

► Przemysław Radzikiewicz

DIMPLEX

■ Dwie pompy ciepła w domu jednorodzinnym w Inowrocławiu

O inwestycji: inwestor prywatny, dom parterowy z poddaszem użytkowym. Budynek o powierzchni 180 m². W obiekcie pracuje niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe o maksymalnej temperaturze zasilania 35°C na parterze oraz na poddaszu użytkowym. Dom zamieszkuje 3 oso-

by, a więc dla nich też obliczono zużycie wody i dobrano pompę ciepła na cele c.w.u. W instalacji ciepłej wody stosowano cyrkulację.

Przedstawiany obiekt to nowy budynek, inwestor zdecydował się na instalację pomp ciepła już na etapie projektowania domu, dzięki czemu możliwe było dostosowanie systemu ogrzewania do pracy pompy ciepła. Miało to również wpływ na łatwe wykonanie (ułożenie) systemu dolnego źródła pompy ciepła wokół budynku i umożliwiło bezkolizyjne zagospodarowanie ogrodu i podjazdów.

Całkowity koszt instalacji z urządzeniami i wykonawstwem to 51 tys. zł netto (w tym koszt odwiertów około 18 tys. zł).

Dwie pompy ciepła:

1. pompa grzewcza typu solanka/woda Dimplex SI 11TE:

- COP B0/W35: 4,4;
- moc B0/W35: 11,8 kW;
- instalacja: wewnętrzna;
- dolne źródło: grunt;
- kompletna automatyka oraz zestaw czujników w zakresie dostawy, zdalne sterowanie przez sieć Ethernet.

Jako dolne źródło wykonano dwa odwierty pionowe o głębokości około 110 m, z rury PE 40 mm, jako środek przeciwzamrożeniowy zastosowano roztwór glikolu polipropylenowego. Odwierty wykonano w ogrodzie, w niedalekiej odległości od garażu. Ponieważ są to dwa odwierty, rozdzielacz dolnego źródła został zainstalowany w kotłowni, w miejscu instalacji pompy ciepła.

Dzięki temu, że pompa ciepła współpracuje z ogrzewaniem niskotemperaturowym,

było możliwe uzyskanie wysokich wartości współczynników COP oraz SPF. Nie było również konieczności montażu dodatkowego źródła ciepła w postaci kotła, grzałek elektrycznych lub kominka, urządzenie pracuje w systemie monowaletnym (bez wspomaganie drugim źródłem ciepła).

2. pompa ciepła do ciepłej wody użytkowej Dimplex BWP 30HLW typu powietrze/woda:

- moc grzewcza 1870 W;
- moc sprężarki max 615 W;
- COP 3,5;
- moc dodatkowej grzałki 1,5 kW;
- dolne źródło: powietrze wewnętrzne lub zewnętrzne;
- zasobnik 300 l;
- dodatkowa wężownica do podłączenia 2 generatora ciepła (kocioł grzewczy, pompa ciepła).

Instalacja: wewnętrzna.

Pompę ciepła zainstalowano w pomieszczeniu technicznym. Powietrze zasysane dostarczane jest do urządzenia poprzez przewody powietrzne. Latem urządzenie poza grzaniem c.w.u. spełnia również rolę klimatyzacji, schładzając powietrze wewnętrzne, zimą natomiast pobiera energię z pomieszczenia technicznego oraz garażu. Osobną pompę do ciepłej wody zastosowano ze względu na:

- wymuszoną wentylację pomieszczeń,
- możliwość schładzania powietrza wewnętrznego latem,
- niezależne źródło podgrzewania c.w.u.,
- brak obciążenia dolnego źródła do przygotowania c.w.u. Całkowita regeneracja dolnego źródła w okresie letnim, umożliwia uzyskanie wysokich wartości

współczynników (COP, SPF) w sezonie grzewczym,

- niewyczerpalne dolne źródło,
- bardzo niski koszt przygotowania c.w.u., miesięcznie około 40 zł.

Dodatkowe źródło ciepła w postaci grzałki elektrycznej nie jest używane, gdyż pompa BWP 30HLW pracuje z powietrzem wewnętrznym, które przez cały rok ma temperaturę wyższą niż minimalna graniczna temperatura pracy (+8°C).

Dane z eksploatacji

System na chwilę obecną pracuje około 2,5 roku. Ponieważ nie zainstalowano urządzeń pomiarowych dedykowanych tylko pompie ciepła, nie jest możliwe precyzyjne wyliczenie wartości takich współczynników, jak SPF czy COP. Niemniej jednak z zdanych parametrów pracy informacje te można oszacować.

SI11TE – średnioroczny czas pracy pompy ciepła to około 1800 godzin. Ponieważ pompa ciepła współpracuje jedynie z niskotemperaturowym ogrzewaniem podłogowym, wartość COP jest wysoka w każdych warunkach pracy i wynosi przez cały rok powyżej 4,0. Wynika to z prawidłowo dobranej i wykonanej instalacji dolnego oraz górnego źródła. Koszty eksploatacji dodatkowego źródła ciepła nie istnieją, gdyż nie było konieczności jego zainstalowania. Ponieważ klient wystąpił o instalację licznika dwutaryfowego, w związku z czym eksploatacja pompy ciepła jest jeszcze tańsza i wyniesie:

1800 h × 2,66 kW = **4788 kWh**

2,66 kW – pobór mocy elektrycznej przy B0/W35

Taryfa dzienna – szczytowa: 0,3766 zł/kWh netto





Hotel z pompą ciepła w Kruszwicy

W prezentowanym hotelu zainstalowano pompę ciepła Dimplex LA 60TU, pompę typu powietrze/woda. Pompa pracuje w hotelu na potrzeby ogrzewania oraz przygotowania c.w.u. Zamontowano ją w ramach modernizacji obiektu. Głównym powodem zastosowania właśnie pompy ciepła były wysokie koszty ogrzewania, opartego na kotle olejowym. Koszt modernizacji kotłowni wyniósł około 100 000 zł netto. Wykorzystano istniejący już kocioł jako źródło szczytowe załączane w razie konieczności dogrzenia obiektu, np. gdy temperatura zewnętrzna spada poniżej -10°C .

Oszczędności w eksploatacji wyniosły około 60% w stosunku do poprzednich kosztów analogicznego okresu. Pompa ciepła zasila instalację ogrzewania podłogowego na parterze oraz instalację grzejnikową na pierwszym piętrze. Ciepła woda jest przygotowana w podgrzewaczu pojemności 500 litrów. W kotłowni wykorzystano istniejącą już instalację c.o. oraz c.w.u., jedynym nowym elementem systemu była pompa ciepła wraz z pompą obiegową. Parametry zainstalowanej pompy ciepła LA60TU:

- moc grzewcza A2/W35: 50 kW;
- COP A2/W35: 3,7;
- moc grzewcza A7/W35: 60,1 kW;
- COP A7/W35: 4,1;
- zakres temp. pracy: od -20°C do $+35^{\circ}\text{C}$;
- max temp zasilania: 65°C .

Zintegrowany pomiar energii grzewczej oraz SPF. Praca drugiego źródła ciepła jest sporadyczna, gdyż sama pompa ciepła dostarcza wymaganej mocy do około -10°C , nie zastosowano dodatkowych grzałek elektrycznych. ■

Taryfa pozaszczytowa: 0,2575 zł/kWh netto
 Udział taryf to 7:17 (30%/70%)

Koszt całkowity to: 1404 zł netto za cały rok, czyli $\times 1,23\%$ z VAT = **1727 zł brutto**
Koszt eksploatacji pompy do c.w.u., czyli BWP30HLW to około 40 zł miesięcznie.

Koszty awarii, serwisu oraz przeglądów nie wystąpiły. Pompy ciepła pracują bezobsługowo, więc nie wymagają okresowych przeglądów.

► Małgorzata Smuczyńska

NIBE

■ Dom jednorodzinny z gruntową pompą ciepła NIBE F1150

Gruntowa pompa ciepła NIBE F1150 została zainstalowana w 2009 roku, w nowo wybudowanym budynku mieszkalnym jednorod-



Instalacja pompy ciepła NIBE F1150 wraz z 300- -litrowym zasobnikiem c.w.u. NIBE VPA 300/200 i modułem wentylacyjnym NIBE FLM 30

zinnym, o konstrukcji murowanej (pustak ceramiczny 25). Urządzenie jest wyposażone w inwerterowo sterowaną sprężarkę, dzięki czemu w płynny sposób dostosowuje swoją wydajność do aktualnego zapotrzebowania na ciepło w danym momencie. Dodatkowo urządzenie ma wbudowaną grzałkę elektryczną o mocy 9 kW. Pompa ciepła F1150 zapewnia ogrzewanie powierzchni 200 m^2 budynku i współpracuje ze zbiornikiem NIBE VPA 300/200, w którym przygotowuje ciepłą wodę użytkową dla 4-osobowej rodziny. W celu zapewnienia komfortu cieplnego budynku, dodatkowo zastosowano moduł wentylacyjny NIBE FLM 30, który zapewnia wentylację wywiewną budynku, a odzyskane ciepło dodatkowo wspomaga i regeneruje dolne źródło. Dolne źródło stanowi pionowy kolektor gruntowy, natomiast górne źródło to ogrzewanie podłogowe oraz grzejnik płytowy w garderobie i łazience.



Moduł wentylacyjny FLM 30 współpracujący z gruntową pompą ciepła NIBE F1150

Łączny koszt eksploatacji urządzenia w sezonie grzewczym 2009/2010 (okres od 17 lipca 2009 do 3 lipca 2010) wyniósł 2882,60 zł przy całkowitym zużyciu energii elektrycznej 5730 kWh i całkowitej ilości ciepła zużytego na potrzeby c.o. i c.w.u.



Jednostka wewnętrzna NIBE SPLIT ACVM 270



Jednostka zewnętrzna pompy ciepła NIBE SPLIT AMS 10

83,94 GJ (licznik prądu wskazuje zużycie energii elektrycznej sprężarki pompy ciepła wraz z automatyką sterującą i pompami obiegowymi: dolnego źródła i układu grzewczego).

Przez większą część roku pompa ciepła nie musi pracować swoją pełną mocą. NIBE F1150 może działać w paśmie wydajności od 4,5 do 16 kW.

Koszt urządzeń wyniósł 39 900 zł brutto, a koszt wykonania kolektora gruntowego pionowego 25 900 zł brutto.

Pompa ciepła na powietrze zewnętrzne NIBE SPLIT

W 2010 roku w wolno stojącym budynku mieszkalnym jednorodzinnym o powierzchni użytkowej 200 m², położonym w małej miejscowości w okolicach Łodzi (III strefa klimatyczna), zainstalowano pompę ciepła NIBE SPLIT, która jako źródło ciepła wykorzystuje powietrze zewnętrzne. NIBE SPLIT stanowi kompletny energooszczędny system do ogrzewania, chłodzenia i przygotowania ciepłej wody użytkowej dzięki zintegrowanemu ogrzewaczowi wody o pojemności 270 litrów. Urządzenie składa się z jednostki wewnętrznej ACVM 270 oraz jednostki zewnętrznej AMS10. Pompa wyróżnia się modulowaną mocą grzewczą w zakresie od 3,5 do 12 kW (przy 7/45°C zgodnie z EN 14511), bardzo szerokim zakresem warunków pracy: od -20 do 43°C, a także możliwością podłączenia dodatkowych źródeł ciepła.

W okresach szczytowego poboru ciepła, gdy temp. otoczenia spada poniżej -9°C, zainstalowaną pompę ciepła wspomaga wbudowany w jednostce wewnętrznej



Gruntowa pompa ciepła NIBE F1245 – 8kW

moduł elektryczny. Ponieważ jest to nowy model w ofercie powietrznych pomp ciepła NIBE, realny koszt eksploatacji będzie można podać dopiero w 2012 roku, ze względu na to, że budynek nie jest jeszcze zamieszkały i jest to pierwszy sezon grzewczy. Pompa ciepła ma osobny licznik energii elektrycznej, który po 3 miesiącach eksploatacji (październik–grudzień) wskazuje zużycie 2900 kWh. Szacunkowo możemy jednak obliczyć (wyliczenie w programie NIBE VP DIM), że roczny koszt energii do zasilania pompy ciepła wyniesie około 3600 zł przy całkowitym zużyciu energii elektrycznej 7200 kWh.

Koszt urządzeń wyniósł 36 500 zł brutto.

Dwufunkcyjna gruntowa pompa ciepła NIBE F1245

Dwufunkcyjna gruntowa pompa ciepła NIBE F1245 o mocy 8 kW została zainstalowana w lipcu 2010 roku, w domu jednorodzinnym o powierzchni 142 m² położonym w miejscowości Żuki (woj. podlaskie). Urządzenie ma zintegrowany wężownicowy zbiornik c.w.u. o pojemności 180 litrów, dzięki czemu oprócz ogrzewania budynku zapewnia mieszkańcom ciepłą wodę użytkową. Pompa ciepła NIBE F1245 standardowo wyposażona jest w energooszczędne pompy obiegowe kolektora gruntowego i systemu grzewczego (klasa energooszczędności A), zawór 3-drogowy rozdzielający przepływy między c.o. a c.w.u. oraz grzewczy moduł elektryczny 9 kW (3 × 3 kW), który okresowo przegrzewa ciepłą wodę, co zapobiega rozwojowi bakterii typu Legionella Pneumonia. Moduł elektryczny szczytowo wspomaga też pracę pompy ciepła.

Dolne źródło instalacji stanowi pionowy kolektor gruntowy (2 odwierty po 100 m), natomiast górne źródło to ogrzewanie grzejnikowe.

Łączny koszt eksploatacji urządzenia w okresie od 1 lipca do 31 grudnia 2010 wyniósł 528 zł (licznik dwutaryfowy), przy całkowitym zużyciu energii elektrycznej 1530 kWh.

Instalacja pompy ciepła NIBE F1245, w miejsce wcześniej funkcjonującego kotła elektrycznego, pozwoliła na czterokrotną redukcję kosztów ogrzewania budynku. Koszt urządzenia wyniósł 34 038 zł brutto, a koszt wykonania kolektora pionowego 21 900 zł brutto. ■

► Marek Skupiński

HIBERNATUS



Zakład Pielęgnacyjno-Opiekuńczy w Ciężkowicach – widok ogólny

Pompy ciepła firmy Hibernatus pracują w wielu obiektach nie tylko mieszkaniowych, ale – co istotne – budynkach użyteczności publicznej, gminach, zakładach usługowo-przemysłowych, szkołach, bankach, obiektach służby zdrowia. To właśnie z myślą o tym segmencie budownictwa Hibernatus wyspecjalizował swoją ofertę pomp ciepła oraz poświęcił dużo czasu i sił, by wypracować swoją pozycję.

■ Zakład Pielęgnacyjno-Opiekuńczy w Ciężkowicach/Jaworzna

Ośrodek ten przeznaczony jest dla osób, których stan zdrowia wymaga udzielania całodobowych lub całodziennych świadczeń zdrowotnych w odpowiednim stałym pomieszczeniu.

Dane obiektu:

- kubatura łączna 7163 m³;
- zapotrzebowanie ciepła dla ogrzewania obiektu 117,18 kW;
- zapotrzebowanie ciepłej wody użytkowej: dobowe – 4,2 m³/h, maksymalne godzinowe – 0,6 m³/h.

Opis instalacji:

Koncepcja zastosowania pomp ciepła pojawiła się w momencie poszukiwania oszczędności w technologii wytwarzania ciepła dla obiektu. Podczas doboru pomp ciepła kierowano się zasadą, że powinny pokryć one ~70% potrzeb centralnego ogrzewania oraz grzania ciepłej wody użytkowej. Kotły olejowe, jako bivalente źródło ciepła, pracuje głównie na uzupełnienie dogrzewu. Zarówno kotły olejowe, jak i pom-

py ciepła dostarczają ciepło do sprzęgła cieplnego (jest to specjalny zbiornik podzielony na 3 strefy temperaturowe), natomiast z niego jest pobierane ciepło na potrzeby instalacji centralnego ogrzewania oraz ciepłej wody użytkowej. W ramach modernizacji źródła ciepła dobrano pompę ciepła firmy Hiberantus model W14W3x2E o mocy grzewczej 80 kW. Dolnym źródłem ciepła dla tego urządzenia jest woda studzienna. Dwie studnie głębinowe, biorcza oraz zrzutowa, wykonane zostały na terenie przyległym do budynku (głębokość każdej studni to ~50 mb).

Opis inwestycji:

- data realizacji **2005**,
 - koszt inwestycji **268 000 zł brutto**, w tym zawiera on:
 - pełną dokumentację technologiczną,
 - dostawę i montaż urządzeń maszynowni pomp ciepła,
 - wykonanie studni głębinowych oraz ich uzbrojenie,
 - wykonanie przyłączy poziomych studni głębinowych z maszynownią pomp ciepła.
 - zapotrzebowanie na ciepło zakładu wynosi ~898 GJ,
 - roczne koszty ogrzewania obiektu odnoszące się do ceny oleju opałowego oraz energii elektrycznej oraz oszczędność wynikające z zastosowania pomp ciepła.
- Do kosztów nie zostały dodane wydatki związane z obsługą urządzeń. Pompy ciepła są urządzeniami bezobsługowymi.



Jedna ze studni (dolne źródło dla pompy ciepła) usytuowana na terenie placówki

W okresie gwarancji wymagany jest przegląd serwisowy dwa razy w roku.

Suma oszczędności w okresie 5 lat wyniosła 216 843,69 zł, cała inwestycja powinna się już zwrócić w okresie następnego roku. ■



Pomieszczenie z kotłami olejowymi, pompą ciepła Hibernatus W14W3x2E i sprzęgłem ciepła

	2006	2007	2008	2009	2010
Koszt oleju opałowego przed modernizacją	78 418,12 zł	77 119,81 zł	91 141,59 zł	75 042,51 zł	89 064,29 zł
Koszt oleju opałowego po modernizacji	15 980,53 zł	15 715,95 zł	18 573,40 zł	15 292,63 zł	18 150,07 zł
Koszt energii elektrycznej po modernizacji (COP 4, dwutaryfowa)	17 378,61 zł	19 364,74 zł	20 854,33 zł	23 833,52 zł	28 798,84 zł
Roczne oszczędności	45 058,98 zł	42 039,12 zł	51 713,86 zł	35 916,36 zł	42 115,38 zł

► Dawid Pantera

VISSMANN

■ Dom jednorodzinny w Wodzisławiu Śląskim

Prezentowany obiekt to dom jednorodzinny z lat 90., wolno stojący o powierzchni użytkowej 142 m². Instalację grzewczą stanowią tu grzejniki oraz ogrzewanie podłogowe w stosunku 70% do 30%. Budynek zamieszkały jest przez rodzinę: 2 osoby dorosłe i 2 dzieci.

W 2006 roku przeprowadzono modernizację systemu grzewczego i wymieniono kocioł olejowy o mocy 15 kW na kompaktową pompę ciepła typu solanka/woda Vitocal 242-G o mocy 9,7 kW (B0/W35 EN255).

Dodatkowo inwestorzy zdecydowali się na montaż dwóch płaskich kolektorów słonecznych Vitosol 200-F do wspomaganie ogrzewania wody użytkowej.

Dolne źródło dla pompy ciepła stanowią dwa odwierty o głębokości 82 m każdy, w które wprowadzono sondy z pojedynczej U-rury o średnicy Ø40, a całość wypełniono czynnikiem niezamarzającym. Górne źródło początkowo nie było przygotowane do bezpośredniej współpracy z pompą ciepła, dlatego koniecznym było zamontowanie elementu uzupełniającego instalację w postaci bufora wody grzewczej Vitocell 100-E. Jego pojemność dobrana została dla zapewnienia wyrównoważenia hydraulicznego i wynosi 200 litrów.

O kosztach...

Przed modernizacją na cele grzewcze oraz na potrzeby przygotowania wody użytkowej kocioł olejowy zużywał rocznie 2250 litrów oleju. Przyjmując średnią cenę litra oleju 2,77 zł, generowało to koszt roczny ogrzewania na poziomie: **6232 zł**.

Po roku pracy pompy ciepła koszty ogrzewania zamknęły się kwotą **2753 zł**. Cała instalacja grzewcza osiągnęła współczynnik efektywności o wartości 3,6, natomiast pompa ciepła współczynnik 4,78. Roczne oszczędności wynoszą niemal **3500 zł**.

Koszt inwestycji zamknął się kwotą w okolicy 55 000 zł. Jeśli założymy roczny wzrost cen energii oleju i energii elektrycznej na poziomie 5%, to zwrot całej inwestycji wyniesie około 11 lat – po tym czasie in-

westycja będzie już tylko przynosiła zyski. Co zdecydowało o modernizacji systemu i montażu pompy ciepła? Brak hałasu pracującego urządzenia, brak zapachu paliwa (zapach oleju niestety był trochę wyczuwalny), bezpieczeństwo instalacji, niższe koszty eksploatacyjne.

Zespół sanatoryjny w Kamieniu Śląskim

Zespół turystyczno-wypoczynkowo-rekreacyjny z zapleczem sanatoryjnym, hotelowym i konferencyjnym. Całość została odbudowana z ruin do nowoczesnego kompleksu. Ogrzewanie części budynków stanowiły dwa kotły olejowe o mocy 225 kW każdy.



Pompa ciepła Vitocal 242-G i 2 kolektory Vitosol 200-F zamontowane w domu jednorodzinny w Wodzisławiu Śląskim



Budowa wewnętrzna pompy Vitocal 242-G o mocy 6 kW

Podczas odrestaurowywania obiektu zdecydowano się na inwestycję w pompy ciepła solanka/woda oraz montaż płaskich kolektorów słonecznych. Na potrzeby centralnego ogrzewania oraz przygotowania wody użytkowej pracuje łącznie pięć pomp ciepła Vitocal 300 w układzie kaskadowym o łącznej mocy 406 kW. Trzy zbiorniki buforowe magazynujące wodę grzewczą o pojemności 1500 litrów każdy, oraz dwa zbiorniki wody użytkowej po 1000 litrów mieszczą się tym samym pomieszczeniu co i pompy ciepła.

Dolne źródło stanowi 45 odwiertów pionowych po 180 m każdy, co daje w sumie ponad 8 km wymiennika. Instalację kotłów olejowych zabudowano w taki sposób, aby stanowiły tzw. źródło szczytowe na wypa-



Dwie pompy ciepła Vitocal 300 i kolektory Vitosol 100-F pracujące w Kamieniu Śląskim

dek dużego zapotrzebowania ciepła. Woda użytkowa ogrzewana jest dodatkowo przez baterię 60 płaskich kolektorów słonecznych Vitosol 100-F o łącznej powierzchni czynnej absorbera niemal 140 m². Podgrzewają one wodę w trzech zbiornikach wstępnych o pojemności 1500 litrów każdy.

Ile kosztuje eksploatacja?

Instalacja jest w pełni opomiarowana, dzięki czemu możliwe jest obliczanie miesięcznych kosztów eksploatacji. W roku 2009 oszczędności wyniosły nieco ponad 54 000 zł, a w roku 2010 już 66 440 zł.

Bardzo ciekawe zestawienie uzyskuje się w miesiącach letnich, gdzie wyraźnie widać pracę kolektorów słonecznych. W lipcu ogrzewanie wody użytkowej tylko olejem to koszt 20 000 zł, podczas gdy pracująca instalacja solarna obniża ten koszt niemal ośmiokrotnie do kwoty bliskiej 2500 zł. Co zdecydowało o instalacji z pompami ciepła? Jest to sanatorium, więc otoczenie musi być czyste i wolne od dymów i pyłów, konieczność budowania zbiorników na paliwo, brak szczególnym wymagań odnośnie pomieszczeń, gdzie mogą pracować pompy ciepła, oraz niskie koszty eksploatacyjne. ■

► Jerzy Grabek

JUNKERS

■ Pompa ciepła? Jak najbardziej!

Pompy ciepła są w Polsce coraz popularniejszym urządzeniem, jednak wielu inwestorów wciąż boi się tej formy ogrzewania, tłumacząc sobie, że rozwiązania te są zbyt nowe na rynku, niesprawdzone i mogą okazać się mało trwałe. Nic bardziej mylnego! Większość producentów sprzedaje swoje technologie na rynku polskim już od wielu lat, choć do tej pory były one po prostu mało popularne.

Rynek skandynawski, a w szczególności szwedzki jest dobrym przykładem dla tych wszystkich, którzy nie wierzą w trwałość rozwiązań z pompami ciepła. Są one stosowane tam już od wielu lat, a w 2006 roku

zainstalowano w Szwecji, w nowo budowanych budynkach ponad 120 000 pomp ciepła, co wskazuje, że zostały one zamontowane w 90% nowo wybudowanych domów! W Europie Zachodniej sprzedaż tego typu urządzeń wzrasta z roku na rok dwukrotnie. Przecież instalacja pompy ciepła w budynku to nie tylko oszczędności w eksploatacji, ale także brak zapotrzebowania na gaz czy olej opałowy, brak emisji dwutlenku węgla do otoczenia, czy trwałość i bezusterkowość instalacji przez wiele lat.

W chwili obecnej ograniczenia, jakie napotykał inwestor podczas wyboru instalacji wewnętrznej także zostały ograniczone do minimum. Natomiast jeden fakt pozostaje niezmienny: pompy ciepła uzyskują największą efektywność pracy we współpracy z niskotemperaturowymi systemami grzewczymi (temperatura zasilania c.o. około 40°C). Istnieją już w tej chwili syste-



my pozwalające na instalację podłogowego ogrzewania w podłodze z drewna. Nie ma zatem przeszkód, aby montować pompy w budynkach wybudowanych z drewnianych bali lub po prostu w domach, gdzie użytkownik planuje drewnianą podłogę. Coraz popularniejsze stają się także instalacje ściennie, w których nie ma potrzeby podnoszenia temperatury zasilania c.o. powyżej 40°C. Zatem nie tylko posadzki z ceramiki pozwalają na montaż instalacji z pompą ciepła.

Gruntowa pompa ciepła w podwarszawskim Grzymkowie

W miejscowości Grzymek pod Warszawą Dariusz Wrotniak zdecydował się na wykonanie ogrzewania domu pompą ciepła z wymiennikiem gruntowym. Jest to dwupiętrowy budynek o powierzchni użytkowej 170 m², gdzie na parterze jest około 80 m² ogrzewania podłogowego + 8 grzejników, a na piętrze jest również układ z ogrzewaniem podłogowym + grzejniki. Maksymalna temperatura pracy instalacji to 55°C. Do ogrzewania zastosowano dwufunkcyjną pompę ciepła Junkers TM 75-1, jako dolne źródło wykonano wymiennik gruntowy. Do wspomaganie ogrzewania ciepłej wody zastosowano z kolei dodatkowy zasobnik c.w.u. z 2 kolektorami serii Excellence marki Junkers. O pracy instalacji opowiadają sami właściciele...

Co skłoniło Pana do inwestycji w pompę ciepła?

Stawiając dom poza miastem, wiedziałem, że mogą być problemy z ogrzewaniem. Po-



Miejsce po odwiertach



Pompa ciepła TM 75-1 marki Junkers + zasobnik solarny



Płaskie kolektory słoneczne Excellence marki Junkers

nieważ koszty doprowadzenia gazu ziemnego do budynku były bardzo wysokie, zacząłem rozważać różne alternatywy – kocioł na gaz płynny, pellet. Nie bez wpływu na mój wybór był też fakt, iż od 25 lat pracuję w zawodzie instalatora i chcąc być uczciwym wobec moich klientów i... aby sprawdzić rzeczywistą ich pracę, zdecydowałem się na montaż pompy ciepła u siebie.

Rozumiem, że montażu dokonywał Pan sam?

Ależ, oczywiście! Nie wyobrażam sobie, abym pierwszej pompy ciepła nie montował u siebie! Montaż pompy ciepła i podłączenie do instalacji zajęło nam jeden weekend, uruchomienie nastąpiło 15 grudnia 2008 i na święta miałem ciepło w domu! Na dzień dzisiejszy mam już kilku zadowolonych klientów z zamontowaną u siebie pompą ciepła. Swój układ budowałem również z myślą o możliwości pokazywania jej moim przyszłym klientom i dlatego dodatkowo zamontowałem elektroniczny miernik zużycia energii tylko na pompie ciepła, umożliwiający mi stały monitoring zużycia prądu w sezonie grzewczym.

Jakie wrażenia?

Aby dokładnie sprawdzać koszty, zamontowałem osobny licznik energii elektrycznej tylko dla pompy ciepła. Starłem się dokonywać odczytów systematycznie, by móc dysponować wiarygodnymi danymi. Od 10 listopada 2009 do 31 lipca 2010 zużyłem tylko 3990 kWh – to mówi samo za siebie! A dodam, że utrzymujemy w budynku temperaturę pomiędzy 20 a 22°C i mamy za sobą wyjątkowo mroźną zimę. Zwracam uwagę na odczyty pomiędzy styczniem a marcem – miesiące te były bardzo zimne

(w styczniu 2010 wahania temperatury były nawet między 2°C a -25°C).

Data odczytu	Ilość kWh
1. 2009.10.15	1 947
2. 2009.11.15	2 517
3. 2009.12.19	3 188
4. 2010.01.09	3 807
5. 2010.02.16	4 874
6. 2010.03.06	5 503
7. 2010.04.10	5 690
8. 2010.05.10	5 823
9. 2010.07.31	5 937
Różnica	3 990 kWh

A jak sprawuje się solarny system wspomaganie ogrzewania ciepłej wody?

Nie mam zastrzeżeń, nawet w pochmurne grudniowe dni na wstępnym zasobniku była temperatura 30–40°C.

Rozważał Pan inne możliwości ogrzewania?

Naturalnie! Najpierw zastanawiałem się nad kotłem kondensacyjnym i kolektorami słonecznymi, następnie nad pompą ciepła powietrzną i kolektorami słonecznymi. Ze względu na usytuowanie mojego budynku na działce, mój wybór padł jednak na pompę gruntową.

Jak wyglądała sprawa z dofinansowaniem?

W jednym z banków była oferta promocyjna na odnawialne źródła energii, ale szczerze mówiąc – nie miałem czasu na załatwianie wszystkich formalności. Cała inwestycja została zrealizowana z moich środków własnych.

Dziękuję za rozmowę... ■

► Paweł Lachman

VAILLANT

■ „Szwec w butach chodzi” – dom fana pomp ciepła oczywiście... z pompą ciepła (przyp. redakcji)

Dom jednorodzinny, w którym mieszkam od blisko dwóch lat wraz z moją 4-osobową rodziną, ma ok. 250 m² powierzchni ogrzewanej. W typowym, architektonicznym projekcie budynku, zaprojektowano kocioł gazowy o mocy 27 kW, choć wymagana moc na c.o. wynosiła 17 kW. Zwiększenie mocy kotła o 10 kW było związane z dodatkiem na podgrzewanie wody użytkowej w zasobniku. Rzeczywiste projektowe straty ciepła w budynku zgodnie z PN EN 12831 wynoszą ok. 9,5 kW i ze względu na akumulacyjność ciepłą budynku dobrane zostało urządzenie grzewcze o mocy 10 kW (plus 6 kW wbudowanej grzałki elektrycznej), bez dodatku na ciepłą wodę użytkową.

Dlaczego pompa ciepła?

Na naszej działce jest gaz ziemny. Nie byłoby problemu z jego podłączeniem, a jednak... wybraliśmy sprężarkową pompę ciepła. Postawienie na to rozwiązanie było podyktowane różnymi względami. Wybraliśmy najbardziej niezawodny i najmniej awaryjny system grzewczy. Nie jest to jednak tylko moja opinia. Przekonało się o tym wielu użytkowników pomp ciepła. Pokazują to też wyniki różnych badań przepro-



Wygląd placu budowy podczas wiercenia otworów pod sondy i... wizja przyszłego pomieszczenia technicznego z pompą ciepła – kontrast duży, ale wszystko to tylko kwestia czasu



wadzonych w Europie. Nasze analizy wykazały, że pompa ciepła zapewni najniższe koszty eksploatacji i najniższe możliwe całkowite koszty roczne. Miała być to również w pewnym sensie inwestycja w przyszłą emeryturę, wydaje się być bowiem pewniejsza od aktualnego systemu emerytalnego. Dodatkowy koszt kredytu związany z tą inwestycją zwraca się na bieżąco w niższych kosztach eksploatacji i obsługi w stosunku do kosztów np. kotła gazowego. Był jeszcze jeden ważny powód. W miejscowości, w której mieszkamy (ok. 10 km od granic Krakowa), z kominów wszystkich domów często wydobywa się ciemny, z reguły brunatny dym. Inwestycja w pom-

pę ciepła jest to też nasz rodzinny wkład w ochronę środowiska. Wybór padł na pompę ciepła typu solanka/woda geoTHERM VWS 103/2 marki Vaillant z dolnym źródłem w postaci dwóch sond gruntowych o głębokości 108 m z pojedynczą u-rurką PE 100 o średnicy zewnętrznej 40 mm. Przestrzeń pierścieniowa otworu została wypełniona specjalną masą Calidutherm® (współczynnik przewodzenia $\lambda = 2,0 \text{ W/mK}$). Jako płyn niezamarzający (niskokrzepliwy) zastosowano gotowy wodny roztwór glikolu propylenowego 33% (temp. krystalizacji 15°C). O poprawnym doborze dolnego źródła świadczy fakt, że nawet w największe mrozy, temperatura dolnego źródła nie spadła ani razu poniżej 0°C.

Średni czas pracy sprężarki wynosi ok. 1700 h na rok, z tego 1300 h to czas pracy sprężarki na potrzeby c.o. i ok. 400 h na c.w.u.

Ważnym dodatkowym atutem przemawiającym za wyborem tej akurat pompy ciepła był fakt, że w 2008 jedna z pomp tej serii była zwycięzcą testu niemieckiego czasopisma Test, niemieckiej fundacji konsumentów Warentest.

Mój wybór można by potraktować jako ekstrawagancję, ale... w przeciwieństwie do wielu znajomych, nie chodzi tu przecież o wydatek np. 50 tys. zł na kamienny mur czy ułożenie płytek w łazience po 500 zł/m². Jestem przekonany, że większość osób, które pierwszy raz budują dom, nie zdają sobie sprawy, jak ważne są instalacje w budynku, a już szczególnie centralne ogrzewanie.

Koszt dodatkowej izolacji a wielkość pompy ciepła i dolnego źródła

W moim przypadku grubość izolacji na podłogach na gruncie wynosi min. 12 cm, izolacja ścian zewnętrznych – 15 cm, poddasza – 30 cm. Izolację ścian i poddasza wykonały dwie różne ekipy budowlane i każdej trzeba było „tłumaczyć”, dlaczego stosujemy tak grubą izolację cieplną. Wielu inwestorów nie wie, albo zapomina, że dołożenia np. 5 cm izolacji na ściany na etapie początkowym budowy, to dodatkowy wydatek rzędu zaledwie ok. 1000 zł, który zwraca się wielokrotnie i to już po paru miesiącach, dzięki zastosowaniu mniejszej pompy ciepła czy jej dolnego źródła. Polecam również zastosowanie okien w wariantcie trzyszybowym.

Optymalne rozwiązanie – bez bufora, ogrzewanie podłogowe i chłodzenie pasywne

Ostatecznie wybraliśmy pompę ciepła z wbudowanym zasobnikiem c.w.u. o pojemności 175 l, wykonanym ze stali szlachetnej i z funkcją pasywnego chłodzenia z wykorzystaniem instalacji ogrzewania podłogowego. W instalacji nie zastosowano bufora wody grzejnej, lecz bezpośrednio zasilanie obiegu ogrzewania podłogowego z wykorzystaniem funkcji regulatora bilansującego. Pojemność cieplna warstwy wylewki cementowej i całego systemu grzewczego jest porównywalna z pojemnością cieplną około 800 l wody w buforze. Działanie regulatora bilansującego energię przekazywaną do instalacji c.o. polega na ciągłej analizie wartości deficytu energii grzewczej i ilości energii dostarczonej do układu, co znacznie redukuje liczbę załączeń sprężarki.

W dobrze zaprojektowanych układach z bezpośrednim zasilaniem ogrzewania podłogowego, liczba załączeń sprężarki jest mniejsza niż 15 razy na dobę. W przypadku mojej instalacji wynosi ona jedynie 12 na dobę. W porównaniu z typowymi systemami z buforem c.o. jest to wielokrotnie mniej. Średni czas pracy jednego cyklu załączenia sprężarki to 40 min, wczesną wiosną ok. 30 min., przy dużych mrozach przekracza 80 min.

W domu nie ma kominka z płaszczem wodnym, lecz zwykły (do celów głównie rekreacyjnych). Można nim jednak ogrzać większość pomieszczeń w budynku. W 2010 r., kiedy drzewa obciążone szadzią obrywały linie wysokiego napięcia, kominiek spełnił swoją funkcję wyśmienicie.

W całym budynku zastosowano instalację ogrzewania podłogowego. Zakładane (proje-

Koszty inwestycyjne i eksploatacyjne

Roczne koszty zużycia energii w ostatnim roku w taryfie G11 wynosił ok. 2550 zł.

W przypadku zmiany taryfy na taryfę G12w koszt wyniesie ok. 2200 zł. Różnica w inwestycji w stosunku do instalacji z dobrej klasy kotłem gazowym wynosiła ok. 25 000 zł. Poziom oszczędności wynosi ok. 2200 zł w przypadku taryfy G12w i około 2000 zł dla taryfy G11. Oznacza to, że prosty okres zwrotu inwestycji wynosi ok. 11–13 lat. Dla porównania typowy okres użytkowania pompy ciepła wynosi 20 lat, zaś typowy okres użytkowania dolnego źródła wynosi ponad 50 lat. Jeżeli uwzględnić dodatkowo zastosowaną funkcję chłodzenia pasywnego to prosty okres zwrotu wynosi poniżej 9 lat.

ktowe) parametry pracy (zasilanie/powrót) wynosiły 30/25 °C dla temp. zewnętrznej –20 °C, rzeczywiste wyniosły ok. 27/22 °C. Bardzo dobrze sprawdziło się zastosowanie chłodzenia pasywnego z wykorzystaniem instalacji ogrzewania podłogowego. Przeciętnie przez około 30 dni w roku załączałem funkcję chłodzenia pasywnego (nazywana też „natural cooling”). Roczny koszt eksploatacyjny chłodzenia pasywnego wynosił ok. 100 zł i był ponad 5–6-krotnie niższy niż koszt działania typowej klimatyzacji typu Split.

Sezonowy współczynnik efektywności SPF i SEER

W większości projektów badawczych przeprowadzonych przez różne ośrodki badawcze współczynnik SPF dla pomp ciepła typu solanka/woda w nowych budynkach wynosi ok. 4,0. W przypadku systemu grzewczego z pompą ciepła w moim budynku wartość rocznego wsp. SPF wynosi ok. 4,5. W obli-

czeniu uwzględniona została energia roczna grzałki elektrycznej, pompy dolnego źródła, regulatora. Na tak wysoką wartość SPF wpływają niskie parametry projektowe temperatury zasilania/powrotu c.o. (27/22 °C), niski udział energii dla podgrzania ciepłej wody w całości systemu grzewczego (ok. 20%), funkcja chłodzenia pasywnego zwiększająca efektywność pompy ciepła zarówno dla podgrzewania wody w lecie, jak i efektywność ogrzewania c.o. na początku sezonu grzewczego. Wg moich obliczeń sezonowy współczynnik efektywności chłodzenia SEER przekracza wartość 15, co znacząco przewyższa typowe wartości dla klimatyzacji (ok. 3,3).

Internetowy system zdalnego sterowania i nadzoru vnetDIALOG

Niezwykle przydatny okazał się system nadzoru i sterowania internetowego pompą ciepła. Będąc w dowolnym miejscu świata za po-

mocą przeglądarki internetowej, mogę sprawdzić stan pompy ciepła, nastawić parametry takie jak np. temperatura pomieszczeń, czy program czasowy. Za pomocą specjalnych funkcji mogę odczytywać cyklicznie 20 dowolnych parametrów systemu, co 2 minuty przez 7 dni.

Co roku otrzymuję raport o zużyciu energii przez pompę ciepła. Na bieżąco otrzymuję komunikaty o sugerowanych zmianach w ustawieniach automatyki, pozwalających osiągnąć maksymalną efektywność systemu grzewczego lub najniższe koszty eksploatacyjne. Również w przypadku np. braku prądu otrzymuję stosowny komunikat SMS-em, mailem lub faksem.

Czy było warto?

Moja odpowiedź brzmi: zdecydowanie tak i jest zbliżona do tej, której udzielają tysiące zadowolonych klientów posiadających pompy ciepła... ■



► Michał Mika

DANFOSS

Dom Państwa Chołtys z powietrzną pompą ciepła

W 2009 roku Państwo Chołtys postawili wymarzony dom. Mając na uwadze swój wiek emerytalny i związane z tym następstwa, takie jak niskie przychody i coraz słabsze zdrowie zdecydowali się na pompę ciepła. Dla małżeństwa była to niełatwa decyzja. Z jednej strony mało znana w Polsce technologia ogrzewania domu i nietania inwestycja z koniecznością posilkowania się

kredytem, z drugiej zachęcająco wyglądająca projekcja kosztów za ciepło na poziomie popularnego „ekogroszku”. Istotnym elementem skłaniającym do zakupu pompy ciepła był także niski koszt podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Szczególnie w okresie letnim stosując np. kocioł na węgiel, mamy poważny problem nadprodukcji energii i związanych z tym strat zmuszający do poszukiwania na ten okres alternatywnych źródeł ciepła (np. solary), których zakup też przecież kosztuje. Państwo Chołtys mieli oczywiście duże obawy, tym bardziej, że w 80% zakup został sfinansowany przez preferencyjny kredyt BOŚ. Dziś zgodnie twierdzą: „Uznaliśmy, że warto było zainwestować w tego rodzaju system ogrzewania domu. Jesteśmy z niego bardzo zadowoleni”. Jednak oprócz aspektów ekonomicznych



Właściciel domu przy jednostce centralnej pompy DHP-A



Jednostka zewnętrzna ustawiona tuż przy domu

najważniejszym kryterium decydującym o wyborze źródła ciepła stała się jego bezobsługowość (ludziom starszym jest dużo trudniej wykonywać wszystkie czynności związane np. z opalaniem węglem). Pań-

stwu Chołtys pozostało już tylko wybranie między powietrzną pompą ciepła a pompą ciepła z wymiennikiem gruntowym. Znów z uwagi na koszty zdecydowali się na powietrzną pompę ciepła. Jedyna obawa towarzysząca tej decyzji związana była ze znacznym spadkiem efektywności tego rozwiązania w temperaturze poniżej -15°C .

Dane dotyczące inwestycji i koszty eksploatacyjne

1. Powierzchnia całkowita budynku 285 m², w tym powierzchnia ogrzewana na dzień dzisiejszy 151 m² z klatką schodową.
2. Liczba lokatorów: 2 osoby dorosłe.
3. Zapotrzebowanie na: ciepło 10,9 kW; c.w.u. 3000 kWh/rok.
4. Instalacja grzejnikowa zmieniona na ogrzewanie podłogowe.

Czy pompa się opłaca?

Od początku korzystania z pompy ciepła Państwo Chołtys skrupulatnie prowadzili statystyki pracy urządzenia. Zapisy dotyczyły nie tylko zużycia energii, ale także temperatury wewnątrz i na zewnątrz budynku. Zima była mroźna z temperaturą -10°C w dzień i poniżej -20°C w nocy. Ta-

kie spadki temperatury utrzymywały się nawet przez tydzień. Dzięki zastosowaniu systemu ogrzewania podłogowego średnie temperatury zapewniające komfort cieplny użytkownikom oscylowały w granicach $20,5^{\circ}\text{C}$ w dzień i 19°C w nocy. Koszty ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej wyniosły 3600 zł w skali roku, co daje średnio 300 zł miesięcznie. Dla porównania przeciętne rachunki za ogrzanie gazem ziemnym ciepłej wody użytkowej i nowego, dobrze izolowanego domu o powierzchni 151 m², z którego korzystają 2 osoby dorosłe to koszt rzędu ponad 6000 zł rocznie.

Sama inwestycja w powietrzną pompę ciepła jest porównywalna do inwestycji w kocioł kondensacyjny (instalacja, dodatko-

we, wydzielone pomieszczenie, komin, przyłącze gazowe).

Rzeczywiste koszty ogrzewania domu i wody użytkowej wg licznika energii, zamontowanego przy pompie ciepła DHP A 10 kWh dla pierwszego roku użytkowania budynku:

- okres 20.09.2009 do 01.04.2010 – zużycie 6069 kWh, koszt 2852,43 zł;
- okres 01.04.2010 do 06.09.2010 – zużycie 1049 kWh, koszt 493 zł;
- okres 06.09.2010 do 16.11.2010 – zużycie 1400 kWh, koszt 658 zł.

W sumie, do 16 listopada 2010 r., czyli przez okres 13 miesięcy zużyto 8518 kWh. Średnie roczne miesięczne rachunki to 300 zł. Dla porównania, w przypadku korzystania z gazu ziemnego byłoby to ok. 550 zł.

Dlaczego pompa Danfoss?

Na końcu trzeba była wybrać producenta pompy. Rozwiązanie Danfoss'a, pompę powietrzną DHP A, polecił zaufany instalator – firma Danpol. I już dziś, po 13 miesiącach pracy instalacji państwo Chołtys wiedzą, że była to trafna decyzja. Zarówno, jeśli chodzi o pompę, jak i firmę instalacyjną. „Firma Danpol podłączyła pompę w 2 dni. Jedyne serwisowanie miało miejsce na etapie regulowania krzywej grzania, co było wliczone w cenę instalacji. Pompa działa bardzo dobrze. Moduł jest ledwie słyszalny i tylko w przypadku intensywnej pracy pompy słychać szum w odległości 4–5 m pod warunkiem absolutnej ciszy na podwórku – mówi Eugeniusz Chołtys. „Ów szum

związany jest z pracą wentylatora na najwyższych obrotach”. – komentuje instalator z firmy Danpol.

Dwufunkcyjna pompa ciepła Danfoss

w wersji DHP-A jest innowacyjnym rozwiązaniem wykorzystujących darmowe ciepło zawarte w powietrzu zewnętrznym. Składa się z dwóch elementów – jednostki centralnej i modułu zewnętrznego. Umieszczenie jednostki centralnej wewnątrz budynku chroni ją przed wpływem warunków atmosferycznych, co zwiększa jej trwałość i niezawodność, eliminuje straty energii do otoczenia i ułatwia obsługę panelu sterowania. Umieszczenie modułu zewnętrznego poza budynkiem gwarantuje zachowanie stałego przepływu powietrza podczas normalnej czy wzmożonej pracy jednostki centralnej. Taka lokalizacja jest rozwiązaniem optymalnym, bowiem unikamy wprowadzania do budynku zimnego powietrza, a co za tym idzie strat ciepła. W celu utrzymania wysokiej sprawności modułu zewnętrznego Danfoss zaprojektował automatyczny system odszraniania, co dodatkowo minimalizuje zużycie energii elektrycznej, a także pozwala na skuteczną pracę nawet do -20°C . Pompa ciepła DHP-A jest całkowicie bezobsługowa. Cały rok w zależności od potrzeb dostarcza ciepło na potrzeby c.o. lub podgrzewa wodę użytkową w 180-litrowym zasobniku ze stali nierdzewnej. Nad wszystkimi procesami czuwa sterownik pompy z wbudowanym regulatorem pogodowym z wieloma parametrami, których zmiana pozwala uwzględnić indywidualne potrzeby użytkowników i ich budynku. Oczywiście wszystkim tym elementom przyświeca jeden cel – optymalizacja zużycia energii. ■