety systemu to łatwość pozyskania i transportu paliwa, prostota prowadzenia procesu spalania, brak odpadów stałych i obniżona emisja szkodliwych substancji do otoczenia. Stosowane technologie skojarzonego wytwarzania są korzystne zarówno z ekonomicznego, jak i ekologicznego punktu widzenia. Układy stosowane są tam, gdzie równocześnie występuje zapotrzebowanie na ciepło i energię elektryczną, a budowa elektrociepłowni jest nieopłacalna. Wyprodukowana energia cieplna i elektryczna generowana w skojarzeniu może być w całości zużyta w obiekcie, jak również w całości lub częściowo sprzedana innym odbiorcom. Średnia sprawność urządzeń mikrokogeneracyjnych wynosi ok. 85 %.

### **Kolektory słoneczne**

Kolektory słoneczne to urządzenia, które służą do bezpośredniej przemiany energii promieniowania słonecznego w ciepło. Ogólna zasada ich działania polega na tym, że powierzchnia absorpcyjna kolektora pochłania energię cieplną zawartą w promieniowaniu słonecznym bezpośrednim oraz rozproszonym i przekazuje ją czynnikowi grzewczemu przepływającemu przez zestaw rur odbierających ciepło z absorbera. Energię cieplną w ten sposób przechwyconą transportuje się do dalszego wykorzystania. Kolektory

słoneczne dzieli się w zależności od stosowanego czynnika roboczego – na cieczowe i powietrzne. Zdecydowanie częściej kolektory słoneczne kojarzy się z kolektorami cieczowymi płaskimi lub próżniowymi. Druga grupa kolektorów – powietrzne – jest zdecydowanie mniej stosowana. Średnia sprawność kolektorów słonecznych wynosi ok. 70%.



Fot. 4. © il-fede – fotolia.com

### **Hybrydowe kolektory słoneczne**

Hybrydowe kolektory słoneczne to konstrukcje wykorzystujące odbiór ciepła z paneli fotowoltaicznych. W miarę jak ogniwo fotowoltaiczne nagrzewa się i wzrasta jego temperatura, to zdolność do konwersji promieniowania słonecznego w energię elektryczną maleje. Aby przeciwdziałać temu zjawisku zaczęto stosować połączenie hybrydowe tzn. panel fotowoltaiczny – kolektor słoneczny. Jest to rozwiązanie o tyle skuteczne, że nie tylko powoduje chłodzenie ogniwa, ale także daje możliwość pełniejszego wykorzystania energii pochodzącej ze słońca. Taka konstrukcja ma sprawność ok. 15% produkcji prądu elektrycznego i aż 80% produkcji ciepła, co daje większą sprawność niż dla ogniwa czy kolektora działającego osobno. Łącznie są w stanie spożytkować ponad 60% energii promieniowania słonecznego docierającego do panela.

### **Kotły na biomasę**

Spalając biomasę, uzyskuje się dużą ilość ciepła przy małej uciążliwości dla środowiska, dlatego jest ona atrakcyjnym paliwem do kotłów grzewczych. Do biomasy wykorzystywanej w nowoczesnych kotłach grzewczych należą: pellety, brykiety i zrębki drzewne oraz brykiety ze słomy. Pellety to biomasa sprasowana pod bardzo wysokim ciśnieniem. Według [4] do ich spalania stosuje się kotły z automatycznym podawaniem paliwa oraz ciągłym sterowaniem procesu spalania poprzez regulację ilości powietrza doprowadzanego do kotłów. Urządzenia te cechują się sprawnością przekraczającą 90%, elastyczną pracą dopasowaną do zmieniającego się zapotrzebowania na ciepło oraz bardzo niską emisją tlenku węgla. Spełniają one także oczekiwania użytkownika dotyczące prostej obsługi, upodabniając się pod tym względem do kotłów olejowych. Najlepsze konstrukcje wyposażone w automatyczne odpopielanie wymagają przeglądu raz w sezonie.

W nowoczesnych kotłach na biomasę sprawność wynosi do 90%, przy czym średnia wartość wynosi ok. 60%.

### **Podsumowanie**

W budownictwie można zaobserwować trend do coraz większego ograniczenia zużycia energii w budynkach. Niektórzy inwestorzy są gotowi ponieść dużo wyższe koszty inwestycyjne. W związku z tym projektowane oraz budowane są budynki pasywne, neutralne oraz "produkujące energię". Wymagają one jednak nowoczesnych systemów grzewczych. Rynek technologii efektywnych energetycznie jest dostateczny, by wykorzystać znaczący potencjał zmniejszenia zużycia energii, a co za tym idzie redukcję emisji gazów cieplarnianych. Zwiększenie zainteresowania energooszczędnością (zarówno w Polsce jak i na

świecie) może prowadzić do takiego rozwoju produkcji, który spowoduje zmniejszenie cen urządzeń i materiałów.

Budynki, które zużywają mało energii, czyli energooszczędne wpływają korzystnie na środowisko (mniejsze zanieczyszczenie środowiska) oraz gospodarkę (mniejsze uzależnienie od importu surowców energetycznych).

dr inż. Arkadiusz Węglarz  
Politechnika Warszawska

#### **Literatura**

1. <http://www.rynekinstalacyjny.pl/arttykul/id1144,nowoczesne-wezly-cieplne>
2. A. Węglarz, *Nowoczesne urządzenia techniczne w budynkach energooszczędnych i pasywnych*, Prace statutowe Wydziału Inżynierii Lądowej, Politechniki Warszawskiej, Materiały niepublikowane
3. A. Węglarz, *Materiały i technologie budowlane wykorzystywane w budownictwie pasywnym*, Serwis Budowlany, 2008
4. Praca zbiorowa, *Wykorzystanie biopaliw stałych w ciepłownictwie* – poradnik przygotowany przez Bałtycką Agencję Poszanowania Energii w ramach projektu Regbie+ (EIE/06/187/S12.447428)