

Podgrzewacze ciepłej wody użytkowej z pompą ciepła

Andrzej Fiałkowski

Podgrzewacze ciepłej wody użytkowej z pompą ciepła, według raportu brytyjskiej organizacji BSRIA z maja 2010 roku, charakteryzowały się w Polsce dużym wzrostem sprzedaży, rzędu 45% 2009 do 2008 roku.



grzewacze wygląda dobrze, zwłaszcza gdy uwzględnimy wzrost świadomości klientów oraz niższe koszty instalacji i dużo łatwiejszy montaż w porównaniu z kolektorami słonecznymi. Według raportu opublikowanego przez BSRIA w Polsce w 2008 roku sprzedano 720 podgrzewaczy ciepłej wody z pompą ciepła, ale już w 2009 roku sprzedano 1050 takich urządzeń. Dla przykładu w Austrii w 2007 r. sprzedaż podgrzewaczy wyniosła 4264 szt., w 2008 roku 5572 szt., a w 2009 5837 szt.

Budowa i zasada działania podgrzewacza z pompą ciepła

Podgrzewacze są indywidualnymi jednostkami, które mogą pracować niezależnie od układu centralnego ogrzewania. Energię ciepłą do przygotowania c.w.u. dostarcza pompa ciepła, której sprawność z reguły wynosi ok. 300%. Urządzenia te zapewniają przygotowanie ciepłej wody użytkowej przez 12 miesięcy w roku i nie wymagają w tym celu wsparcia innym źródłem ciepła! Jeżeli jednak chcemy do realizacji funkcji grzania wody zastosować, poza pompą ciepła podgrzewacza, np. użytkowany kocioł na ekogroszek to możemy

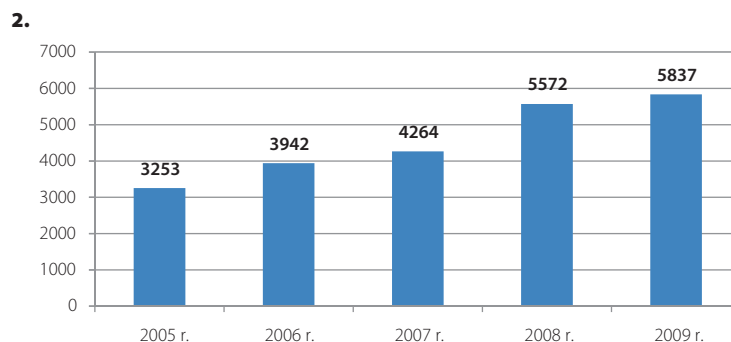
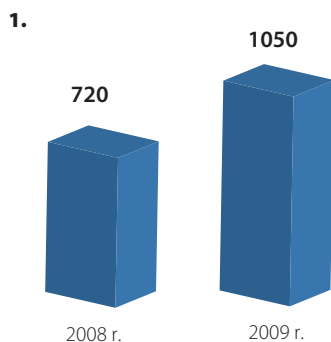
w tym celu wykorzystać węzownicę grzewczą, w którą wyposażona jest większość dostępnych na rynku podgrzewaczy.

Ciekły czynnik roboczy (np. R 134a) zostaje skierowany z zaworu rozprężnego (3) do parownika (2). Przepływając przez parownik (2) czynnik ten

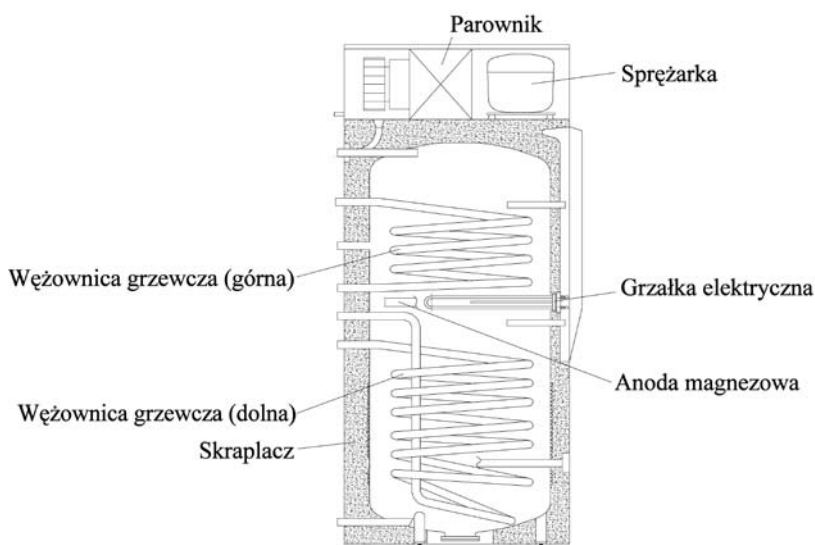
1. Sprzedaż podgrzewaczy c.w.u. z pompą ciepła w Polsce w latach 2008–2009 [3]

2. Sprzedaż podgrzewaczy c.w.u. z pompą ciepła w Austrii w latach 2005–2009 [4]

Podgrzewacze ciepłej wody użytkowej w opinii wielu fachowców zyskały status jednego z najtańszych w eksploatacji źródeł przygotowania c.w.u. Pozostające dotąd w cieniu wielu innych rozwiązań wzbudzają coraz większe zainteresowanie klientów. Jak podkreślają twórcy raportu przyszłość pod-

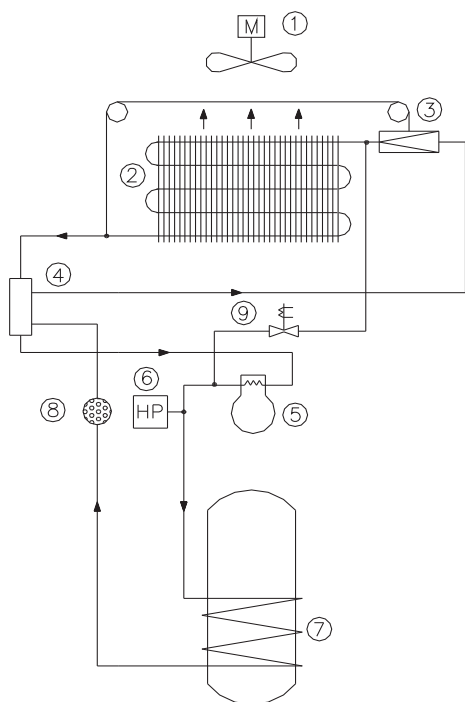


3.



3. Budowa podgrzewacza c.w.u. z pompą ciepła typu powietrze/woda [5]

4.



i ponownie do pośredniego wymiennika ciepła (4), gdzie zostaje dodatkowo schłodzony i dalej do zaworu rozprężnego (3). Tam spada jego temperatura i ciśnienie. Po rozprężeniu czynnika przechodzi ponownie do parownika (2) i cały cykl ulega powtórzeniu.

4. Zasada działania podgrzewacza c.w.u. z pompą ciepła typu powietrze/woda [5]

Możliwe zastosowania

Podgrzewacze wody z pompą ciepła doskonale nadają się do montażu nie tylko w nowo budowanych domach, ale także w istniejących, gdzie zredukują wydatki na podgrzanie wody oraz uwolnią od obowiązków palacza w okresie wiosenno – letnim posiadacza kotła na paliwo stałe. Warto wspomnieć przy okazji, że uzyskana dzięki podgrzewaczowi możliwość wyłączenia głównego źródła ciepła w okresie poza sezonem grzewczym jest bardzo korzystna dla kotłów na paliwo stałe o niskiej sprawności pracy w okresie wiosny i lata gdy służą one tylko do podgrzewania wody. Nie bez znaczenia jest to także w sytuacji gdy naszym źródłem ciepła do ogrzewania budynku jest pompa ciepła. Ponieważ zapotrzebowanie na moc cieplną dla podgrzewania wody stanowi przeważnie

pobiera energię cieplną z powietrza, które jest dostarczane przez wentylator (1), dzięki czemu przechodzi on w stan gazowy (ulega odparowaniu). Następnie czynniki zostaje doprowadzony do pośredniego wymiennika ciepła (4) gdzie następuje dodatkowe podgrzanie. Z wymiennika czynniki przechodzi do kompresora (5) i tam następuje jego sprężenie, dzięki czemu wzrasta jego temperatura oraz ciśnienie (z 6 bar do 18 bar). Po sprężeniu czynniki przechodzi do skraplacza (7) i oddaje swoje ciepło bezpośrednio wodzie użytkowej. Po oddaniu ciepła przechodzi w stan ciekły (ulega skropleniu). Następnie przepływa przez filtr odwadniająca

Podgrzewacze zapewniają przygotowanie c.w.u. przez 12 miesięcy w roku i nie wymagają w tym celu wsparcia innym źródłem ciepła.

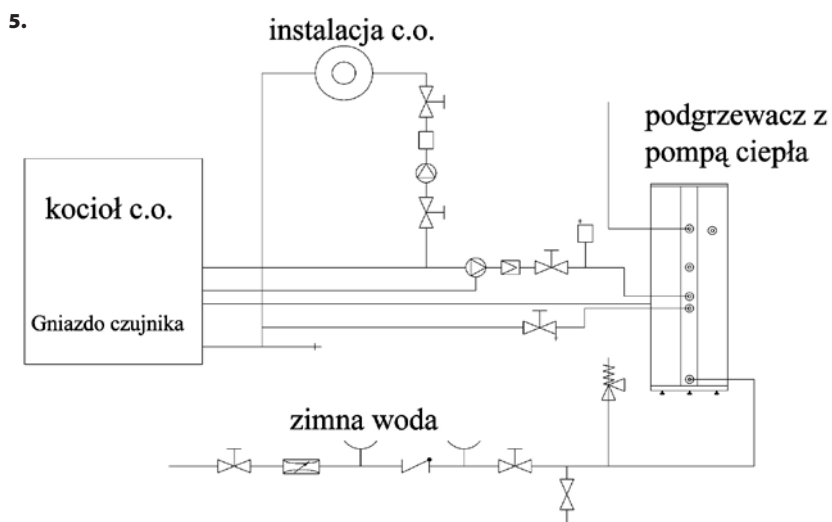
maksymalnie 10–15% ogólnego zapotrzebowania na moc cieplną w okresie poza sezonem grzewczym pompa ciepła ogrzewająca budynek posiada bardzo dużą nadwyżkę mocy cieplnej. Nadwyżka mocy grzewczej, zwłaszcza duża, nie jest korzystna z punktu widzenia funkcjonowania samej pompy

ciepła, a ściślej jej sprężarki. Powoduje ona, że praca pompy ciepła jest często przerywana zadziałaniem termostatu granicznego na skutek zbyt raptownego wzrostu temperatury zasilania do wartości granicznych. W konsekwencji liczba załączeń i wyłączeń sprężarki w ciągu doby ulega zwielokrotnieniu co wpływa negatywnie na jej żywotność. Problem narasta szczególnie gdy nadwyżka mocy jest bardzo duża, a więc ma to miejsce zwłaszcza w większych domach o wysokim zapotrzebowaniu na moc cieplną i wyposażonych w pompy ciepła o mocy cieplnej >15 kW.

Najbardziej rozpowszechnione na polskim rynku są podgrzewacze pracujące w oparciu o pompy ciepła typu powietrze/woda i grunt/woda. Do najnowszych rozwiązań wprowadzo-

wy, kocioł na drewno, kocioł na węgiel, kolektory słoneczne) zaopatrzona jest również w elektryczną grzałkę zanurzeniową, mogącą stanowić dodatkowe, wspomagające źródło ciepła, np. w przypadku chwilowego, ponadnormatywnego zużycia wody. Tak więc w oparciu o podgrzewacz wody możemy łatwo stworzyć hybrydowy system zaopatrzenia w ciepłą wodę użytkową bazujący nawet na czterech źródłach ciepła.

Podgrzewacze wody z pompą ciepła bez połączenia z innymi źródłami ciepła nie powinny się stosować w przypadku budynków o bardzo dużym zużyciu ciepłej wody. Tak więc w sytuacji gdy dom zamieszkuje 6–8 osób, a trzy łazienki są wyposażone w trzy duże wanny podgrzewacz bez dodatkowego źródła raczej nie sprawdzi się.



5. Schemat połączenia podgrzewacza z kotłem c.o. [5]

nych do stosowania należą podgrzewacze wykorzystujące jako źródło ciepła dla pompy ciepła energię wody powrotnej instalacji ogrzewania podłogowego.

W większości przypadków urządzenia bez problemu zapewniają ogrzanie wody do temperatury 55°C. Ponadto spora ich część poprzez funkcję „legionella” umożliwia w celach dezynfekcji termicznej podgrzewanie wody do 65°C. Najczęściej podgrzewacze posiadają budowę kompaktową, a więc w jednej obudowie poza pompą ciepła znajduje się również izolowany zbiornik ciepłej wody użytkowej pojemności 200 lub 300 l, rzadziej 500 l. Bywa, że moduł pompy ciepła jest podłączany od zewnątrz do zasobnika wody lub zostaje zainstalowany poza zasobnikiem w innym pomieszczeniu. Wiele urządzeń poza wspomnianą już zintegrowaną węzownicą grzewczą (lub nawet dwiema węzownicami), która może współpracować praktycznie z każdym źródłem ciepła (piec olejowy, piec gazo-

Montaż podgrzewacza z pompą ciepła powietrze/woda

Podgrzewacze wyposażone w powietrzne pompy ciepła są w tej chwili najbardziej popularne, o czym decyduje prostota montażu i najniższe koszty instalacji. Pompa ciepła odzyskuje energię cieplną z wywiewanego powietrza wentylacyjnego, powietrza zewnętrznego, oraz wewnętrznego powietrza obiegowego lub odpadowego. W praktyce najczęściej spotyka się dwa ostatnie sposoby pozyskiwania ciepła.

W przypadku podgrzewaczy o budowie kompaktowej powierzchnia podstawy urządzenia średnio wynosi ok. 0,5 m², a wysokość ok. 1,85 m. Tak więc biorąc pod uwagę także przestrzeń do wykonania podłączenia hydraulicznego wody potrzebujemy do ustawienia podgrzewacza mniej niż 1 m² wolnej przestrzeni, a więc bardzo niewiele. Podgrzewacz powinniśmy ustawić w pomieszczeniu, w którym minimalna temperatura powietrza nie spada w ciągu całego roku poniżej ok. 10°C. Jeżeli podgrzewacz zasysa i wyrzuca powietrze z/do pomieszczenia, w którym został ustawiony lub z/do pomieszczeń sąsiednich to w większości przypadków wymaga się aby minimalna kubatura pomieszczenia/pomieszczeń nie była niższa niż ok. 20 m³. Planując montaż należy przewidzieć odprowadzenie kondensatu do domowego systemu kanalizacji. Przyczyną kondensacji jest wykraplanie się pary wodnej w wyniku schładzania powietrza przez pracującą powietrzną pompę ciepła. Ponieważ pracy pompy ciepła i wentylatora towarzyszy hałas o natężeniu powyżej 40 dB nie zaleca się aby montować urządzenie w pomieszczeniu bezpośrednio sąsiadującym z sypialnią, jeśli pomiędzy pomieszczeniami nie ma wystarczająco dobrej izolacji akustycznej. Standardowo urządzenia są wyposażone w kabel zasilający, który należy podłączyć do gniazda zasilającego o napięciu 230 V. Od strony hydraulicznej należy jedynie króćce zbiornika podłączyć do instalacji wodnej budynku.

Ponieważ efektem pracy powietrznej pompy ciepła jest wydmuch schłodzonego powietrza ustawienie i montaż

Na polskim rynku najbardziej popularne są podgrzewacze pracujące w oparciu o pompy ciepła typu powietrze/woda i grunt/woda.

podgrzewacza korzystnie jest zaplanować tak aby przy okazji schłodzić i/lub osuszyć wybrane pomieszczenia (np. spiżarnię, piwniczkę win, pralnię, garaż). Za darmo otrzymujemy więc osuszacz powietrza oraz quasi klimatyzator.

Montaż podgrzewacza z pompą ciepła grunt/woda

Podgrzewacze z gruntową pompą ciepła wykorzystują do swej pracy energię zakumulowaną w gruncie. Energia zostaje pozyskana poprzez jedną pętlę kolektora gruntowego poziomego, która podłączana jest do pompy ciepła. Kolektor gruntowy, który jest najczęściej wykonany z rury miedzianej pokrytej PE-HD zakopuje się na głębokości ok. 1,5 m i zajmuje on od 20 do 30 m² powierzchni działki. Pobór energii cieplnej z gruntu następuje w procesie parowania czynnika chłodniczego, który przepływa przez kolektor gruntowy.

Wymagania dotyczące miejsca niezbędnego do ustawienia i montażu (hydraulicznego i elektrycznego) są niemal identyczne jak w przypadku podgrzewaczy z powietrzną pompą ciepła. W przypadku gruntowej pompy ciepła nie jest za to konieczne wykonanie instalacji do odpływu skroplin. Należy jednak zwrócić uwagę na aspekt dostępności terenu pod wiązkę kolektora gruntowego. W związku z tym podgrzewacz należy umieścić przy ścianie zewnętrznej piwnicy lub parteru, za którą bez problemu będzie można rozłożyć rury kolektora z rozstawem ok. 0,6 m. Wykonując przejście rur kolektora przez ścianę fundamentową trzeba pamiętać o prawidłowym wykonaniu izolacji przeciwwilgociowej i cieplnej.

Zarówno podgrzewacze z powietrzną jak i z gruntową pompą ciepła posiadają szereg zalet, które wpływają na optymalizację doboru systemu grzewczego na etapie budowy nowego domu. Szczególnie nabierają one znaczenia gdy rozważamy zakup pompy ciepła jako źródła ciepła. Zastosowanie podgrzewacza wody użytkowej w wielu przypadkach pozwala na ograniczenie mocy grzewczej dobranej do zasilania instalacji grzewczej budynku głównego źródła ciepła, a więc pompy ciepła, ale także np. kotła gazowego lub olejowego. W przypadku instalacji gruntowej pompy ciepła do ogrzewania budynku wybór podgrzewacza z pompą powietrze/woda dla realizacji funkcji c.w.u. pozwala na ograniczenie powierzchni prac ziemnych związanych z ułożeniem kolektora gruntowego głównej pompy ciepła. Niezależnie od typu wykorzystywanej pompy ciepła podgrzewacza rozwiązanie to umożliwia w okresie letnim lepszą regenerację gruntu w obszarze pracy kolektora gruntowego głównej pompy ciepła.

Koszty eksploatacji

Jak wspomnieliśmy na początku artykułu w branży instalacyjnej panuje opinia, że podgrzewacze to urządzenia zapewnia-

jące jedne z najniższych kosztów przygotowania ciepłej wody użytkowej. Koszty te są nawet niższe od kosztów przygotowania wody przez kolektory słoneczne. Zobaczmy zatem jak wygląda porównanie kosztów przygotowania ciepłej wody użytkowej na bazie różnych źródeł dla konkretnego przypadku. Przyjęte założenia do obliczeń znajdują się poniżej.

Przyjęte założenia do wyliczenia kosztów podgrzania 300 l wody na dobę w przeciągu całego roku:

- ▶ dobowe zużycie ciepłej wody przez rodzinę: 300 l (5 osób, każda zużywa 60 l ciepłej wody na dobę),
- ▶ temperatura ciepłej wody: 45°C,
- ▶ temperatura zimnej wody: 10°C,
- ▶ sprawność pompy ciepła: 330%,
- ▶ sprawność jednofunkcyjnego kondensacyjnego kotła gazowego: 101%,
- ▶ sprawność kotła olejowego i jednofunkcyjnego kotła gazowego z zamkniętą komorą spalania: 90%,
- ▶ kolektory słoneczne płaskie, kąt nachylenia 40°, kierunek południowy,
- ▶ minimalna powierzchnia kolektorów słonecznych: 4,6 m²,
- ▶ pojemność zbiornika dobranej do kolektorów słonecznych: 300 l,
- ▶ liczba godzin pracy pompy obiegowej kolektorów słonecznych w ciągu roku: 2000 h,
- ▶ na każdy rok eksploatacji kolektorów słonecznych doliczono 75 zł na koszty serwisowania (ewentualne wymagane przeglądy okresowe przez niektórych dostawców oraz wymagana okresowa wymiana płynu solarnego),
- ▶ procent pokrycia energii cieplnej przez płaskie kolektory słoneczne: 60%,
- ▶ ceny nośników energii (w zł brutto).
 - a) energia elektryczna dla licznika dwutaryfowego (średnia z dwóch taryf) 0,50 zł/kWh,
 - b) olej opałowy 3,26 zł/litr,
 - c) gaz ziemny 2,03 zł/m³,
 - d) gaz płynny 3,33 zł/l.

Obliczenia wykonano posługując się następującą metodyką:

1) Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania ciepła użytkowego [1]

$$Q_{\text{wrd}} = V_{\text{CW}} \cdot L_1 \cdot c_w \cdot \rho_w \cdot (\theta_{\text{CW}} - \theta_0) \cdot k_t \cdot t_{\text{UZ}} / (1000 \cdot 3600) \text{ [kWh/rok]}$$

gdzie:

V_{CW} – Jednostkowe dobowe zużycie ciepłej wody użytkowej należy przyjmować na podstawie dokumentacji projektowej, pomiarów zużycia w obiekcie istniejącym lub w przypadku braku danych na podstawie wartości normatywnych, [dm³/(j.o.) · doba]

L_1 – liczba jednostek odniesienia, [osoby]

t_{uz} – czas użytkowania (miesiąc, rok – przeważnie 365 dni), czas użytkowania należy zmniejszyć o przerwy urlopowe i wyjazdy i inne uzasadnione sytuacje, średnio w ciągu roku o 10% – dla budynków mieszkalnych, [doba]

k_t – mnożnik korekcyjny dla temperatury ciepłej wody innej niż 55°C, wg dokumentacji projektowej lub wartości normatywnych

c_w – ciepło właściwe wody, przyjmowane jako 4,19 kJ/(kgK), [kJ/(kgK)]

ρ_w – gęstość wody, przyjmowana jako 1000 kg/m³, [kg/m³]

θ_{cW} – temp. ciepłej wody w zaworze czerpialnym, 55°C, [°C]

θ_o – temp. wody zimnej, przyjmowana jako 10°C, [°C]

2) Wyznaczenie rocznego zapotrzebowania na energię końcową [1]

$$Q_{K,W} = Q_{W,nd} / \eta_{W,tot} \text{ [kWh/rok]}$$

$$\eta_{W,tot} = \eta_{W,g} \cdot \eta_{W,d} \cdot \eta_{W,s} \cdot \eta_{W,e}$$

gdzie:

$Q_{W,nd}$ – zapotrzebowanie ciepła użytkowego do podgrzania ciepłej wody [kWh/rok]

$\eta_{W,g}$ – średnia sezonowa sprawność wytworzenia nośnika ciepła z energii dostarczanej do granicy bilansowej budynku (energii końcowej),

$\eta_{W,d}$ – średnia sezonowa sprawność transportu (dystrybucji) ciepłej wody w obrębie budynku (osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{W,s}$ – średnia sezonowa sprawność akumulacji ciepłej wody w elementach pojemnościowych systemu ciepłej wody (w obrębie osłony bilansowej lub poza nią),

$\eta_{W,e}$ – średnia sezonowa sprawność wykorzystania (przyjmuje się 1,0)

Obliczone sprawności dla przyjętych założeń:

▶ sprawność dystrybucji: 0,98;

▶ sprawność akumulacji: 0,86;

▶ sprawność wytworzenia nośnika (podano powyżej).

Wyniki obliczeń i wnioski

Jak widać podgrzewacze są w zasadzie najtańszymi w eksploatacji źródłami przygotowania ciepłej wody użytkowej. Jedyne system kolektorów słonecznych w połączeniu z piecem gazowym kondensacyjnym (gaz ziemny) jest tańszy w eksploatacji o ok. 300 zł rocznie. Biorąc jednak pod uwagę dużo niższy koszt inwestycyjny związany z podgrzewaczem w porównaniu do kolektorów słonecznych oraz przyjęte idealne warunki dla kolektorów (kąt nachylenia, kierunek, stopień pokrycia), montaż podgrzewacza z pompą ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej jest najkorzystniejszym rozwiązaniem. Warto zaznaczyć, że podgrzewacz jest urządzeniem całorocznym, niezależnym od warunków zewnętrznych, jak nasłonecznienie, temperatura powietrza. Na zakończenie poddajmy analizie możliwość wykorzystania powietrza zewnętrznego jako dolnego źródła ciepła dla pompy ciepła powietrze/woda podgrzewacza wody użytkowej. Jest to o tyle ciekawe, że przy dostępności podgrzewaczy z minimalną temperaturą pracy -10°C można oczekiwać, że stopień pokrycia będzie wysoki. Na początek zobaczmy jak przedstawiają się średnie miesięczne temperatury powietrza w Polsce. Zestawienie przygotowano na podstawie danych dla stacji meteorologicznej Łódź Lublinek.

Do pełnej analizy potrzebna jest nam jeszcze weryfikacja sprawności pompy ciepła. Ponieważ sprawność pompy ciepła jest zależna od różnicy temperatury między górnym, a dolnym źródłem ciepła zobaczmy jak sprawność powietrznej pompy ciepła zmienia się w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego.

6. Roczne koszty przygotowania ciepłej wody użytkowej w złotych [4]

7. Średnia miesięczna temperatura za lat 1971–2000 dla stacji meteorologicznej Łódź Lublinek [2]

8. Wykres sprawności pompy ciepła powietrze/woda podgrzewacza w zależności od temperatury wody i temperatury powietrza [6]

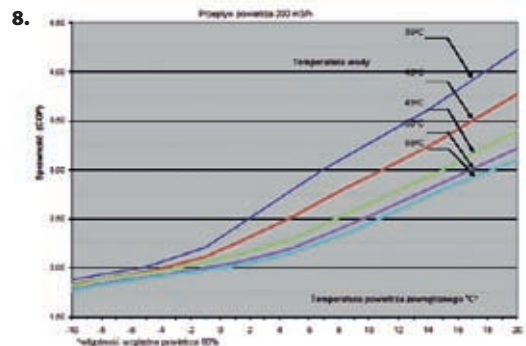
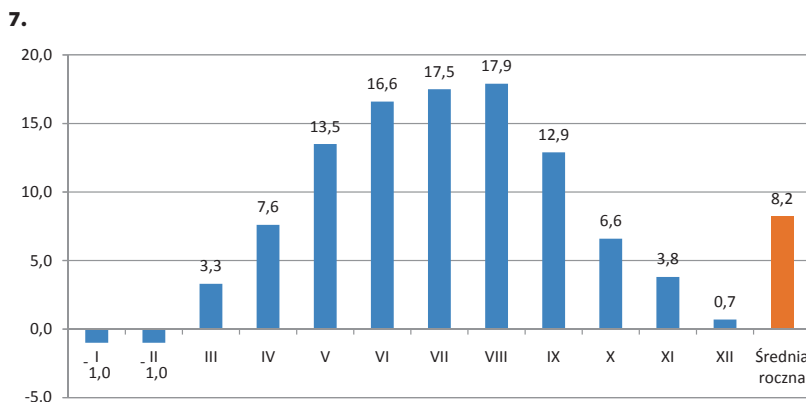
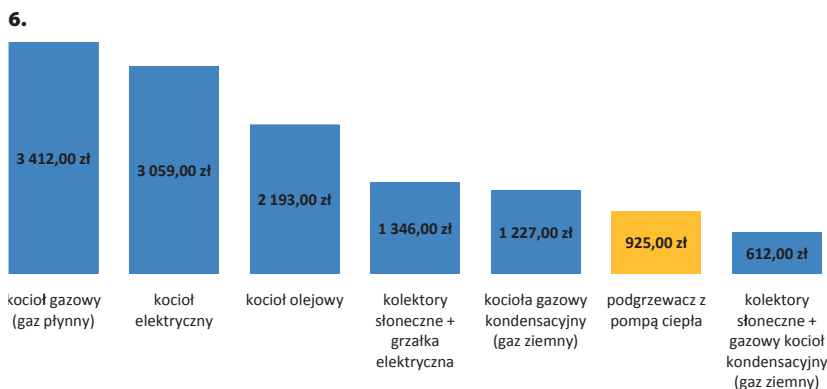


Tabela 1 Porównanie cech dla podgrzewaczy c.w.u. z pompą ciepła i kolektorów słonecznych [6]

| Porównywane cechy | Podgrzewacz z pompą ciepła | Kolektory słoneczne |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Montaż | Prostszy i tańszy montaż – 1 dzień roboczy. Potrzebna niewielka ilość miejsca w pomieszczeniu (podgrzewacz zajmuje tyle miejsca ile tradycyjny zbiornik na ciepłą wodę użytkową) | Trudniejszy i droższy montaż trwający 2–3 dni robocze. Konieczne prace na zewnątrz. |
| Estetyka | Z reguły urządzenie wielkości domowej lodówki w estetycznej obudowie w zachowaniem współczesnych standardów wzornictwa. | W niektórych przypadkach trzeba stosować dodatkowe konstrukcje wsporcze na dachu lub ścianie zewnętrznej, które znacznie obniżają walory estetyczne naszego domu. |
| Konserwacja | Kontrola stanu anody magnezowej zbiornika. | Okresowa kontrola ciśnienia w układzie oraz wymiana płynu solarnego (glikolu). Kontrola stanu anody magnezowej zbiornika. |
| Dyspozycyjność i pokrycie zapotrzebowania na moc cieplną | Pełna w okresie całego roku. Dla danego typu urządzenia wymagana jest minimalna temperatura powietrza wlotowego. Nie jest konieczne wspomaganie innym źródłem ciepła. | Ograniczona. Pełna w okresach nasłonecznienia (głównie wiosna i lato). W okresie zimy i jesieni kolektory nie są w stanie pokryć zapotrzebowania na ciepło do podgrzania wody. Wymagane wspomaganie innym źródłem ciepła. |
| Odbiór ciepła | Nie ma znaczenia czy jesteśmy w domu, czy nie. Wyjeżdżając na długi urlop możemy w ogóle wyłączyć urządzenie. | Konieczny cały czas. W razie wyjazdu na urlop instalacja musi odbierać ciepło. Możliwości rozwiązania problem: – zakrycie paneli; – odbiór ciepła przez basen zewnętrzny (jeśli posiadamy); – duży zbiornik buforowy. |
| Brak zasilania w energię elektryczną | Nie ma wpływu na urządzenie. Po ponownym włączeniu zasilania pompa ciepła podgrzewacza automatycznie zostanie uruchomiona. | Powoduje problemy z odbiorem ciepła – nie funkcjonuje solarna pompa obiegowa, a słońce nagrzewa panele. |
| Warunki pogodowe | Nie mają wpływu na pracę podgrzewacza i nie grożą uszkodzeniem. | Skrajne warunki pogodowe (obfity, duży grad, silny huraganowy wiatr) mogą spowodować uszkodzenie instalacji. |

Jako dolną granicę dopuszczalnej minimalnej sprawności pompy ciepła przyjmijmy wartość 2. Z wykresu wynika, że dla temperatury wody w zbiorniku 45°C sprawność równą 2 podgrzewacz osiąga przy temperaturze powietrza ok. -3°C. Mając na uwadze ograniczenie do minimum zjawiska szronienia się parownika przesuniemy dolną granicę temperatury powietrza do 0°C. Według danych dla stacji Łódź Lublinek występują 52 dni w przeciągu roku z średnią temperaturą poniżej 0°C. Oznacza to, że podgrzewacz korzystając tylko z powietrza zewnętrznego może pokryć aż ok. 86% zapotrzebowania na moc cieplną do podgrzania wody użytkowej. Pozostałe 14% czasu powinien korzystać z powietrza wewnętrznego. Przy średniej sprawności pompy ciepła na poziomie 2,7 (średnia ważona sprawności przy pracy 86% czasu z powietrzem zewnętrznym i 14% czasu z powietrzem wewnętrznym o temperaturze +20°C) koszt przygotowania c.w.u. przez podgrzewacza wynosi 1127 zł (uwzględniając przyjętą wcześniej metodologię obliczeń). Z przeprowadzonej analizy wynika, że podgrzewacz z powietrzną pompą ciepła pracującą nawet w ujemnych temperaturach z powodzeniem można zasilać powietrzem zewnętrznym przez większość roku, utrzymując przy tym bardzo niski poziom kosztów eksploatacji. Pracę podgrzewacza z wykorzystaniem ciepła powietrza zewnętrznego można szczególnie polecić dla budynków zlokalizowanych w I i II strefie klimatycznej Polski.

Źródła:

[1] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej

[2] Strona internetowa Ministerstwa Infrastruktury, Typowe lata meteorologiczne i statystyczne dane klimatyczne dla obszaru Polski do obliczeń energetycznych budynków

[3] BSRIA, „Heat Pumps Poland. European Renewables 2009”, maj 2010

[4] „HEAT PUMP MARKET DEVELOPMENT IN AUSTRIA AND EUROPE”, Andreas Bangheri, 2010

[5] Instrukcja obsługi podgrzewacza z pompą ciepła VT 2130, Clima Komfort Sp.j., 2010

[6] Materiały z witryny internetowych firm i instytucji.