

Dookoła pompy ciepła - 2

Górne źródło



W poprzednim artykule z serii „Dookoła pompy ciepła” omówione zostały zagadnienia związane z dobozem, wykonaniem i pracą dolnego źródła pompy ciepła. W tym artykule postaram się pokazać aspekty tzw. górnego źródła pompy ciepła, czyli instalacji grzewczej, przez którą energia z pompy ciepła jest przekazywana do budynku.

Wydajność instalacji z pompą ciepła silnie zależy od temperatury zasilania systemu dystrybucji ciepła. Pompa ciepła może współpracować niemal z każdym systemem grzewczym. Może działać na rzecz ogrzewania podłogowego, konwektorów wentylatorowych, a także grzejników. Nie chodzi jednak tylko o możliwości, ale również, i przede wszystkim, o to, żeby było tanio. A to można zagwarantować jedynie przy pomocy rozwiązań niskotemperaturowych, takich jak ogrzewanie podłogowe lub klimakonwektory wentylatorowe.

Idealnie z podłogówką

Idealne warunki pracy pompy ciepła w systemie centralnego ogrzewania zapewnia ogrzewanie podłogowe. Bez większych nakładów pracy można je dopasować do maksymalnej temperatury zasilania na poziomie 35°C, co zagwarantuje nam wysoką sprawność systemu, np. COP co najmniej 4.0 (w zależności od zastosowanej pompy ciepła), a w konsekwencji niskie koszty eksploatacji. Niską temperaturę zasilania uzyskujemy poprzez zwiększenie powierzchni przekazywania ciepła. W przypadku „podłóg” odstępów pomiędzy poszczególnymi rurami grzewczymi nie powinny być zazwyczaj większe niż 10 cm. Oczywiście nie bez znaczenia jest wykonanie kompleksowego projektu, który zagwarantuje nam równomierny rozkład temperatur w całym budynku, wymagane temperatury w poszczególnych pomieszczeniach i

zrównoważenie hydrauliczne układu. O projekt ogrzewania podłogowego możemy zwrócić się do producenta systemu, który na podstawie projektu budowlanego i wymagań inwestora jest w stanie przygotować projekt wraz z rysunkiem ułożenia poszczególnych pętli „podłóg”. Oprócz niskiej temperatury zasilania ogrzewanie podłogowe posiada jeszcze jedną istotną zaletę z punktu widzenia współpracy z pompą ciepła, a mianowicie dużą bezwładność gromadzenia i oddawania ciepła, a także wysoki zład wody grzewczej. Dzięki temu przy współpracy z ogrzewaniem podłogowym cykl załączeń pompy ciepła są rzadkie, a czas pojedynczego cyklu pracy jest wydłużony. Ma to ogromny wpływ na żywotność sprężarki w pompie ciepła. Częste załączenia i krótkie cykle pracy, a także praca przy wysokiej temperaturze zasilania przy-

czyniają się do skrócenia jej żywotności, obniżenia wydajności i konieczności wymiany. Przy wysterowaniu pompy ciepła w trybie sterowania pogodowego duża bezwładność ogrzewania podłogowego może w niektórych przypadkach działać na jego niekorzyść. W pomieszczeniach o dużym przeszkleeniu może dochodzić do przekroczenia zadanej temperatury pomieszczenia, np. w czasie dużego nasłonecznienia, kiedy taka sytuacja stanowi problem w użytkowaniu systemu, można rozważyć sterowanie pompą ciepła poprzez sterownik pomieszczenia referencyjnego. Wówczas pompa ciepła pracuje wobec zapotrzebowania pomieszczenia, które zostanie wybrane jako pomieszczenie odniesienia dla całego obiektu. Taki rodzaj sterowania jest szczególnie zalecany przy obiektach o dużych powierzchniach otwartych, z nieregulowanym ogrzewaniem podłogowym. O ile w układach z niesterowalną instalacją ogrzewania podłogowego możemy zrezygnować z montażu zbiornika buforowego, o tyle w systemach, w których mamy do czynienia z układem ogrzewania podłogowego, gdzie każde pomieszczenie jest sterowane według osobnego termostatu pokojowego lub przy instalacji z grzejnikami z głowicami termostaticznymi, bufor jako sprzęgło hydrauliczne jest nieodzowny. W przypadku braku bufora i w układzie sterowalnym, w razie wygrzania instalacji i odcięcia obiegów grzewczych, pompa ciepła może wchodzić w stan awarii związany z brakiem odbioru energii, przepływu, tzw. wysokie ciśnienie.

Klimakonwektory z PC

Kiedy klient nie decyduje się na system ogrzewania podłogowego w całym obiekcie lub z przyczyn technicznych jest ono



Rys. 1. Przykładowy projekt ogrzewania podłogowego z w domu jednorodzinnym z pompą ciepła.

niemożliwe do wykonania (np. termomodernizacja), warto rozważyć zastosowanie konwektorów wentylatorowych. Urządzenia te są wyposażone w wentylator oraz nagrzewnicę wodną. Dzięki wentylatorowi wydajność przekazywania ciepła do otoczenia jest znacznie wyższa w porównaniu z tradycyjnymi grzejnikami płytowymi, a wymagana temperatura zasilania jest niższa niż przy grzejnikach. Niektóre konwektory wentylatorowe mogą pracować efektywnie przy temperaturach zasilania ogrzewania podłogowego, czyli około 35°C, co niewątpliwie jest ważne w instalacji z pompą ciepła. W budynkach mieszkaniowych, gdzie na parterze instalowane jest ogrzewanie podłogowe, a na pierwszym piętrze klient z niego rezygnuje i decyduje się na grzejniki, zawsze warto rozpatrzyć niskotemperaturowe konwektory wentylatorowe. W przypadku zastosowania tradycyjnych grzejników ich gabaryty i wygląd mogą nie do końca komponować się z nowoczesnym wystrojem wnętrza, a wymagana temperatura zasilania będzie zdecydowanie

Urządzenie	Sprężarka 1,6 kW	Pompa solanki 0,164 kW	Pompa c.o. 25-60: 0,061 kW	Pompa c.w.u. 25-60: 0,061 kW	Grzałka c.w.u. 6 kW
Czas pracy [h]	1638	1865	3527	355	15
Pobrana energia [kWh]	2621	273	215	22	90
% udział	81	8	7	1	3
Koszt PLN	1441	150	118	12	50
Całość	1771				

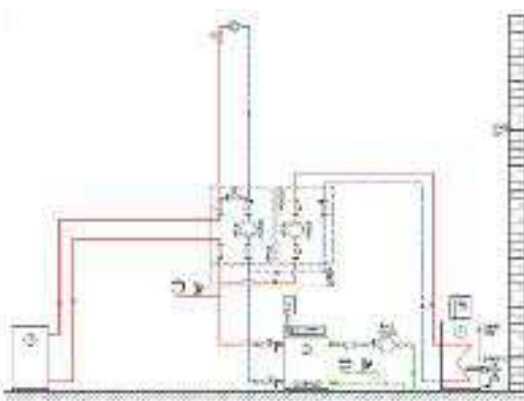
wyższa. Wymagana temperatura zasilania nawet przewymiarowanych grzejników płytowych będzie oscylować w granicach około 45°C (COP około 3.0). Należy pamiętać, iż zwiększenie temperatury zasilania o 1 K powoduje spadek wydajności systemu na poziomie 2,5%, więc zwiększenie temperatury zasilania przy konwencjonalnych grzejnikach do poziomu 45°C spowoduje spadek wydajności systemu w porównaniu z ogrzewaniem podłogowym o około 25%. Warto również nie zapominać o prawidłowym

doborze pomp obiegowych, każda pompa obiegowa pobiera energię elektryczną, co jest oczywiście stratą energii w układzie i dodatkowym kosztem. Należy tak zaprojektować układ, aby pompy obiegowe były dopasowane do rzeczywistych oporów hydraulicznych w układzie, gwarantowały odpowiedni przepływ wody grzewczej przez pompę ciepła i zapewniały bezawaryjną pracę pompy ciepła w każdym stanie pracy systemu. W standardowym układzie pompy ciepła w domu jednorodzinnym pom-

pa obiegu grzewczego powinna pracować około 3500 h podczas sezonu grzewczego. Warto też zgłębić się w algorytm pracy pomp obiegowych, czy pracują one ciągle podczas sezonu grzewczego, czy może załączają się cyklicznie wg zapotrzebowania. Dla przykładu pompa 25-60 pobiera stosunkowo na 1/2/3 biegu następującą moc elektryczną 43/61/84 W. Jest to pompa, która przy poprawnie wykonanej konstrukcji hydraulicznej układu i w zależności od jej funkcji i oporów hydraulicznych może być zastosowana do pompy ciepła o mocy do około 16 kW. Jeżeli jesteśmy w stanie wykorzystać w układzie c.o. tylko jedną pompę obiegową, to wówczas koszt eksploatacji będzie następujący (zakładając 1 kWh = 55 gr): 83 zł/ 117 zł/ 161 zł w skali roku, tylko przy wykorzystaniu jednej pompy obiegowej. W przypadku, gdy posiadamy np. 3 obiegi grzewcze oraz pompę ładującą bufor, ten koszt może być nawet do czterech razy wyższy, oczywiście przy założeniu, że stosujemy pompy stałobrotowe na poziomie 25-60. Warto również zachować umiar w stosowaniu wszelkiego rodzaju zaworów z siłownikami elektrycznymi, które również pobierają energię elektryczną

Przygotowanie c.w.u.

Kolejnym i często nieodzownym elementem systemu jest przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Niemalże każda pompa ciepła powinna być ją w stanie przygotować na potrzeby domu jednorodzinnego, bez konieczności wspomaganie ze strony drugiego źródła ciepła (kocioł lub grzałka). Standardowo przyjmuje się około 200 W na osobę mocy grzewczej pompy ciepła. Jest to odpowiednik pojemności 100 l o temperaturze 45°C przygotowanej w czasie 24 h, np. w przypadku, gdy rodzina jest pięcioosobowa, dodatkowa moc pompy ciepła do przygotowania c.w.u. powinna wynosić 1 kW. Pompa ciepła, jako źródło niskotemperaturowe, często dysponuje temperaturą zasilania nie wyższą niż 60°C, jest to jednak temperatura w zupełności wystarczająca, aby przy zastosowaniu dedykowanego zasobnika oraz pompy obiegowej zapewniającej wymagany przy-



Rys. 2. Przykładowy schemat hydrauliczny instalacji z pompą ciepła. 1.2 – pompa ciepła solanka/woda; 3 – zbiornik buforowy c.w.u.; 4 – podgrzewacz c.w.u.; M13 – pompa obiegowa c.w.; M18 – pompa obiegowa c.w.u.; KPV 25 – grupa pompowa c.o. z zaworem ciśnieniowo – upustowym, WWM 25 – grupa pompowa c.w.u.; R1 – czujnik temperatury zewnętrznej tzw. pogodowy; R3 – czujnik c.w.u., E9 – grzałka kotłownicza c.w.u.

ływ osiągnąć temperaturę wody użytkowej nawet do 50°C w zasobniku. Zasobnik wody użytkowej powinien zostać dobrany do zapotrzebowania na ciepłą wodę w konkretnym obiekcie, należy zwrócić uwagę, czy w budynku są tylko prysznice czy wanna. Kolejnym ważnym elementem jest moc grzewcza pompy ciepła. Wielkość wymiennika ciepła w podgrzewaczu musi zostać dobrana do konkretnej pompy ciepła. Przybliżona wartość inżynierska to 0,25 m² powierzchni wymiany węzownicy na 1 kW mocy grzewczej pompy ciepła. Czyli do pompy ciepła o mocy grzewczej np. 10 kW, węzownica powinna mieć minimalnie 2,5 m². Moc grzewcza, jaką tutaj przyjmujemy, powinna być odczytana z charakterystyki pompy ciepła nie przy parametrach B0W35, ale wartościach maksymalnych przy pracy z maksymalną temperaturą dolnego źródła. Tak więc dla przykładu pompa ciepła solanka/woda przy parametrach normatywnych B0W35 posiada moc grzewczą 11,3 kW (wymagana węzownica 2,8 m²), jednakże latem, gdy dolne źródło w postaci kolektora płaskiego jest wygrzane, solanka może osiągać temperatury nawet do 20°C (szczególnie przy systemach chłodzenia), wówczas moc grzewcza tej samej pompy ciepła będzie wynosić około 17 kW (wymagana węzownica 4,25 m²). Widzimy więc, iż paradoksalnie im wyższa jest moc grzewcza pompy cie-

pła, tym niższe temperatury w zasobniku można uzyskać. Nie jest to problemem, jeżeli klient jest o tym poinformowany. Jednakże jeżeli jest przyzwyczajony do wyższych temperatur c.w.u., należy tak zaprojektować instalację, aby o każdej porze roku był zapewniony wymagany komfort cieplej wody użytkowej. Dla przykładu przy pompach ciepła typu powietrze/woda ten sam aspekt jest jeszcze bardziej wyrazisty, gdyż moc grzewcza pompy ciepła jest silnie uzależniona od temperatury zewnętrznej. Dla przykładu pompa 11 kW przy A7/W50 posiada moc grzewczą przy A-20/W50 około 5 kW, a przy A30W50 16 kW. Co do nastawy temperatury c.w.u., to zdecydowanie zalecam, aby pompa ciepła pracowała na możliwie najniższych parametrach. W przypadku,

gdy w obiekcie głównie wykorzystywane są prysznice, zalecam nastawę na poziomie 40-42°C, jeżeli mamy do czynienia z wanną, to zaleca się wyższą nastawę na poziomie 47°C. Ciekawym zjawiskiem jest fakt, iż w zasobnikach węzownicowych przy naładowaniu zasobnika do zadanej temperatury węzownica w ciągu kolejnych minut oddaje w dalszym ciągu ciepło i, mimo iż pompa ciepła dogrzała wodę w podgrzewaczu do np. 40°C, w konsekwencji uzyskujemy 42°C. W standardowym domu jednorodzinnym rozkład zapotrzebowania c.o./c.w.u. wynosi zazwyczaj na poziomie 80%/20% w skali roku. Przy racjonalnym korzystaniu z c.w.u. pompa ciepła może pracować około 1 godziny dziennie na przygotowanie ciepłej wody, co daje w skali roku czas pracy pompy ciepła na c.w.u. na poziomie 360 h.

Tabela przedstawia czasy pracy standardowego systemu z pompą ciepła typu solanka/woda o mocy grzewczej 7 kW, zainstalowanego w domu jednorodzinnym o powierzchni 130 m². W zasobniku c.w.u. zainstalowano grzałkę elektryczną do termicznej dezynfekcji załączaną raz w miesiącu do termicznej dezynfekcji. Jest to rzeczywisty system pracujący w okolicach Poznania. Koszty oszacowano, przyjmując cenę 1 kWh = 55 gr.



Przemysław Radzikiewicz

Ilustracje: Glen Dimplex Polska.