



↑ Ten dom, mimo iż nie mały (około 160 m² powierzchni ogrzewanej), nie jest drogi w utrzymaniu. Niskie koszty ogrzewania osiągnięto, instalując w nim system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła

Dom informatyka

Duży dom równa się drogie ogrzewanie? Niekoniecznie. Wystarczy się nie bać stosowania nowinek technicznych. Przykładem na to jest dom jednego z naszych Czytelników.

Tekst Piotr Laskowski

Przystępując do budowy domu, pan Michał i jego żona Iwona mieli świadomość tego, jak dużo może kosztować jego ogrzewanie. Jako ludzie młodzi, na dorobku, nie mogli sobie pozwolić na szastanie pieniędzmi. Musieli zaciągnąć kredyt, który będą spłacać przez długi czas. A zatem bardzo ważne było dla nich, by

koszty utrzymania domu były jak najniższe. Wiadomo, że zdecydowanie największy udział mają w nich wydatki na ogrzewanie. Oczywiście było, że dom musi być dobrze ocieplony, by do jego ogrzania wystarczyła niewielka ilość ciepła.

Pan Michał, szukając informacji o sposobach oszczędzania energii w domach, dowiedział się, że również duże oszczędności można osiągnąć, gdy zamiast wentylacji

grawitacyjnej zainstaluje się w domu system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. Z prostych obliczeń wynikało, że zainwestowane w niego pieniądze szybko się zwrócą dzięki oszczędności energii. Równie ważną sprawą były względy higieniczne – w domu powinno być zdrowe powietrze, a tylko przy zastosowaniu wentylacji mechanicznej można je efektywnie oczyścić, stosując filtry.

A zatem decyzja zapadła – w domu będzie zainstalowany rekuperator, czyli urządzenie składające się z wentylatora nawiewnego i wyciągowego oraz wymiennika ciepła, w którym zimą powietrze nawiewane do pomieszczeń jest wstępnie ogrzewane ciepłem powietrza wywiewanego. W ten sposób mimo intensywnej wymiany powietrza ciepło pozostaje w domu.

Jak powstała instalacja

Wprawdzie pan Michał dużo wiedział na temat działania systemu wentylacji, ale choćby ze względu na brak czasu wolał, by wszystkim zajęła się wyspecjalizowana firma wybrana na podstawie opinii innych budujących. Jeszcze na etapie budowy domu wykonała ona projekt instalacji wentylacyjnej. Od razu można było przystąpić do montażu kanałów. Dzięki temu uniknięto dodatkowych prac remontowo-wykończeniowych, które byłyby niezbędne, gdyby system montowano w gotowych wnętrzach. Kanały udało się rozprowadzić w warstwach podłogi i nad sufitem podwieszonym (część instalacji zrobiono z płaskich, izolowanych kanałów z tworzywa sztucznego), więc nie zajmują powierzchni użytkowej. Zostały zaizolowane cieplnie i akustycznie wełną mineralną grubości 5 cm. Ze znalezieniem miejsca na centralę wentylacyjną (rekuperator) nie było problemu – na poddaszu przewidziano specjalne pomieszczenie techniczne, w którym stosunkowo lekkie urządzenie niewielkich rozmiarów (25 kg, 59 x 76 x 39 cm) zainstalowano bez trudu. Według projektu powinno ono zapewnić wymianę powietrza w ilości 390 m³/h i spręż dyspozycyjny (siłę, z jaką wentylator przetłacza powietrze) co najmniej 100 Pa.

Wybrany rekuperator umożliwia odzyskanie 60-75% ciepła z powietrza usuwanego z pomieszczeń i wykorzystanie go do ogrzania powietrza świeżego.

Instalacja została uruchomiona w ubiegłym roku. Na wymianę powietrza nie można było narzekać. Jednak w czasie mrozu ujawnił się pewien mankament. Pan Michał został uprzedzony, że wymiennik ciepła centrali wentylacyjnej będzie się pokrywał szronem, kiedy na dworze będzie bardzo zimno. Jest to normalne. Poniżej pewnej temperatury z wilgotnego powietrza usuwanego z pomieszczeń wykrapla się para wodna. Jeśli na dworze jest mróz, powstające skropliny, zamrażając, zatykają wąskie kanałki wymiennika ciepła w rekuperatorze, co utrudnia przepływ powietrza.

Aby nie dopuścić do awarii wentylatora, konieczne jest zastosowanie systemu antyzamarzaniowego. W opisywanej instalacji jego działanie polega na automatycznym wyłączaniu wentylatora nawiewnego, gdy wymiennik zamarznie. Wówczas działa tylko wywiew, a więc przez wymiennik przepływa jedynie ciepłe powietrze. Dzięki temu szron się topi. Po kilku minutach automatycznie uruchamia się wentylator nawiewny i system zaczyna pracować w normalnym trybie. Taki cykl powtarza się co pewien czas i w związku z tym praca systemu wentylacji jest regularnie zakłócana.

Pan Michał nie był zadowolony z takiego działania wentylacji. Można usprawnić jej pracę, montując nagrzewnicę, która podgrzewa świeże powietrze do temperatury uniemożliwiającej powstanie szronu. Jednak zastosowanie jej wymagałoby dostarczania dość dużej ilości energii, a to spowodowałoby zwiększenie kosztów eksploatacji instalacji i korzyści finansowe z zastosowania odzysku ciepła byłyby niewielkie. Inwestorowi spodobał się inny pomysł – gruntowy wymiennik ciepła.

GWC – jak to działa

Temperatura gruntu na głębokości 1,5 m wynosi w Polsce około 14°C w sierpniu i około 5°C w lutym. Nieco głębiej mniej więcej 8°C przez cały rok. Jeśli powietrze wentylacyjne kontaktuje się z gruntem, ogrzewa się od niego lub ochładza i nie trzeba za to płacić. Taka jest zasada działania gruntowego wymiennika ciepła (GWC). W naszym klimacie można liczyć na podgrzanie lub ochłodzenie powietrza w wymienniku gruntowym o kilka do kilkunastu stopni Celsjusza. Im większa jest różnica temperatury między powietrzem zewnętrznym a gruntem, tym więcej ciepła zostaje wymienione, dlatego największe korzyści z wymiennika odnosi się w czasie silnego mrozu (możliwe jest ogrzanie powietrza od -20°C do 0°C), a także w czasie upału (ochłodzenie od 30°C do 20°C).



↑ Zimą rekuperator umożliwia odzyskiwanie z powietrza wywiewanego z domu 60-75% ciepła



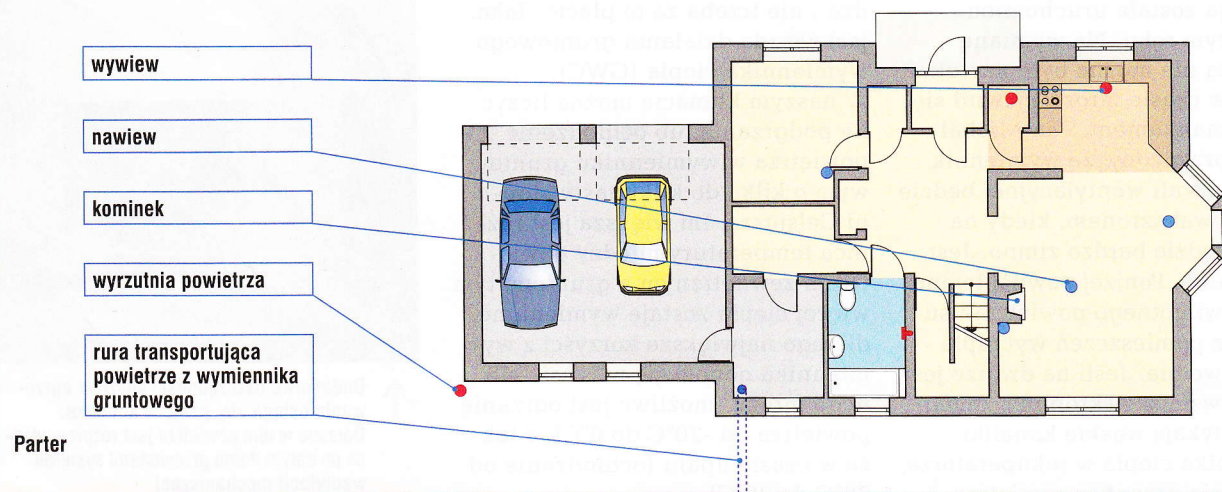
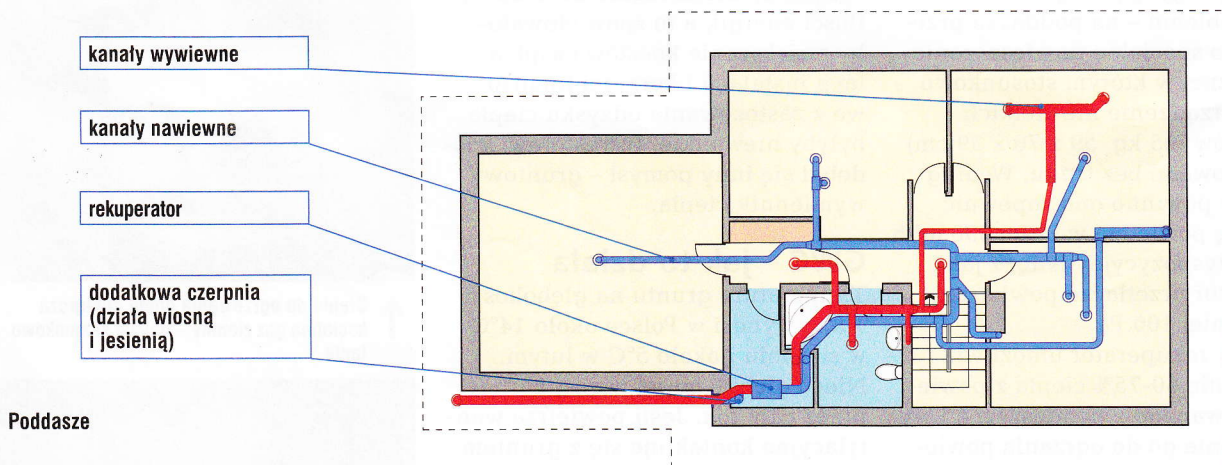
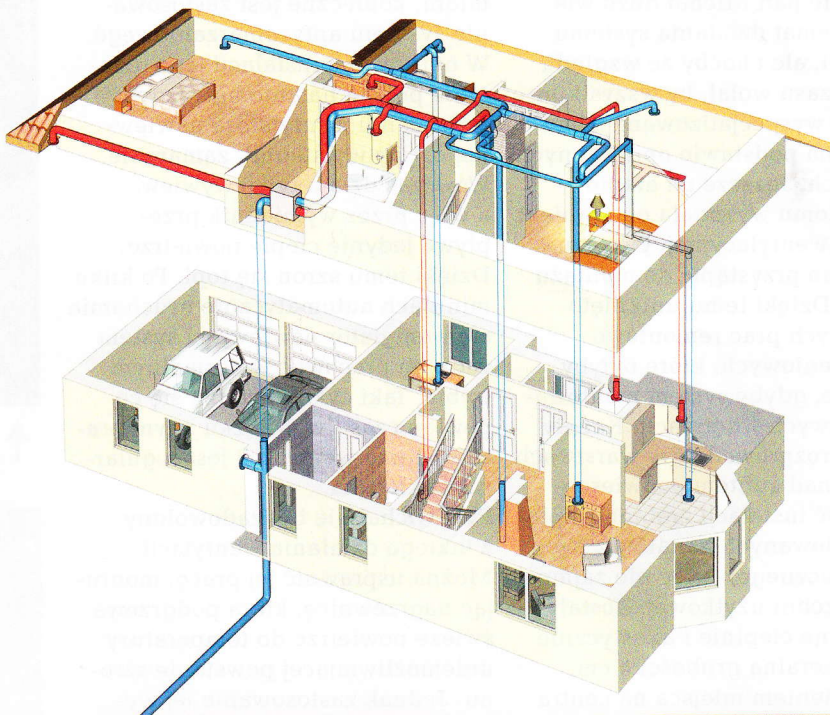
↑ Ciepło do ogrzewania domu dostarcza kocioł na gaz ziemny – paliwo stosunkowo tanie



↑ Dodatkowe oszczędności kosztów ogrzewania osiąga się, paląc w kominku. Ogrzane w nim powietrze jest rozprowadzane po całym domu przewodami systemu wentylacji mechanicznej

Kanały wentylacyjne

Sposób ich rozprowadzenia określono w projekcie przygotowanym specjalnie dla domu pana Michała jeszcze na etapie budowy. Dzięki temu wykonanie instalacji przebiegło bez kłopotów. System wentylacji został połączony z ogrzewaniem kominkowym. Rura, do której trafia ciepłe powietrze ogrzane przez wkład kominkowy, jest dołączona do sieci kanałów wentylacyjnych nawiewnych. Wymagało to zamontowania klapy zwrotnej w kanale, aby powietrze tłoczone przez wentylator kominka płynęło tylko w kierunku nawiewników, a nie w stronę rekuperatora.

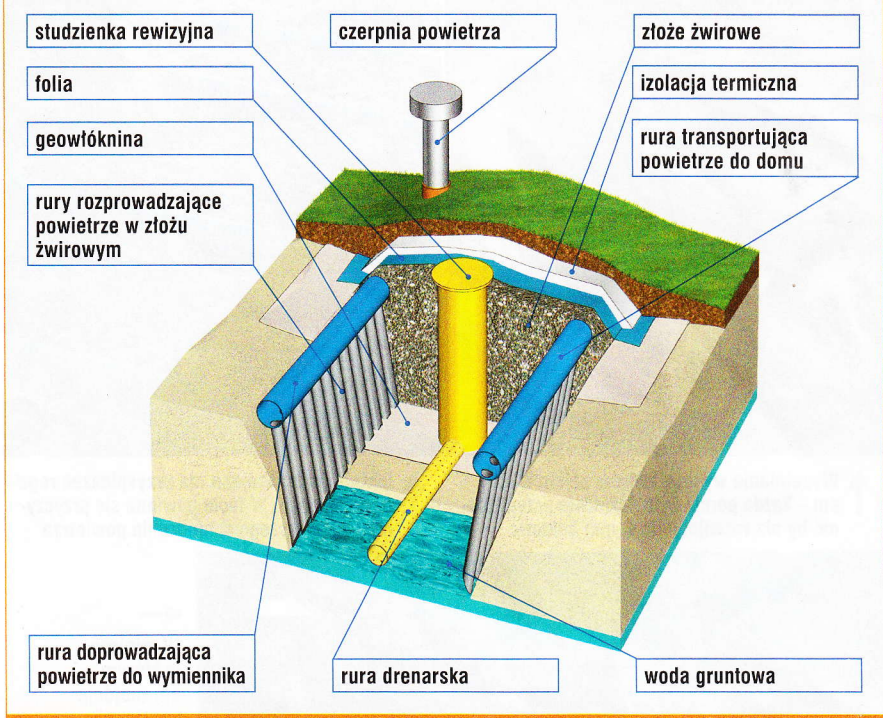


W okresach przejściowych, kiedy temperatura na zewnątrz wynosi od kilku do kilkunastu stopni Celsjusza, wykorzystywanie wymiennika gruntowego nie ma sensu – zmiany temperatury powietrza są minimalne. Zdarza się też, że osiąga się skutek odwrotny do zamierzonego – powietrze o temperaturze na przykład 12°C (a więc zbyt chłodne, by zapewnić w domu komfort ciepły) dodatkowo się ochładza.

Budowa gruntowego wymiennika ciepła

GWC mogą być przeponowe albo bezprzeponowe. W pierwszych powietrze przepływa zakopany pod ziemią przewodem, w drugich – przez odpowiednio przygotowane warstwy gruntu (żwiru), mając z nimi bezpośredni kontakt. Wymiennik przeponowy zrobiony ze specjalnych rur z warstwą antybakteryjną, a więc zabezpieczonych przed rozwojem na ich powierzchni drobnoustrojów, kosztowałby – według wyceny firmy – ponad 10 tys. zł. Bezprzeponowy miał być zdecydowanie tańszy. Właśnie ze względu na mniejszy koszt wybór padł na drugi typ wymiennika. Ostatecznie kosztował niecałe 4 tys. zł. Trzeba było zapłacić za pracę koparki, żwir i robotnika, który wykonał większość prac (część, w wolnym czasie, zrobił inwestor z pomocą rodziny). Wytyczne do wykonania bezprzeponowego gruntowego wymiennika ciepła są ogólnie dostępne – na przykład w Internecie – ale jego projekt trzeba kupić, bo rozwiązanie jest chronione patentem. Szczegółowa dokumentacja wymiennika o wydajności do 700 m³ kosztuje 240 zł. Zgodnie z wytycznymi wymiennik miał być usytuowany blisko domu (w odległości około 2 m), aby jak najmniej energii zużywać na pokonanie oporów przepływu powietrza w przewodzie łączącym go z instalacją w budynku. Ponieważ na działce jest też oczyszczalnia ścieków, należało zadbać o to, by woda z drenażu rozsączającego nie miała kontaktu z wymiennikiem.

Żwirowy gruntowy wymiennik ciepła



↑ Koszt wykonania wymiennika gruntowego to między innymi opłata za wynajęcie koparki



↑ Część prac inwestorzy przeprowadzili sami...



↑ Powietrze będzie dostarczane do złoża żwirowego plastikowymi rurami drenarskimi



↑ Wypełnianie wykopu żwiru zajęło kilka dni – każda porcja była dokładnie przepłukana, by nie rozwinęły się w nim bakterie



↑ Instalacja zraszająca ma przyspieszać regenerację złoża. W lecie powinna się przyczynić do większego schłodzenia powietrza



← W miejscu, w którym się znajduje wymiennik, nie można sadzić roślin (oprócz trawy) ani ustawiać żadnych urządzeń

Jeśli zachowanie odległości minimum 30 m między tymi obiektami (a nawet 70 m, gdy grunt jest piaszczysty) nie jest możliwe, trzeba użyć folii budowlanej, która uniemożliwi przedostawanie się wody do wymiennika. Poziom wód gruntowych powinien się znajdować poniżej spodu wymiennika. Dno i ściany wykopu należy wyłożyć geowłókniną, która będzie zapobiegać zamuleniu złoża przez wodę gruntową. Wymiennik robi się ze żwiru o granulacji około 20 mm. Trzeba nim wypełnić przestrzeń o objętości 9-13 m³, tak by grubość warstwy wyniosła 0,9-2 m, a długość 2-3 m. Żwir musi być przepłukany, bez piasku, co gwarantuje, że w wymienniku nie będą się rozwijać bakterie. Pan Michał dokładnie płukał każdą porcję żwiru przed wsypianiem jej do wykopu.

Ważne jest, by żwir nie miał już tam kontaktu z żadnymi zanieczyszczeniami, dlatego nie można po nim chodzić. Powietrze jest zasysane przez czerpnię (pionową rurę wystającą nad powierzchnię gruntu, osłoniętą daszkiem), doprowadzane do złoża żwirowego rurą kanalizacyjną o średnicy 200 lub 250 mm, a następnie wprowadzane do niego rurami drenarskimi o średnicy 160 mm. Powietrze ze złoża jest zasysane i transportowane do domu rurą o średnicy 200 lub 250 mm. Rury muszą mieć niewielki (1-2%) spadek w kierunku złoża, aby nie zalegała w nich woda.

Żeby był sprawny

Wymiennik gruntowy nie może działać bez przerwy. Po kilkunastu godzinach pracy powinien się

przez kilkanaście godzin regenerować, aby temperatura gruntu wróciła do normalnego poziomu. W przeciwnym razie jego efektywność znacznie zmaleje.

Ze względu na konieczność regeneracji najlepszym rozwiązaniem jest wykonanie dwóch bliźniaczych wymienników, które mogłyby działać na zmianę. Jeśli ktoś uważa, że w jego przypadku jest możliwe okresowe odłączanie wymiennika, może poprzestać na jednym. Wówczas jednak zaleca się zrobienie instalacji zraszającej złoża zwirowe, która przyspiesza regenerację. W środku złoża należy zamontować studzienkę z rurą drenarską zbierającą wodę z całej objętości złoża żwirowego. Umożliwi ona kontrolę poziomu wody i ewentualne wypompowanie jej, gdy się okaże, że zalała złożo. Pan Michał ma nadzieję, że często zraszając złożo latem, osiągnie efekt chłodzenia powietrza, tak by instalacja wentylacyjna pełniła też funkcję klimatyzacji. Chciałby też wykonać studnię, by nie trzeba było płacić za wodę.

W przyszłości

Na razie nie zainstalowano w systemie wentylacji dodatkowego wentylatora, który pokonywałby opór przepływu powietrza przez wymiennik gruntowy. Okazało się jednak, że będzie to konieczne – po uruchomieniu GWC wyraźnie zmalała ilość powietrza nawiewanego do pomieszczeń. Dało się to wyraźnie odczuć latem, kiedy zadaniem wymiennika gruntowego miało być ich chłodzenie. Wprawdzie temperatura nawiewanego powietrza była niższa niż 20°C, ale jego niewielka ilość uniemożliwiła osiągnięcie w pomieszczeniach komfortowej temperatury. Pan Michał liczy na to, że po zamontowaniu wentylatora w kanale transportującym powietrze z wymiennika do domu sytuacja się poprawi. W planach jest jeszcze zautomatyzowanie systemu. W tej chwili przepustnice przełączające tryby działania systemu (czerpnia ścienna/czerpnia terenowa, doprowadzenie powietrza z rekuperatora/kominka) trzeba obsługiwać ręcznie. Zamontowanie napędów elektrycznych umożliwiłoby automatyczne sterowanie nimi.

ILE KOSZTUJE

Wymiennik z rur antybakteryjnych
ponad 10 tys. zł.

Wymiennik żwirowy
około 4 tys. zł.

Projekt GWC
240 zł.

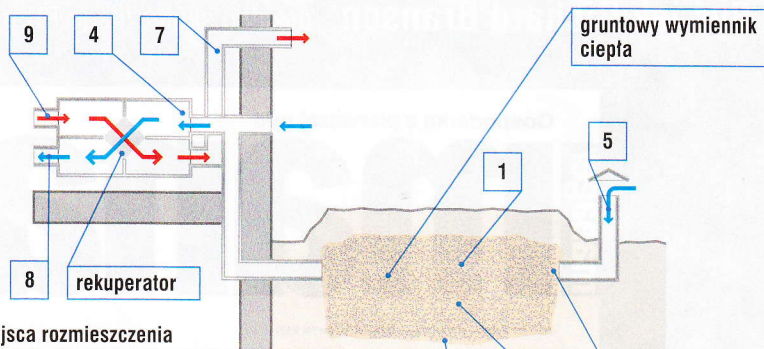
Także sterowanie wydajnością wentylacji ma zostać zautomatyzowane. Wraz z nadejściem zimy pojawił się drobny problem. Wlot powietrza do wymiennika był zabezpieczony siatką chroniącą wymiennik przed owadami i innymi zanieczyszczeniami. Na siatce pojawił się szron, który utrudniał przepływ powietrza. Trzeba więc ją było zdemontować. Pan Michał zastanawia się nad zainstalowaniem na siatce kabla grzejącego, który rozwiązałby problem oblodzenia.

Czy się sprawdza

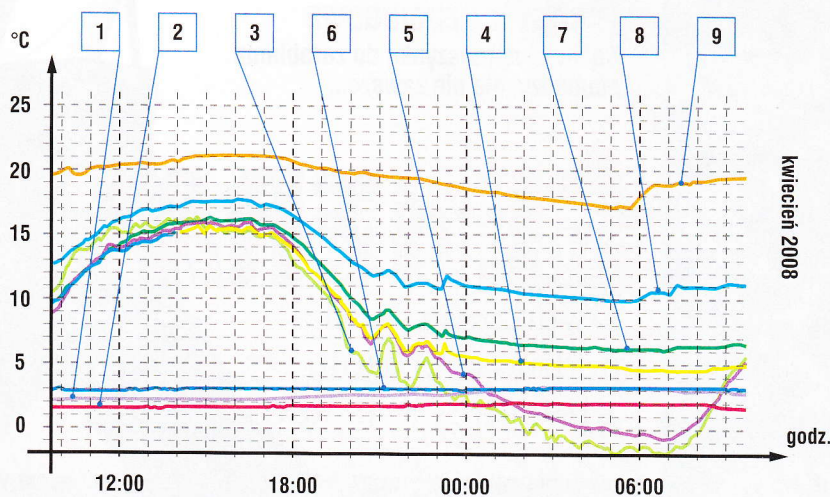
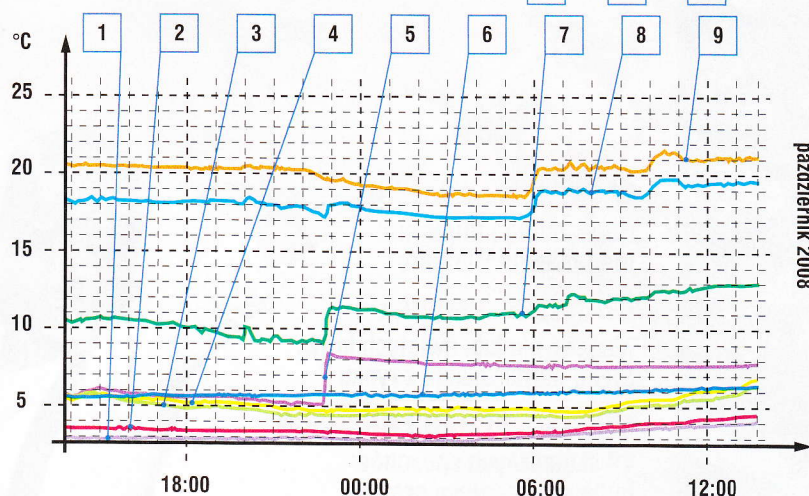
Czy wymiennik gruntowy poprawił działanie instalacji? Oczywiście tak, chociaż trzeba przyznać, że ostatnia zima nie była ostra, więc nie było wielu okazji, by się przekonać jak system sprawdza się w czasie mrozu, kiedy jego zastosowanie ma największy sens. Tak czy inaczej, wymiennik rekuperatora nie zamrzął ani razu. GWC był eksploatowany po kilka dni bez przerw na regenerację i nie wpłynęło to negatywnie na działanie systemu. Najniższa temperatura nawiewu wyniosła 11°C (przy -15°C na zewnątrz) – w GWC wzrosła do -2°C, do 11°C w rekuperatorze. Jakie są rzeczywiste efekty zastosowania wymiennika gruntowego i rekuperatora można zobaczyć na stronie internetowej stworzonej przez właściciela domu (adres w ramce „System pod kontrolą”). Są tam na bieżąco aktualizowane wykresy przedstawiające zmiany temperatury powietrza w różnych miejscach instalacji – przed i za wymiennikiem gruntowym oraz rekuperatorem. Analizując je, można się przekonać, jaka jest skuteczność działania obydwu rozwiązań. Na rysunku obok prezentujemy dwa przykładowe wykresy. Pole między liniami 4 i 5, to zysk ciepła wynikający z zastosowania GWC, a między 8 i 4 – z rekuperatora. ■

System pod kontrolą

Właściciel wpadł na pomysł, aby monitorować działanie systemu. Zainstalował czujniki temperatury (koszt około 100 zł) i podłączył je do komputera, w którym uruchomił program pokazujący wyniki pomiarów w postaci wykresów. Dzięki temu może się w każdej chwili przekonać, czy wszystko działa tak, jak powinno, oraz czy inwestycja się opłacała. Na wykresach jest przedstawiony pomiar temperatury z października 2007 r. i kwietnia 2008 r. Aktualne pomiary można zobaczyć na stronie internetowej: <http://r2.ksiazenice.net/reku>



1 Miejsca rozmieszczenia czujników temperatury



2 Wyniki pomiarów temperatury przez poszczególne czujniki w październiku 2007 r. i w kwietniu 2008 r.