

# Trzy, dwa, jeden...



Pompy ciepła w domu w okolicach Hrubieszowa (po prawej stronie pompa ciepła DHP-C, która zasila ogrzewanie płaszczyznowe z możliwością klimatyzacji)

Pompa ciepła jest urządzeniem, kojarzonym najczęściej z ogrzewaniem domu. Tymczasem może ono zapewnić również przyjemny chłód latem i to bez niedogodności, jakie wiążą się z tradycyjną klimatyzacją. Okazuje się także, iż niekiedy, zamiast jednej pompy ciepła o bardzo dużej mocy, korzystniej jest zamontować kilka mniejszych. Umożliwi to podczas pracy optymalne dopasowywanie się pomp do wymagań budynku.

– Pompy ciepła to zupełnie inna klasa urządzeń niż na przykład kotły gazowe – podkreśla magister inżynier Karol Sawicz, współwłaściciel firmy Ciepłotech z Chełma. – Z niektórych kotłów można uzyskać od 8 do 24 kW, a zatem nadają się one do domów o bardzo różnej powierzchni. W przypadku pompy ciepła urządzenie dobiera się indywidualnie do każdego budynku, uwzględniając jego zapotrzebowanie na ciepło. Oprócz czynników technicznych, związanych z pracą tego źródła ciepła, ma to również znaczenie ekonomiczne. Za każdy dodatkowy kilowat mocy pompy ciepła należy bowiem zapłacić kilka tysięcy złotych! Ponadto większe urządzenie to później większe koszty eksploatacyjne. Należy zatem szanować pieniądze inwestora i dbać o warunki techniczne pracy urządzenia.

## Dobór rzecz najważniejsza

Pompa ciepła z uwagi na możliwość wyższych kosztów inwestycyjnych powinna być optymalnie dobrana. Zawsze należy wiedzieć ile wynosi maksymalne zapotrzebowanie danego obiektu na energię cieplną i jak często się ono pojawia.

– Wystarczy zrozumieć, że w sezonie grzewczym dom potrzebuje ciepła w maksymalnej ilości tylko przez kilka procent czasu – podkreśla Karol Sawicz. – Bez sensu jest zatem inwestowanie w większą pompę ciepła, która zapewni budynkowi maksymalną potrzebną ilość energii grzewczej. Na tego rodzaju ekstremalne warunki pompy ciepła mają grzałki, którymi można uzupełnić ewentualne niedobory. Ponieważ zmniejsza to wymaganą moc sprzężarki, rachunki za eksploatację będą niższe. W grę wchodzi również zastosowanie dodatkowych, szczytowych źródeł ciepła. Chociażby kominków, kotłów na paliwo gazowe oraz stałe itp. Dla tak dobranej pompy ciepła prawidłowo wykonane dolne źródło ciepła powinno odznaczać się odpowiednią pojemnością aby w rezultacie uzyskać optymalną efektywność układu grzewczego. Zapewni to najniższe koszty eksploatacyjne, nawet jeśli przez krótkie okresy występowała praca grzałek! Wniosek jest prosty. Każdą instalację należy planować indywidualnie dla danego budynku. Dolnego





▲ Proces wiercenia otworów kolektora pionowego



▲ Jeden z odwiertów pionowych z wystającymi końcówkami kolektora pionowego

źródła raczej nie należy dobrać automatycznie, zakładając na przykład 50 W ciepła z metra bieżącego odwiertu. To błąd! Warunki gruntowe są przecież bardzo różne oraz różna ilość energii będzie pobierana. Podobnie z całą resztą układu. Każda inwestycja wymaga drobiazgowej analizy techniczno-ekonomicznej.

## Inwestycja pierwsza

**Zestaw trzech pomp ciepła kosztował 60 tysięcy złotych (wszystkie ceny podane są w wartościach netto – przyp. red.).**

Pozostałe części instalacji wewnętrznej – ogrzewanie podłogowe, grzejniki oraz elementy łącznikowe i wspomagające oraz robocizna – 40 tysięcy złotych. Wykonanie kolektora pionowego, tranzytu oraz studzienek wraz z materiałami – 65 tysięcy złotych.

W jednej z miejscowości gminy Sawin leżącej w pobliżu Chełma powstał dom z krytym basenem o łącznej powierzchni 417 metrów kwadratowych (część mieszkalna – bez basenu i pomieszczeń technicz-

nych to 250 m<sup>2</sup>). Ściany budynku wzniesione są z suporeksu (32 cm) i ocieplone 10-centymetrową warstwą styropianu zabezpieczonego tynkiem. Wszystkie okna wykonane są z profili firmy Rehau. Dach pokryty jest gontem papowym przytwierdzonym do płyty OSB zabezpieczonej papą. Połączono dwudziestocentymetrową warstwą wełny mineralnej. Dom składa się z dwóch kondygnacji. Na parterze zastosowano ogrzewanie podłogowe, natomiast na piętrze część pomieszczeń wyposażona jest w grzejniki, a część w ogrzewanie podłogowe.

W domu zainstalowano aż trzy pompy ciepła. Pierwsza – Danfoss DHP-C o mocy 12 kW z zasobnikiem ciepłej wody użytkowej ze stali nierdzewnej (180 litrów) – odpowiada za produkcję ciepła dla ogrzewania podłogowego, a w okresie letnim również za tak zwane chłodzenie pasywne. Druga pompa ciepła – Danfoss DHP-L 12 kW, obsługuje ogrzewanie grzejnikowe w domu oraz wspomaga trzecią pompę

ciepła DHP-H 16 kW przy produkcji ciepłej wody użytkowej na potrzeby krytego basenu. Układ technologiczny wykonany jest w taki sposób, aby każda z pomp mogła przejąć na siebie funkcję podstawową, to znaczy ogrzewanie budynku.

– Planując tę instalację, od razu zakładałem jej pełną funkcjonalność – mówi Karol Sawicz. – Z basenu właściciel może w ostateczności przez jakiś czas nie korzystać. Natomiast priorytetem jest zawsze ogrzewanie pomieszczeń mieszkalnych. Dlatego instalacja jest zaplanowana w taki sposób, aby zapewnić komfort ciepły w domu. Dolnym źródłem dla instalacji jest sześć odwiertów pionowych o głębokości 100 metrów. W umieszczonych w nich sondach gruntowych krąży roztwór glikolu polipropylenowego, który odbiera ciepło z gruntu. Końcówki poszczególnych odwiertów „spotykają się” w studzience zbiorczej. W większości przypadków od tego miejsca prowadzony jest tak zwany tranzyt, czyli dwie rury z roztworem glikolu – jedna z nich zasila

▼ Basen w domu jest całkiem spory (12 m na 3,8 m i głębokość od 1,25 m do 1,85 m). Utrzymanie odpowiedniej temperatury wody to zadanie pompy DHP-H 16 kW



▼ Inwestycja 1 – układ trzech pomp ciepła w pomieszczeniu technicznym







▲ Pompę ciepła DHP-C można wykorzystać jako źródło chłodzenia pasywnego. Wyświetlacz pokazuje, że urządzenie pracuje w takim właśnie trybie



▲ Inwestycja 2 – jedna z dwóch szafek z rozdzielaczami na parterze. Sześć obwodów obsługuje ogrzewanie podłogowe, natomiast dwa grzejniki w łazienkach

▼ Wentylacja na poddaszu nieużytkowym w domu w okolicach Hrubieszowa



pompę ciepła, druga to natomiast powrót. Jednak w omawianej instalacji zastosowano dodatkowe rozwiązanie, które współpracuje z tym układem. W pobliżu domu właściciela znajduje się należący do niego zakład wytwórczy. Podczas procesu produkcyjnego powstaje tam ciepło technologiczne, które postanowiliśmy odzyskiwać do instalacji dolnego źródła. Za studzienką zbiorczą, pojawia się zatem jeszcze jedna studzienka. Ukryty jest w niej wymiennik rurowy ze stali kwasoodpornej typu glikol-glikol. Dzięki temu ciepło uzyskane z chłodzenia maszyn niejako „podbija” temperaturę uzyskaną z odwiertów o jakieś 2–3°C.

Ciekawym rozwiązaniem jest zastosowanie chłodzenia pasywnego, które zapewnia pompa ciepła DHP-C. Jej automatyka ustawiona jest w taki sposób, że kiedy średnia temperatura zewnętrzna osiąga np. 18°C, urządzenie odwraca obieg. Wówczas chłodna woda krążąca w podłogówce może odbierać ciepło z pomieszczeń. Oczywiście temperatura czynnika krążącego w rurach nie może być zbyt niska, aby nie powodować dyskomfortu, ale duża powierzchnia chłodzenia sprawia, że system jest bardzo efektywny. A wszystko to za cenę porównywalną z zapaleniem dwóch tradycyjnych żarówek średniej mocy.

– Muszę szczerze przyznać, że sporym błędem z mojej strony był montaż klasycznej klimatyzacji w części mieszkalnej – stwierdza inwestor. – Przedstawiciel firmy Ciepłotech odradzał mi to, ale postawiłem na swoim i dzisiaj żałuję! Okazuje się, że chłodzenie pasywne zasilane pompą ciepła załatwia problem obniżenia temperatury w domu w sposób idealny. Do tego stopnia, że klimatyzacja nadmuchowa nie musi być uruchamiana. Do pompy ciepła nikt nie musiał mnie namawiać. Studiując na politechnice w Lublinie, miałem przedmiot zwany termodynamiką, na którym szczególnie omawiano zasadę działania tych urządzeń. Od tamtego czasu uznaję takie rozwiązanie za idealne. Koszt zakupu jest wyższy niż inne rozwiązania, ale naprawdę warto. Widzę także, że koszt klimatyzacji poniosłem dwukrotnie, ponieważ raz zapłaciłem za klimatyzację nadmuchową a drugi raz za pompę ciepła z tą funkcją. Jeśli chodzi o koszty eksploatacyjne wszystkich trzech pomp ciepła, to póki co nie potrafię ich podać. Dopiero w najbliższym czasie zostaną oddzielone od innych odbiorników. Owe koszty z całą pewnością nie są jednak wysokie. Oczywiście relatywnie, bo ogrzanie

dużego domu oraz wody w basenie musi trochę kosztować. W każdym razie zużycie prądu jest na tyle niewielkie, że nie zauważyłem znaczącego wzrostu w kosztach.

## Inwestycja druga

**Dwie pompy ciepła, instalacja, automatyka, podłogówka, grzejniki i robocizna – 120 tysięcy. Wykonanie odwiertów dolnego źródła (5 × 100 m) oraz materiały – 50 tysięcy złotych.**

Dom leżący kilka kilometrów od Hrubieszowa wzniesiony jest z cegły dziurawki i ocieplony twardymi matami wełny mineralnej (grubość 20 cm). Całość elewacji wykończono tynkiem. W budynku zastosowano okna drewniane, dwuszybowe najwyższej jakości. Dom jest kryty dachówką ceramiczną, a w połaci umieszczono 25 cm wełny mineralnej. Budynek składa się z parteru oraz poddasza użytkowego. Nad tym ostatnim znajduje się jeszcze niewielkie poddasze nieużytkowe, gdzie umieszczono centralę wentylacyjną z rekuperatorem. W budynku jest jeszcze duża piwnica (100 m<sup>2</sup>). Podziemna kondygnacja oprócz części technicznej (kotłownia, suszarnia) mieści również pomieszczenia rekreacyjne (między innymi siłownię). Dom bez piwnicy to około 300 metrów kwadratowych.

Ogrzewanie domu jest zasilane dwiema pompami ciepła. W normalnych warunkach pierwsza z nich obsługuje wyłącznie ogrzewanie podłogowe, druga instalację grzejnikową. Większa część domu zaopatrywana jest w ciepło dzięki pierwszemu systemowi. Piwnica i parter w całości (wyjątek stanowią grzejniki drabinkowe w łazienkach), natomiast pierwsze piętro tylko częściowo (hol to podłogówka, natomiast pokoje ogrzewane są grzejnikami).

– W przypadku tej inwestycji zastosowano dwie pompy Danfoss o mocy 12 kW z zasobnikami ciepłej wody – mówi Karol Sawicz. – Ogrzewanie podłogowe zasila pompa DHP-C z możliwością chłodzenia pasywnego, a grzejniki – pompa DHP-H. W razie wyłączenia jednej pompy, druga pompa może obsługiwać oba obwody jednocześnie. Odbija się to wprawdzie na współczynniku efektywności COP, ale mówimy przecież o sytuacji awaryjnej.

O kosztach eksploatacyjnych instalacji w okolicach Hrubieszowa trudno na razie mówić, gdyż dom jest w trakcie wykańczania. Zdaniem inwestora nie będą one jednak zbyt wysokie.





▲ Jezioro, w którym zatopione są pętle kolektora płaskiego



▲ Pompa ciepła Danfoss DHP-H 10 kW



▲ Układ podmieszania, dzięki któremu ogrzewanie podłogowe i grzejniki „otrzymują” różne temperatury wody zasilającej

## Inwestycja trzecia

**Pompa ciepła oraz kolektor płaski – 30 tysięcy złotych. Materiały do wykonania podłogówki (parter), grzejniki (poddasze) oraz pozostałe elementy instalacji wewnętrznej – 13 tysięcy złotych.**

– Jestem instalatorem i dlatego wszystkie prace związane z zamontowaniem pompy ciepła oraz wykonaniem współpracujących z nią dolnego i górnego źródła wykonywałem własnoręcznie – mówi inwestor. – To znacznie obniżyło koszty. Myślę, że nawet o jakieś 20 tysięcy złotych!

Dom z poddaszem w gminie Chełm został zbudowany w latach 70. Pierwotnie jego powierzchnia wynosiła około 60 m<sup>2</sup>. Ściany budynku składały się z dwóch warstw – suporeksu oraz cegły ceramicznej. Aby zwiększyć powierzchnię mieszkalną, inwestor wykonał dobudówkę. Obecnie dom ma 150 metrów kwadratowych. Nowa część została wznie-

▼ Stary kocioł węglowy (zasypowy), który jest obecnie awaryjnym źródłem ciepła dla domu



siona wyłącznie z suporeksu, a całość domu ocieplono dziesięciocentymetrową warstwą styropianu zabezpieczonego tynkiem. Połać nad poddaszem użytkowym pokryta jest blachodachówką i ocieplona warstwą dwudziestu centymetrów wełny mineralnej. W całym budynku wymienione zostały okna (PVC – profil Rehau).

Na zakupionej działce znajdował się niewielki zabagniony zbiornik wodny. Po wykonaniu niezbędnych prac ziemnych inwestor zamienił go w piękny staw o powierzchni około 600 m<sup>2</sup>, który w najgłębszym miejscu ma około 3 m głębokości. Rurki kolektora płaskiego z glikolem polipropylenowym rozłożone są na dnie zbiornika i obciążone betonowymi ciężarkami (przytwierdzono je plastikowymi opaskami samozaciskowymi). Wykonano dwie pętle kolektora. Każda z nich ma 200 metrów. W przeważającej części umieszczone są pod wodą, ale pewna część ich długości przypada na połączenie jeziora z budynkiem. Teren jest jednak tak podmokły, że rurki zakopane na głębokości około 1,8 m również odbierają ciepło. Połączenie obu pętli następuje dopiero w budynku. Tuż przed pompą ciepła.

Pierwszym źródłem grzewczym w domu (na czas rozbudowy i prac wykończeniowych) był kocioł węglowy, zasypowy.

– Od początku miałem zamiar zamontować pompę ciepła, ale nie byłem pewien, jaka będzie cena – stwierdza inwestor. – Po ukończeniu wszystkich prac związanych z przebudową domu zdecydowałem jednak, że nie warto czekać. Korzystny kredyt pozwolił mi na zakup urządzenia oraz jego instalację.

Rozruch pompy ciepła nastąpił 12 stycznia 2010 roku. Zużycie energii elektrycznej dla całego domu (c.o. i c.w.u.) kosztowało w ciągu pierwszego miesiąca około 500 złotych.

– Nie jest to może wynik imponujący, ale należy wziąć pod uwagę, że początek pracy przypadł na najgorsze mrozy – podkreśla

inwestor. – Tymczasem średnie zużycie lepiej jest podawać za dwanaście miesięcy. Wówczas łatwiej pokazać, jak tanim w eksploatacji źródłem jest pompa ciepła.

W budynku zastosowano pompę Danfoss DHP-H o mocy 10 kW z wbudowanym zasobnikiem ciepłej wody. Od chwili zamontowania do 28 kwietnia pompa pracowała 1133 godziny, obsługując ogrzewanie i 94 godziny wytwarzając ciepłą wodę. Pobór energii elektrycznej wzniósł 3180 kWh.

– Jedno, czego żałuję, to że nie zamontowałem na piętrze ogrzewania podłogowego – mówi inwestor. – Odczuwanie ciepła od podłogówki i od grzejników jest zupełnie inne! To pierwsze jest zdecydowanie bardziej przyjemne. Wykonując ogrzewanie podłogowe, nie można pójść na tak zwany żywioł! – podkreśla Karol Sawicz z firmy Ciepłotech. – Należy odpowiednio dobrać gęstość ułożenia rurek podłogówki oraz długość poszczególnych obwodów grzewczych. Dużym błędem jest podnoszenie temperatury czynnika grzewczego! Najlepiej, jeśli podłoga ma temperaturę 25–26°C. Zatem woda krążąca w instalacji nie powinna mieć więcej niż 30°C! Optymalna długość pętli to 80–100 metrów. W całym domu jest ich sześć. Pięć na parterze i jedna w łazience na piętrze. Poszczególne pola grzewcze powinny być również odpowiednio zdylatowane. Posadzki nie powinno się wylewać jako jednej wielkiej płyty na całą kondygnacji. Musi być w niektórych miejscach ponacinana, gdyż praw fizyki nie da się oszukać. Zwiększenie temperatury jastrychu (podłogi cementowej) wyraźnie wpływa na rozszerzalność termiczną oraz na wytrzymałość na ścislenie i rozciąganie podłoża. Oczywiście nacięcia te można później odpowiednio zamaskować, aby nie szpeciły podłogi, ale zapomnieć o nich nie wolno! (m.ż.) ■