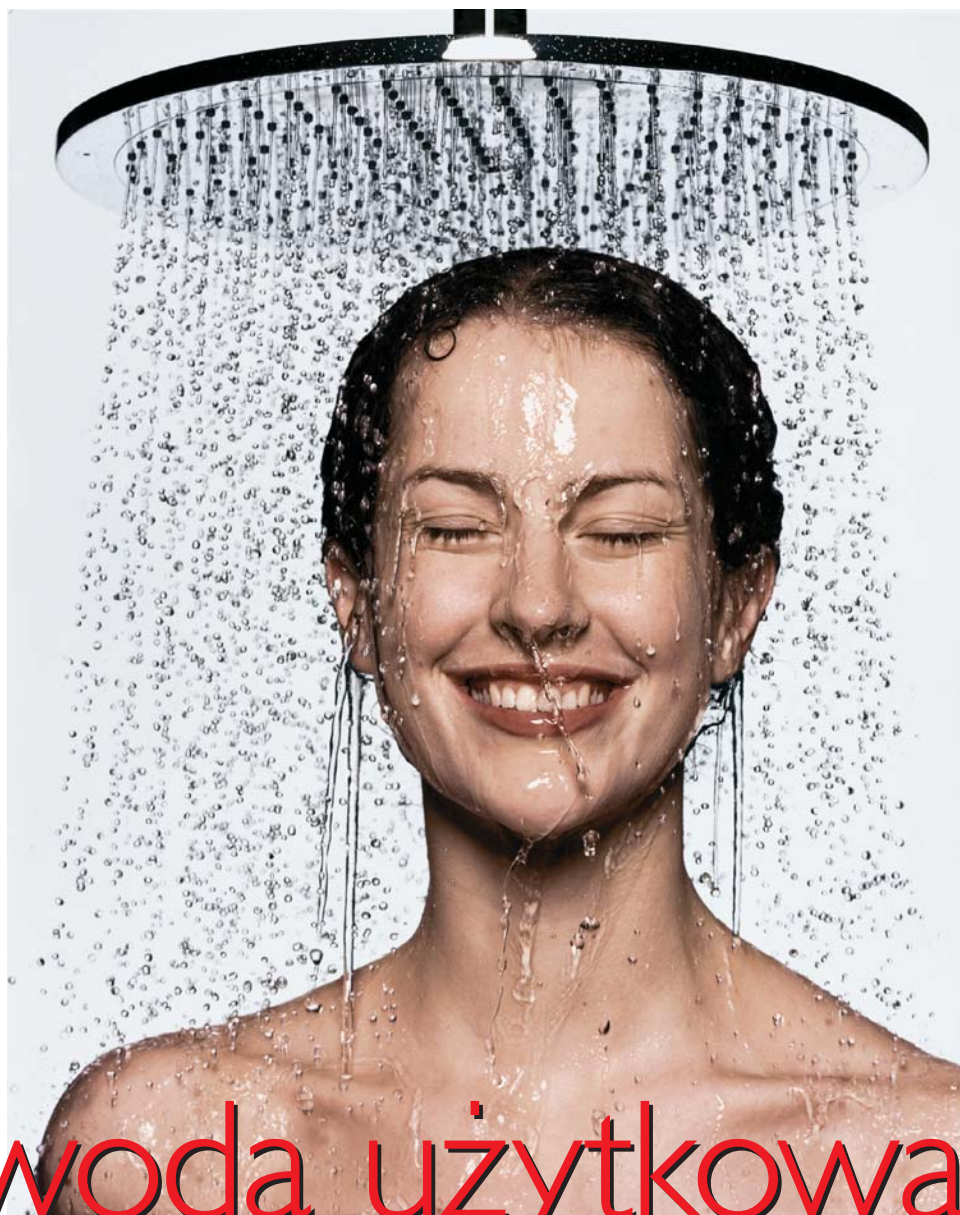


Przyjmuje się, że zużycie energii na wytworzenie c.w.u. to zaledwie 10–30% energii zużywanej na ogrzewanie domu jednorodzinnego. Ale w domu energooszczędnym będzie to już 50%, a w pasywnym nawet 80%.



# Ciepła woda użytkowa w systemie z pompą ciepła

W liczbach bezwzględnych zużycie energii na potrzeby c.w.u. dla rodziny 4-osobowej wynosi ok. 4000 kWh rocznie, podczas gdy ogrzewanie domu (ok. 150 m<sup>2</sup>) zamieszkanego przez tę rodzinę, zbudowanego w standardowej technologii, wymaga ok. 20 000 kWh rocznie. W porównaniu z ogrzewaniem, koszt wytworzenia c.w.u. jest więc względnie niewielki, zatem i oszczędności z tytułu niskiej ceny wytworzenia 1 kWh nie będą „powalające”. Zaopatrzenie domu w c.w.u. jest więc zagadnieniem mniejszej wagi ekonomicznej niż

c.o., ale jednak właściwe jego rozwiązanie ma duży wpływ na komfort życia. Ostatecznie o wyborze konkretnych rozwiązań decydują koszty inwestycji i komfort użytkowania. Pod pojęciem komfortu kryją się wymagania dotyczące temperatury wody, jej wystarczającej ilości i dostępności na zawołanie.

## Temperatura c.w.u.

Z punktu widzenia efektywności pracy pompy ciepła im niższa jest wymagana temperatura c.w.u., tym lepiej. Pamiętajmy, że wy-

sokie wartości współczynnika COP osiąga się dla ogrzewania podłogowego, dla którego w instalacji c.o. wystarczy ogrzać wodę do 30°C. Dla potrzeb c.w.u. woda musi mieć wyższą temperaturę. Choć „fizycznie” wystarczająca jest temperatura ciepłej wody na poziomie 40–50°C, to przepisy mówią, że powinna ona mieć nie mniej niż 55°C. Takie wymagania wynikają z troski o niedopuszczenie do rozwijania się groźnych dla zdrowia bakterii *legionella*. Bakterie te giną w temperaturze ok. 60°C. Nie ma jednak po-



40°C  
wanna 150–180 litrów



50°C  
zlew 10–20 litrów



37°C  
umywalka 2–5 litrów



37°C  
prysznic 30–50 litrów

■ Dane szacunkowe dla jednorazowego zużycia c.w.u. w różnych punktach poboru

trzeby utrzymywania tak wysokiej temperatury c.w.u. cały czas, wystarczy cyklicznie, przynajmniej raz na tydzień, podgrzać c.w.u. powyżej tej granicy. Wiele pomp ciepła osiąga taką temperaturę, ale rozwiązaniem najprostszym jest wyposażenie zbiornika c.w.u. w grzałki elektryczne (o mocy 6–9 kW), które od czasu do czasu podgrzewają wodę do +60°C.

### Objętość zbiornika i moc grzewcza

Znając zwyczajnie domowników, określamy dobowe zużycie c.w.u. przez każdego z nich i przez całą rodzinę ■. Zwykle otrzymuje się 50–100 l c.w.u. na jedną osobę w ciągu doby. Zakładając temperaturę c.w.u. na poziomie 40–50°C, możemy obliczyć ilość energii cieplnej potrzebnej do ogrzania c.w.u., a stąd również moc urządzenia grzewczego. Pamiętajmy, że moc (kW) to nie to samo co energia (kWh). Moc jest to zdolność do wytworzenia określonej energii w założo-

nym przedziale czasu. Na przykład urządzenie o mocy 1 kW w ciągu jednej godziny wytwarza energię 1 kWh. Z uwagi na względnie niską temperaturę pracy pompy ciepła (50–60°C) w trybie grzania c.w.u., trzeba się liczyć z długim czasem nagrzewania wody do temperatury ok. 45°C. Stąd wynika potrzeba stosowania zbiorników c.w.u. o dużej pojemności, aby po kąpeli w wannie (zużycie 150–180 litrów wody) nie trzeba było napełniać całkiem pustego zbiornika i czekać kilka godzin, aż woda osiągnie temperaturę wystar-

czającą do kolejnego skorzystania z wanny. Zwykle przyjmuje się moc grzewczą dla c.w.u. na poziomie 0,25–0,5 kW na jedną osobę. Zatem dla rodziny czteroosobowej otrzymujemy 1–2 kW. Przy tak niewielkiej mocy zbiornik c.w.u. powinien mieć pojemność nie mniejszą niż dobowe zużycie c.w.u. przez rodzinę, czyli 200–400 l. Zbiorniki c.w.u. o mniejszej pojemności wymagają stosowania wyższej mocy grzewczej (np. 5 kW) lub trzeba się pogodzić z dyskomfortem długiego czekania na ciepłą wodę po kąpeli w wannie.

Warto podkreślić, że nie zawsze instalatorzy są dobrymi doradcami, gdyż na ogół „wyrośli” na technice kotłowej i niekiedy nie potrafią się przestawić na myślenie w standardach pompy ciepła. Otóż w przypadku instalacji z kotłem typowa objętość zasobnika c.w.u. dla domu jednorodzinnego wynosi ok. 150 litrów. Przy mocy kotła 20 kW lub więcej możliwe jest szybkie nagrzanie 150 litrów wody. Natomiast pompa ciepła przy znacznie niższej mocy, rzędu 8–10 kW, nagrzewa zwykle zbiornik c.w.u. o pojemności 300 litrów i więcej. Odpowiednio wydłuża się czas nagrzewania. Ponieważ pompa ciepła pracuje cały czas ze stałą mocą (w przeciwieństwie do kotła, w którym moc jest „modulowana”), to pojemność zbiornika c.w.u. i rozmiary wymiennika ciepła (węzownicy) należy dobrać odpowiednio do pompy ciepła, by mogła bezawaryjnie pracować. Należy dążyć do tego, żeby czas podgrzewania wody w zasobniku c.w.u., ze względu na prawidłową

pracę sprężarki pompy ciepła, nie był krótszy niż 10 minut. Nie powinien też być zbyt długi, bo w czasie grzania c.w.u. nie będzie ogrzewana woda w instalacji c.o. (tzw. priorytet c.w.u., czyli pompa ciepła w pierwszym rzędzie pracuje na rzecz c.w.u., a w „wolnych chwilach” na rzecz c.o.).

Z tych kilku uwag wynika, że zarówno dobór objętości zasobnika c.w.u., jak i warunków pracy – temperatura włączenia podgrzewania wody (np. +40°C) oraz temperatura wyłączenia (np. +55°C) – to zagad-

ie zawsze instalatorzy s dobrzy  
doradcami, gdyż na og wyro li  
na tec nice ot owej i nie iedy nie  
potra i się przestawi na my lenie  
w standardac pompy ciep a

nienia niebanalne i powinny być określone w sposób przemyślany przez fachowca.

### Ciepła woda na zawołanie

Komfortowa instalacja c.w.u. to instalacja z tzw. recyrkulacją, tj. z systemem dwururowym – ciepła woda doprowadzana jest do każdego punktu poboru dwoma rurami, w których cały czas woda krąży między punktem poboru a zasobnikiem. Dzięki temu, natychmiast po otwarciu kranu płynie ciepła woda. Jest to dość kosztowny „komfort”, gdyż zużycie energii na ogrzewanie c.w.u. może wzrosnąć nawet o ponad 50%. Jest to energia zużywana przez pompę cyrkulacyjną i o wiele większa oddawana w postaci ciepła przez rury (choć są izolowane termicznie), w których cały czas krąży ciepła woda. Prawidłowym rozwiązaniem jest programowe sterowanie układem recyrkulacji, który przecież może być wyłączany na noc i w okresach nieobecności domowników.

### Trzy obszary zastosowań

Sposób rozwiązania instalacji c.w.u. zależy od założeń określających charakterystyczne cechy zastosowań tej instalacji. Można z grubsza wyodrębnić trzy obszary zastosowań:

- 1 – dom jednorodzinny wykonany w standardowej technologii, w którym mieszka 3–5 osób i zużywa ok. 4–5 razy mniej energii na potrzeby c.w.u. niż na potrzeby ogrzewania;
- 2 – dom energooszczędny lub pasywny, w którym na potrzeby c.w.u. zużywa się więcej energii niż na ogrzewanie;

## DLACZEGO ODDZIELNA POMPA CIEPŁA?

Oto argumentacja firmy Clima Komfort

W instalowanych przez nas systemach zalecamy rozdzielenie funkcji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej. Proponujemy, aby przygotowanie ciepłej wody użytkowej odbywało się przy użyciu podgrzewacza wyposażonego we własną pompę ciepła typu powietrze/woda. Powodów jest kilka. Oto najważniejsze z nich:

- w zdecydowanej większości przypadków pompa ciepła służąca jako źródło ciepła dla systemu centralnego ogrzewania skonfigurowana jest wyłącznie z niskotemperaturowym ogrzewaniem podłogowym, które zasilane jest wodą o temperaturze 30–40°C. Oczywiście, zapewnia to wysoką sprawność systemu. Jednakże tak niska temperatura wody zasilającej nie pozwala na skuteczne realizowanie funkcji ciepłej wody użytkowej. Konieczna jest więc taka „rozbudowa” kotłowni, która umożliwi pompie ciepła okresową pracę z temperaturą wody zasilającej ok. 55°C. Sprawność układu jako całości zostanie jednak obniżona;
- kolejnym powodem są niższe koszty przygotowania ciepłej wody użytkowej przez podgrzewacz z własną pompą ciepła typu powietrze-woda. Kompresory pomp ciepła przeznaczonych do c.o. mają większy pobór mocy elektrycznej. Pompa ciepła podgrzewacza jest wyposażona w sprężarkę o mocy elektrycznej zaledwie ok. 600 W!;
- gdy rozdzielone zostają funkcje ciepłej wody użytkowej i centralnego ogrzewania, pompa ciepła, która zasila instalację c.o., może nie pracować nawet 4 miesiące (okres wiosenno-letni)! Postój pompy ciepła wiosną i latem przy rozwiązaniu z kolektorem gruntowym daje możliwość optymalnej regeneracji gruntu!;
- dwa niezależne układy to rozwiązanie problemu nadwyżki mocy cieplnej, który pojawia się latem oraz w cieplejszych okresach sezonu grzewczego (wrzesień, październik, listopad, marzec, kwiecień). W przypadku pompy ciepła Neuratherm problem ten pomaga rozwiązać także zastosowanie falownika, który pozwala na obniżenie wydajności pompy ciepła. W związku z powyższym, rozdzielenie funkcji c.o. i c.w.u. upraszcza znacznie samą kotłownię poprzez eliminację bufora (oczywiście mówimy tutaj o sytuacji, gdy w budynku jest wyłącznie ogrzewanie podłogowe, a takie rozwiązania należą do większości; w innych przypadkach, gdy układ ma niską bezwładność cieplną, bufor może okazać się koniecznością);
- rozdzielając funkcje c.o. i c.w.u., otrzymujemy dwa układy, które są precyzyjnie dobrane do potrzeb. Pompy ciepła pracują więc w idealnych dla nich cyklach, a więc z maksymalnie ograniczoną liczbą załączeń i wyłączeń. Jeśli pompa ciepła jest przewymiarowana w stosunku do potrzeb, to zachodzi zjawisko częstych jej załączeń i wyłączeń, włącznie z osiąganiem temperatur maksymalnych i wyłączaniem przez zabezpieczające termostaty graniczne, co wpływa z pewnością na osłabienie istotnego elementu pompy ciepła, jakim jest sprężarka.

3 – dom o szczególnie dużym zużyciu c.w.u., najczęściej ze względu na posiadanie basenu.

### Trzy warianty rozwi zań

Najogólniej można wyróżnić trzy sposoby zaspokajania potrzeb na c.w.u.

**A** – Pompa ciepła służy równocześnie do centralnego ogrzewania oraz do grzania ciepłej wody użytkowej, przy czym zbiornik c.w.u. jest zintegrowany z pompą ciepła, tj. ulokowany wewnątrz jej obudowy (tzw. kompakt).

**B** – Zbiornik c.w.u. oddzielny, ale zasilany w energię cieplną z jednej pompy ciepła służącej zarówno do c.o., jak i do wytwarzania c.w.u.

**C** – Zbiornik c.w.u. oddzielny, zasilany ze źródła ciepła innego niż pompa ciepła obsługująca c.o. Może to być druga pompa ciepła, przeznaczona wyłącznie do ogrzewania

c.w.u., albo źródło ciepła innego rodzaju, np. kolektory słoneczne.

**ROZWIĄZANIE A**, czyli **kompaktowa pompa ciepła z wewnętrznym zbiornikiem c.w.u.**, jest stosowane najczęściej w systemach o małej mocy grzewczej (5 do 20 kW), wystarczającej dla domów jednorodzinnych. Pojemność zbiornika umieszczonego w obudowie pompy ciepła nie może być zbyt duża, zwykle wynosi ok. 150–200 l, a to wystarczy (po zmieszaniu z zimną wodą) na dwa napełnienia wanny. Zaspokaja to w pełni potrzeby rodziny 3–4-osobowej. Dla większej rodziny, intensywnie używającej ciepłą wodę, takie rozwiązanie może okazać się mało komfortowe, czy wręcz kłopotliwe. Czas oczekiwania na nagrzanie wody w zbiorniku wynosi zwykle 1–2 godziny. Dla przyspieszenia grzania wody, a także dla podwyższenia temperatury c.w.u. stosuje się grzałki elektryczne o mocy 6–9 kW. Jest

oczywiste, że stosowanie grzałek elektrycznych podnosi koszty eksploatacyjne systemu grzewczego.

**ROZWIĄZANIE B**, czyli **oddzielny zbiornik (podgrzewacz c.w.u.) zasilany w energię cieplną z jednej pompy ciepła, obsługującej również c.o.** To rozwiązanie jest wykorzystywane przez większość firm, przy czym stosuje się regułę, że pojemność zbiornika powinna być nie mniejsza niż dobowe zużycie c.w.u. przez rodzinę. Zwykle jest to pojemność 300–500 l. Woda użytkowa w zbiorniku jest podgrzewana wężownicą, zasilaną wodą grzewczą z pompy ciepła. Dodatkowo stosuje się grzałki elektryczne o mocy 6–9 kW.

**ROZWIĄZANIE C**, czyli **zbiornik c.w.u. zasilany z oddzielnego źródła energii**, jest typowe dla dużych instalacji o mocy powyżej 20 kW (np. dla basenu). Ma też wielu zwolenników w zastosowaniu do domów jednorodzinnych. Niektóre firmy szczególnie zalecają rozwiązania wykorzystujące do wytwarzania c.w.u. oddzielną pompę ciepła powietrze-woda, dla której źródłem dolnym jest ciepłe powietrze z wnętrza domu. Taka pompa ciepła, o niewielkiej mocy (do 5 kW), może pracować jednocześnie w systemie klimatyzacji. Po oddaniu ciepła na wydmuchaniu, schłodzone powietrze może być wydychywane z powrotem do tego samego pomieszczenia lub pomieszczeń sąsiednich (np. spiżarni, pralni, itp.). Dzięki temu latem podgrzewacz może spełniać rolę quasi-klimatyzatora. Warto także wspomnieć o kolejnym, dodatkowym efekcie, jaki uzyskujemy dzięki podgrzewaczowi. Jest to mianowicie osuszanie, bowiem wydychywane schłodzone powietrze jest jednocześnie powietrzem osuszonym. Mocne uzasadnienie celowości stosowania tego rozwiązania przedstawia firma Clima Komfort (ramka obok).

**Dom z basenem.** Zwróciliśmy się do wielu firm z pytaniem:

Jakie rozwiązania c.w.u. oferujecie do ogrzewania wody w basenie kąpielowym dla trzech wariantów:

- basen całoroczny w pomieszczeniu zamkniętym;
- basen sezonowy (letni) na otwartym powietrzu;
- minibasen (jacuzzi) całoroczny na otwartym powietrzu.

Przeważnie firmy zastrzegają się, że konkretne rozwiązania i właściwe typy urządzeń mogą zaproponować tylko wtedy, gdy

dostaną podstawowe założenia projektowe – wymiary basenu i warunki jego eksploatacji – umożliwiające wyliczenie zapotrzebowania na ciepłą wodę. **Wszystkie firmy zalecają stosowanie pompy ciepła powietrze-woda.** To rzeczywiście ważna domena zastosowań tego typu pomp, mniej przydatnych w naszym klimacie do ogrzewania domu w zimie. W przypadku basenu sezonowego na otwartym powietrzu zaleca się pompę ciepła czerpiącą energię cieplną z powietrza zewnętrznego. Przy temperaturze powietrza w sezonie letnim większej niż 5°C sprawność COP pompy powietrze-woda jest podobna jak dla systemu woda-woda, a w okresach cieplejszych, gdy temperatura powietrza wynosi kilkanaście stopni lub więcej, jest większa niż dla systemu gruntowego lub woda-woda. Dla sezonowego basenu otwartego firmy oferują również rozwiązanie z kolektorami solarnymi lub mieszane: pompa ciepła + kolektory solarne. Wiadomo, w lecie zarówno pompa ciepła powietrze-woda, jak i kolektory solarne mają doskonałe warunki pracy i osiągają dużą sprawność. W przypadku minibasenu (jacuzzi) całorocznego na otwartym powietrzu sprawa się komplikuje o tyle, że w zimie pompa ciepła pobierająca energię cieplną z powietrza zewnętrznego ma bardzo niską sprawność, choć na ogół może pracować nawet do -20°C. Niektóre firmy polecają do tego celu stosowanie pomp gruntowych solanka-woda lub woda-woda, takich samych jak dla c.o.

Dla basenu krytego całorocznego stosowane są wszystkie trzy systemy pomp ciepła: solanka-woda, woda-woda i powietrze-woda.

da. Niektóre firmy zwracają uwagę na korzyści ze stosowania pompy powietrze-woda, umieszczonej w pomieszczeniu (piwnica lub pomieszczenie technologiczne przy basenie) i pobierającej ciepło z powietrza wywiejanego. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest osuszanie powietrza. Na ogół układ grzania wody w basenie składa się z pompy ciepła połączonej z zasobnikiem buforowym, który przekazuje ciepło do wody w basenie za pośrednictwem wymiennika basenowego.

**Dom energooszczędny lub pasywny.** To specyficzny obszar zastosowań pomp ciepła. Przy znikomym zapotrzebowaniu energii na ogrzewanie pomieszczeń, potrzeby energetyczne związane z ogrzewaniem c.w.u. stają się dominujące. Dla takich domów wystarcza pompa ciepła o mocy 2–5 kW, przy czym preferuje się rozwiązanie nazywane „integrated heat pump system”, w których pompa ciepła spełnia jednocześnie wiele funkcji, tj.

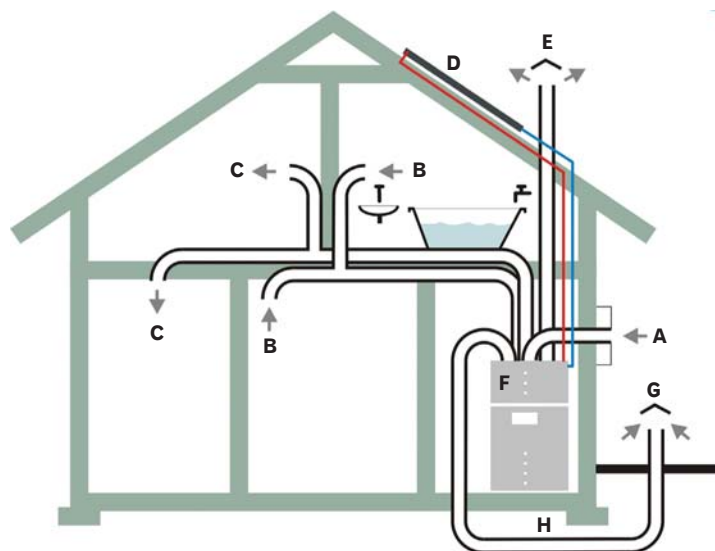
- ogrzewanie c.w.u. ciepłem odzyskiwanym z powietrza usuwanego na zewnątrz;
- wentylacja i dogrzewanie pomieszczeń powietrzem wentylacyjnym;
- pobieranie ciepła z powietrza zewnętrznego wstępnie podgrzanego w gruntowym wymienniku ciepła.

Taki zintegrowany system z pompą ciepła w domu pasywnym przedstawiono schematycznie na rysunku 2.

### Węzeł cieplny z c.w.u.

Pompa ciepła jest instalowana zwykle w odrębnym pomieszczeniu (z wyjątkiem niektórych pomp przystosowanych do pracy na zewnątrz budynku), tworząc wraz z kil-

koma współpracującymi komponentami tzw. węzeł cieplny, czyli swego rodzaju kotłownię. Konfiguracja urządzeń wchodzących w skład węzła cieplnego jest projektowana indywidualnie na konkretne potrzeby klienta. Kilka typowych rozwiązań przedstawiono w postaci poglądowych schematów 3–6. Najprostszy przypadek 3 to pompa ciepła służąca wyłącznie do c.o. i połączona bezpośrednio z instalacją c.o. Na schemacie ideowym nie pokazano kilku drobniejszych, choć niezbędnych i bardzo ważnych komponentów, jak choćby pompy obiegowej, wymuszającej obieg roztworu glikolu (solanki) w układzie źródła dolnego oraz wody w układzie źródła górnego, tj. w instalacji c.o. Często pompy obiegowe są już zamontowane w obudowie pompy ciepła. W przypadku stosowania pompy ciepła zarówno dla c.o., jak i do wytwarzania c.w.u., w kotłowni instaluje się również zbiornik c.w.u. (zwykle 200–400 l) 4. Oferowane są również pompy ciepła w kompaktce ze zbiornikiem c.w.u. (w jednej obudowie), wówczas pojemność zbiornika jest ograniczona, np. do 160 l. Niezbędnym elementem takiej konfiguracji jest zawór trójdrogowy, kierujący ciepłą wodę z pompy ciepła na przemian do zbiornika c.w.u. lub do instalacji c.o. Stosuje się przy tym zasadę priorytetu c.w.u., czyli układ regulacji najpierw „troszczy się” o zapewnienie odpowiedniej temperatury wody w zbiorniku c.w.u. i dopiero po osiągnięciu tego parametru przełącza zawór trójdrogowy na zasilanie c.o. W bardziej rozbudowanej konfiguracji stosuje się ponadto zbiornik buforowy o pojemności około 200 l 5. Rolą tego zasobnika ciepłej wody jest wprowadzenie do systemu bezwładności cieplnej, co korzystnie wpływa na wydłużenie cyklu pracy pompy ciepła, czyli wydłużenie okresu pomiędzy kolejnymi jej włączeniami. Celowość stosowania zbiornika buforowego, jako elementu wnoszącego dużą bezwładność cieplną, jest dyskusyjna w przypadku zastosowania podłogowej instalacji c.o. w całym domu, gdyż masywny jastrych ma wystarczającą dużą pojemność cieplną, by zapewnić dużą bezwładność cieplną całego systemu. Stosowanie zbiornika buforowego jest natomiast celowe w przypadku grzejnikowej instalacji c.o. (mającej małą bezwładność cieplną) lub w przypadku systemu biwalentnego, w którym zachodzi potrzeba akumulowania ciepła pochodzącego z dwóch różnych źródeł ciepła 6.



- dostarczanie wieże o powietrza do domu
- wylot powietrza z pomieszczenia
- C – dostarczanie wieże o powietrza do pomieszczenia przez system wentylacji
- kolektory solarne opcjonalnie do zasilania c.w.u.
- wylot powietrza po odzyskaniu ciepła
- pompa ciepła
- wylot powietrza do pompy ciepła przez wstępne podgrzanie w C
- runtowy wymiennik ciepła C

2 Schemat zintegrowanego systemu z pompą ciepła w domu pasywnym