

ROK POMPY CIEPŁA

AKCJA EDUKACYJNA

Trafiliśmy w dziesiątkę. Rozpoczęty w poprzednim wydaniu BD cykl edukacyjny ROK POMPY CIEPŁA spotkał się z ogromnym zainteresowaniem. To naprawdę gorący temat. Nasza sonda wśród członków Klubu Budujących Dom pokazała, że ok. 3% (jeden na trzydziestu) respondentów zastosowało już w swoich domach ogrzewanie pompą ciepła, a 35% (jeden na trzech) rozważa zastosowanie takiej instalacji. Od podjęcia decyzji „na tak” powstrzymują ich najczęściej dwie obawy.

Pierwsza, to pokutujące ciągle przekonanie, że inwestycja pochłonie od 70 do 100 tys. zł.

Druga obawa dotyczy braku możliwości kontroli rozwiązań proponowanych przez firmę, bo to wiedza dla inwestora tajemna i pozostaje mu zdać się na uczciwość i solidność firmy. Te obawy można rozwiązać czytając cykl naszych artykułów. Nic tu nie ma trudnego. Wystarczy znać cztery działania arytmetyczne, żeby wszystko sprawdzić i policzyć. A warto kontrolować i ogarniać własnym rozumem propozycje i działania firm. Doskonale ilustruje to artykuł „Case study, czyli oferty z życia wzięte”. Koniecznie przeczytajcie. Przekonacie się, że skrupulatna i krytyczna analiza ofert firmowych pozwala skalkulować koszty inwestycji na poziomie 30 000-40 000 zł.

Nasz cykl ROK POMPY CIEPŁA zaczęliśmy od przeglądu rozwiązań systemowych instalacji z pompą ciepła (artykuł z BD 1-2/07 jest dostępny w całości na www.budujemydom.pl). Teraz zajmiemy się wyborem dolnego źródła ciepła. To najpoważniejsza decyzja i podejmuje ją inwestor.

akcją opiekuje się prof. Wiesław Marciniak

1	Dlaczego i dla kogo pompa ciepła? Przegląd rozwiązań systemowych	5	Ciepła woda użytkowa (c.w.u.) w systemie z pompą ciepła
2	Źródło dolne – co wybrać?	6	Pompa ciepła w klimatyzacji. Chłodzenie i rekuperacja
3	Źródło górne – jak rozproszyc ciepło? Ogrzewanie i dogrzewanie pompą ciepła	7	Pompa ciepła a technologia domu
4	Pompa ciepła – wybieramy i kupujemy. Przegląd oferty rynkowej	8	Eksploatacja i konserwacja systemu z pompą ciepła
		9	Wymiana kotła c.o. na pompę ciepła – modernizacja ogrzewania



FOT. CLIMA KOMFORT

Skąd brać ciepło? Z powietrza, wody czy z ziemi? To najważniejsza decyzja w ogrzewaniu pompą ciepła. To pytanie za 20 000 zł, bo tyle może kosztować rozwiązanie najdroższe. Najtańsze jest za darmo. Ale liczą się też inne kryteria wyboru.

■ PROF. WIESŁAW MARCINIAK

WYBÓR ŹRÓDŁA DOLNEGO

źródło dolne – co wybrać?

Instalacja grzewcza z pompą ciepła składa się z trzech zasadniczych części ■:

- źródła dolnego;
- węzła cieplnego, którego najważniejszym elementem jest pompa ciepła;
- źródła górnego.

Źródło górne grzeje pomieszczenia – to podłogówka, grzejniki lub jedno i drugie. Energię ciepłą dostarcza do źródła gór-

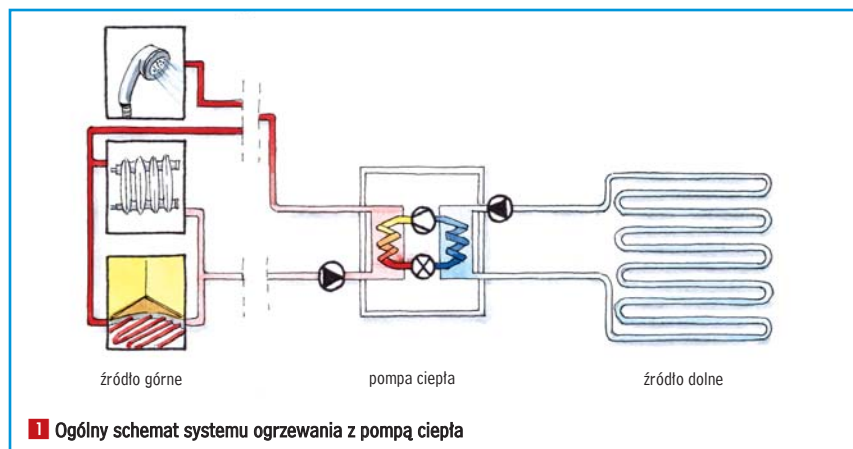
nego pompa ciepła. Jest to energia pobierana przez pompę ciepła z powietrza, wody lub gruntu za pomocą instalacji nazywanej **źródłem dolnym**. Fachowcy twierdzą, że nie pompa ciepła, lecz źródło dolne decyduje o jakości całego systemu grzewczego. Dużo w tym racji – pompa ciepła to w istocie sprężarka, której fizyczna zasada pracy jest zawsze taka sama. Jej możliwości i ograniczenia wyni-

kają więc głównie z praw fizyki, niezależnych od starań konstruktora i producenta.

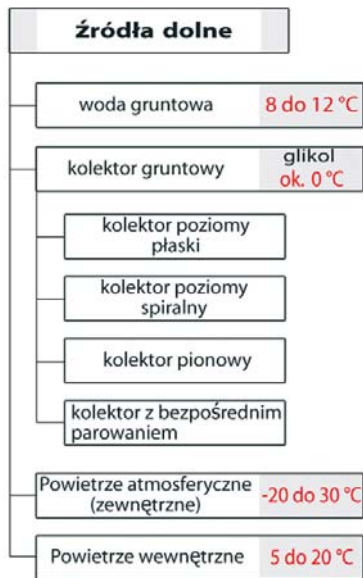
Każda pompa ciepła zawsze zrobi swoje – „przepompuje” ciepło ze źródła dolnego do górnego, jeśli tylko źródło dolne jest odpowiednio wydajne. Jeśli źródło dolne jest źle wybrane, źle zaprojektowane lub źle wykonane, nawet najlepsza pompa ciepła nic nie pomoże.

JEST Z CZEGO WYBIERAĆ

Wiemy już, że sprawność ogrzewania pompą ciepła, określana współczynnikiem COP jest tym większa, im mniejsza jest różnica temperatury ΔT między źródłem górnym (T_2) a źródłem dolnym (T_1) tj. $COP \sim \frac{T_2}{\Delta T}$. Jest to zależność intuicyjnie oczywista, gdyż pompowanie ciepła „pod górkę” tj. z materii chłodniejszej do cieplejszej, wymaga tym większej pracy im wyższa jest „górką”, czyli im większa jest różnica temperatur ΔT . W przypadku zastosowania ogrzewania podłogowego (jest to rozwiązanie



■ Ogólny schemat systemu ogrzewania z pompą ciepła



2 Klasyfikacja źródeł energii cieplnej pobieranej przez pompę ciepła

zalecane) temperatura T_2 wynosi ok. 30°C (ok. 300 K). Najcieplejszym źródłem dolnym może być sztuczne źródło ciepła, takie jak ścieki, woda powrotna w systemach ciepłowniczych, inne ciecze, gazy lub powietrze ogrzewane w jakimś procesie technologicznym. Możliwości takich rozwiązań istnieją w przemyśle lub budownictwie komunalnym, natomiast bardzo rzadko zdarzają się w domach jednorodzinnych. Pozostają nam źródła naturalne (odnawialne) wymienione na rys. 2 i przedstawione schematycznie na rys. 3. Najwyższą temperaturę ma woda gruntowa, ok. 10°C, niezależnie od głębokości i pory roku. Rozwiązanie z wodą gruntową jako dolne źródło jest więc bardzo korzystne pod względem sprawności (COP osiąga wartości 5÷6), niezbyt drogie inwestycyjnie, ale wymaga sprawdzenia parametrów wody, której zanieczyszczenia mogą powodować korozję wymiennika ciepła lub powstawanie osadów. **Kolektor gruntowy** to kilkadziesiąt metrów zakopanej w ziemi rury napełnionej glikolem. Może być **poziomy** (płaski lub spiralny) zakopany na głębokość ok. 1,5 m pod powierzchnią gruntu lub **pionowy** w odwiertach o głębokości do 200 m.

Glikol krążący w kolektorze gruntowym ma zwykle temperaturę od -2 do +5°C, w pierwszym przybliżeniu przyjmując się 0°C. Sprawność systemów z kolektorem gruntowym napełnionym glikolem

jest nieco gorsza niż dla wody gruntowej (COP = 4 ÷ 5). Wyższe są koszty inwestycyjne, kłopotliwe jest zaangażowanie dużej powierzchni działki (dla kolektora poziomego), ale jest to rozwiązanie o wysokim stopniu niezawodności, gdyż układ zamknięty jest niewrażliwy na zanieczyszczenia czy ewentualne zmiany warunków hydrogeologicznych.

Najtańsze, bo nie wymagające żadnych prac inwestycyjnych jest wykorzystanie powietrza jako dolnego źródła. Największym mankamentem tego rozwiązania są sezonowe i pogodowe zmiany temperatury powietrza, przy czym najgorsze warunki są w zimie, kiedy pompa ciepła jest mocno eksploatowana, a jej sprawność spada w miarę obniżania się temperatury powietrza (dla T poniżej -10°C współczynnik COP wynosi zaledwie 2 ÷ 3). Jako dolne źródło może też być wykorzystane powietrze wewnątrz domu (5 ÷ 20°C), ale dotyczy to ograniczonych zastosowań pompy ciepła wyłącznie do wytwarzania c.w.u. lub do klimatyzacji (w roli rekuperatora).

WODA GRUNTOWA – DWIE STUDNIE

To najprostsze rozwiązanie. Grunt, a więc również woda gruntowa, na głębokości większej niż 6 m ma w zasadzie stałą temperaturę, która wynosi w Polsce ok. 10°C, niezależnie czy jest zima, czy lato (można się liczyć ze zmianami w przedziale 7 ÷ 12°C). Najtańszym inwestycyjnie sposobem pobierania ciepła z gruntu jest pompowanie wody z głębokości poniżej 6 m (oczywiście, lustro wody gruntowej może być na poziomie wyższym, np. 1 lub 2 m pod powierzchnią gruntu). Budujemy dwie studnie – **czerpalną** do poboru wody, **chłonną** do odprowadzenia (zrzutu) wody schłodzonej, która wypływa z pompy ciepła. W typowych warunkach geologicznych, gdy woda jest czerpana z warstwy wodonośnej na głębokości 6 ÷ 15 m, koszt budowy takich dwóch studni wynosi ok. 2000 zł. Odległość pomiędzy studnią czerpalną i chłonną powinna być jak największa (co najmniej 15 m), żeby chłodna woda zrzucana nie mieszała się z wodą czerpaną, niekorzystnie obniżając jej temperaturę.

Obie studnie muszą korzystać z tej samej warstwy wodonośnej, przy czym



dwie studnie



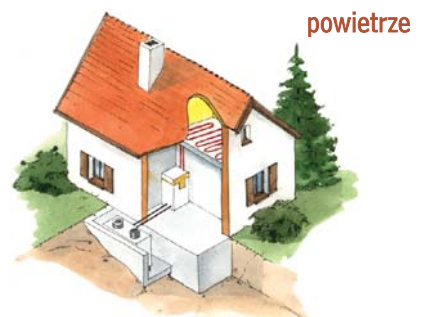
kolektor płaski



kolektor spiralny



kolektor pionowy



powietrze

3 Podstawowe rodzaje dolnego źródła

studnia czerpalna powinna znajdować się przed chłonną względem kierunku przepływu wody w tej warstwie. Chodzi o to, by woda schłodzona nie wracała do studni czerpalnej.

Wydajność pompowania wody gruntuwej powinna wynosić ok. 1,5 m³/h (szczegółowe obliczenia w ramce obok), do czego wystarcza pompa samozasysająca o mocy 200 W (jeśli lustro wody jest nie głębiej niż 6 m). Nie zawsze warunki gruntowo-wodne są korzystne dla tego rozwiązania.

Podstawowym przeciwwskazaniem może być głęboki poziom lustra wody gruntuwej, co zmusza do stosowania droższych rozwiązań – pomp głębinowych i głębokich wierceń. **Uwaga** – na studnie głębsze niż 30 m wymagane jest pozwolenie wodnoprawne. Jest też drugi warunek (nie zawsze przestrzegany), że trzeba niezależnie od głębokości studni mieć pozwolenie wodnoprawne na czerpanie wody w ilości większej niż 15 m³/dobę.

Jest to warunek na ogół spełniany „na styk”, gdyż przy pompowaniu w tempie

JAKA POMPA WODNA W SYSTEMIE WODA-WODA?

Policzmy, w jakim tempie trzeba pompować wodę gruntową, aby pobierać z niej wystarczającą ilość ciepła. Do ogrzewania współcześnie zbudowanego domu jednorodzinnego, czyli domu spełniającego obecne normy termoizolacji, potrzebna jest moc grzewcza 50 W/m². Zatem zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania domu o powierzchni 200 m² wynosi ok. 10 kW (200 m² x 50 W/m²). Źródło ciepła o takiej mocy dostarczy w ciągu godziny 10 kWh energii cieplnej. Załóżmy COP = 5, zatem z wody jest pobierane 4/5 energii grzewczej tj. 8 kWh (pozostała 1/5 pochodzi wprost z energii elektrycznej zasilającej sprężarkę). Przeliczmy to na kalorie. Trzeba sobie przypomnieć ze szkoły, że 1 cal (kaloria) = 4,2 J (dżula), a 1 J = W·s.

Zatem 8 kWh = 8000 W·3600 s = 28 800 000 J, stąd 28 800 000 J : 4,2 J = 6 857 000 cal ≈ 6 900 kcal ciepła. Ile do tego potrzeba wody?

Jeśli założymy, że czerpiemy z gruntu wodę o temperaturze 10°C i schładzamy do 5°C, to każdy litr wody oddaje: 1000 cm³·(10 ÷ 5°C) = 5 kcal.

Jeśli 1 litr wody gruntuwej odda 5 kcal ciepła, a w ciągu godziny potrzebujemy do ogrzania

domu 6900 kcal, to ilość wody, jaką trzeba wpompować w ciągu godziny wynosi 6900 kcal : 5 kcal/l = 1380 l, czyli wydajność pompowania powinna wynosić ok. 1,4 m³/h lub inaczej 23 l/min. To proste obliczenie wskazuje, jakiej pompy potrzebujemy. Otóż wydajność ok. 30 l/min. zapewnia mała pompa samozasysająca o mocy rzędu 100-200 W. A znane są przypadki, gdy do pompy ciepła pobierającej 1,1 kW mocy elektrycznej zastosowano pompę wodną o mocy 1,2 kW!

To wielki błąd, takie dziesięciokrotne „przewymiarowanie” pompy wodnej powoduje, że za prąd zużywany na czerpanie wody zapłacimy tyle samo, co za energię elektryczną zużywaną przez pompę ciepła. Podobnie nieoptymalne jest korzystanie ze wspólnej pompy wodnej – do wody użytkowej i do studni czerpalnej dla ogrzewania pompą ciepła.

Zwykle pompa wodna używana do wody użytkowej ma moc około 1 kW, a więc o wiele za dużą dla potrzeb systemu grzewczego z pompą ciepła. Na wypadek awarii którejś pompy, warto jednak zamontować zawór umożliwiający pracę jednej z pomp w obu funkcjach do czasu naprawy drugiej.

REKLAMA

STIEBEL ELTRON prezentuje:

Pompy ciepła powietrze – woda

Szanowny Czytelniku.

Na łamach miesięcznika BUDUJEMY DOM będziemy cyklicznie przedstawiać najciekawsze realizacje z udziałem pomp ciepła STIEBEL ELTRON. Głównym celem prezentacji jest przekonanie Inwestorów wahających się przy wyborze: kocioł czy pompa, że Klienci, którzy już się zdecydowali, mieszkają ciepło a przede wszystkim oszczędnie i ekologicznie. W tym wydaniu przedstawiamy obiekty wyposażone w pompy ciepła powietrze - woda.



Dom jednorodzinny, woj. pomorskie
Zamontowany system: kaskada dwóch pomp ciepła WPL o mocy 33 kW każda w zabudowie zewnętrznej, za budynkiem.
Przeznaczenie: centralne ogrzewanie, ciepła woda użytkowa oraz ogrzewanie basenu.



Dom jednorodzinny, woj. dolnośląskie
Pompa ciepła WPL o mocy 30 kW w zabudowie zewnętrznej. Inwestor zdecydował o montażu pompy przy ogrodowej altanie.
Przeznaczenie: centralne ogrzewanie oraz ciepła woda użytkowa.



Dom jednorodzinny, woj. dolnośląskie
Powietrzna pompa WPL o mocy 30 kW została przez Gospodarzy oryginalnie zabudowana na tarasie drewnianymi żaluzjami oraz kwiatami.
Cały system składa się z pompy oraz czterech kolektorów słonecznych SOL 25 na połaci dachowej budynku.
Przeznaczenie: centralne ogrzewanie oraz ciepła woda użytkowa.

W kolejnym numerze pokazemy pompy powietrzne w aranżacji wewnętrznej. Zapraszamy.
www.PompaCiepła.com.pl

STIEBEL ELTRON

STIEBEL ELTRON Polska Sp. z o.o.
ul. Instalatorów 9, 02-237 Warszawa, tel. 022 846 48 20, faks 022 846 67 03
e-mail: Stiebel@stiebel-eltron.com.pl www.stiebel-eltron.com.pl

**Bezpieczne parametry
wody gruntowej**

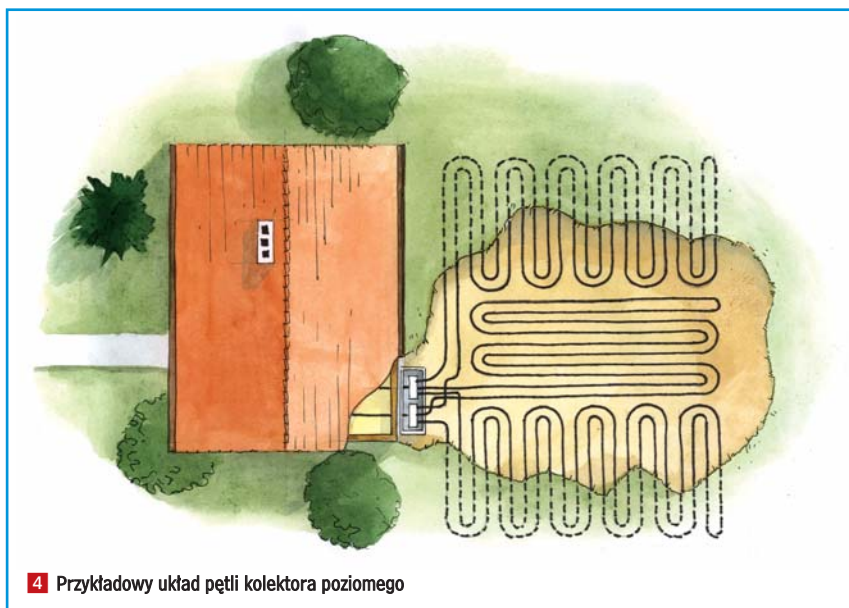
parametr	wartość graniczna
wartość pH	7 do 9
siarczan SO ₄	<70 mg/l
wolny chlor Cl ₂	<0,5 mg/l
chlorki	<300 mg/l
azotany NO ₃	<100 mg/l
twardość CaCO ₃	<300 mg/l
wolny kwas węglowy H ₂ CO ₃	<20 mg/l
żelazo	<3 mg/l
mangan	<2 mg/l
utlenialność O ₂	<2 mg/l
amoniak NH ₃	<2 mg/l

Uwaga. Każdy producent może indywidualnie określić parametry graniczne dla swojego urządzenia. Na przykład u niektórych producentów ograniczenia na żelazo i mangan wynoszą odpowiednio <0,2 mg/l oraz <0,1 mg/l – jak dla wody pitnej.

1,5 m³/h oznacza maksymalnie 10 godzin pracy pompy wodnej na dobę.

Te graniczne parametry można odnieść do pompy ciepła o mocy 7 ÷ 8 kW. Dla pompy ciepła o większej mocy wydajność pompowania wody musi być większa niż 1,5 m³/h, zatem warunek czerpania wody w ilości większej niż 15 m³/dobę zostanie przekroczony i trzeba wystąpić o pozwolenie.

Często wyrażane są obawy o niedługi czas życia studni – zarówno czerpalnej, której wydajność z czasem może się obniżyć, jak też zrzutowej, której chłonność może nie być wystarczająca po pewnym czasie. Jednak ewentualnej degradacji studni wierconej nie należy spodziewać się wcześniej niż po 15 ÷ 20 latach. Jeśli już tak się stanie, to nie będzie wielkim problemem finansowym ani technicznym wywiercenie nowych studni, zatem tym ograniczeniem nie powinniśmy się nadmiernie przejmować. Innym kłopotem systemu woda-woda może być zła jakość wody – duża zawartość żelaza i manganu jak również bardzo wysoka twardość (tabela). Do producenta pompy ciepła należy ocena, czy złe parametry jakościowe wody mogą istotnie wpłynąć na niszczenie lub złą pracę pompy ciepła. Groźne i, niestety, dość częste w naszych warunkach jest nadmierne zażelazienie wody. Żelazo nie jest szkodliwe dopóki się nie utleni. Osad tlenku żelaza może „zatkanąć” wymiennik, także studnię chłonną. Dlatego w przypadku mocno zażelazionej wody niezwykle ważne jest, by cały układ od poboru wody w studni czerpalnej do zrzutu



4 Przykładowy układ pętli kolektora poziomego

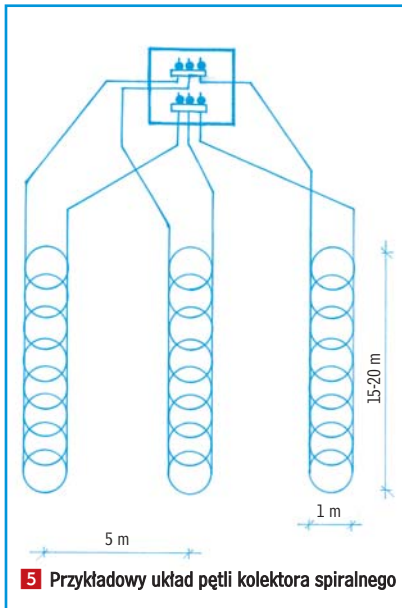
w studni chłonnej był szczelny i nie „nabierał” powietrza.

Niektórzy producenci oferują opcjonalnie parowniki w specjalnym wykonaniu, odpornym na korozyjne działanie wody o „złych” parametrach. Stosuje się też dodatkowy wymiennik ciepła odporny na „złą” wodę. W obiegu wtórnym takiego wymiennika, pośredniczącym między wodą ze studni a parownikiem pompy ciepła, krąży woda z 10% zawartością etylenu.

KOLEKTOR POZIOMY PŁASKI

Wykonuje się z rur PE o średnicy 1 cala, układanych w wykopie o głębokości ok. 1,5 m, czyli poniżej strefy przemarzania, ale nie głębiej niż 2 m. Jest to zwykle kilka pętli, czyli odcinków rur o długości ok. 100 m **4**. Podział rury kolektora przykładowej długości 500 m na pięć równoległych pętli długości 100 m ma na celu zmniejszenie oporów przepływu, aby pompa obiegowa wymuszająca przepływ glikolu nie musiała osiągać dużych mocy, zmniejszając tym samym efektywną sprawność systemu ogrzewania. Przy odstępach między rurami rzędu 0,5 ÷ 0,8 m z jednego m² gruntu z kolektorem otrzymuje się moc 10 ÷ 40 W, w zależności od rodzaju gleby. Gliniasty i wilgotny grunt oddaje więcej ciepła (30 ÷ 40 W), niż piaszczysty, suchy (10 ÷ 20 W). Stąd przy założeniu, że do ogrzewania domu potrzeba ok. 50 W na jeden metr kwadratowy powierzchni pomieszczeń, kolektor płaski powinien zajmować powierzchnię

1,5 do 5 razy większą niż powierzchnia domu. Zatem do tego rozwiązania niezbędna jest duża powierzchnia działki (np. ok. 600 m² dla domu o powierzchni ogrzewanych pomieszczeń ok. 150 m², jeśli grunt jest suchy i piaszczysty). Rury kolektora są wypełnione roztworem wodnym glikolu. Dawniej stosowano roztwór wodny soli (solanę). Nazwa solanka zwyczajowo jest dalej używana, choć może odnosić się do glikolu. W parownikach pompy ciepła glikol oddaje ciepło ochładzając się o ok. 4 K. Średnia temperatura glikolu w kolektorze wynosi ok. 0°C, chociaż po słonecznym lecie może osiągnąć nawet +10°, a podczas srogiej zimy może wychłodzić się do kilku stopni poniżej zera. Trzeba pamiętać, że ciepło odbierane przez glikol z gruntu pochodzi głównie z promieni słonecznych – transport ciepła z głębszych warstw ziemi ku powierzchni jest zjawiskiem pomijalnie słabym. Dlatego bardzo ważna jest możliwość pełnej regeneracji cieplnej gruntu w lecie, przed następnym sezonem grzewczym. Nie ma więc sensu zakopywanie kolektora na głębokościach większych niż 1,8 m, gdzie słabo dochodzi ciepło słoneczne. Nie wolno też utrudniać penetracji energii słonecznej przez np. zabetonowanie powierzchni gruntu nad kolektorem. Warto tu zauważyć, że energia słoneczna przenika do gruntu głównie z wodą deszczową. Brak możliwości pełnej regeneracji cieplnej gruntu przez lato to ryzyko obniżenia temperatury glikolu w zimie poniżej granicznej wartości dla danej pompy, co spowoduje wyłączenie się



pompy. Dlatego lepiej przewymiarować kolektor poziomy, czyli zaprojektować go z pewnym zapasem mocy. Moc kolektora płaskiego (jak każdego źródła dolnego) to moc pompy ciepła pomniejszona o moc sprężarki, czyli:

$$P_{kol} = P_{pc} (1 - 1/COP)$$

Na przykład dla pompy ciepła o mocy 8 kW i $COP = 4$ otrzymujemy $P_{kol} = 6$ kW, co przy gruncie o przeciętnych właściwościach cieplnych (22 W/m^2) oznacza konieczność zajęcia powierzchni działki ok. 300 m^2 .

KOLEKTOR SPIRALNY

Często twierdzi się, że jeśli powierzchnia działki nie pozwala na zainstalowanie kolektora płaskiego, to na znacznie mniejszej powierzchni można zainstalować kolektor spiralny, czyli ułożyć rury spiralnie w wykopie o szerokości co najmniej 80 cm **5**.

Jednak jest to twierdzenie mylące – w istocie, kolektor spiralny wymaga niewiele mniejszej powierzchni działki, niż kolektor płaski, gdyż odległości między rowami nie powinny być mniejsze niż 3 m. Zaletą kolektora spiralnego jest to, że wykopanie kilku rowów o szerokości do 1 m i długości do 20 m jest łatwiejsze niż zdjęcie niemal dwumetrowej warstwy gruntu z dużej powierzchni działki. Warto tutaj przypomnieć, że źródłem ciepła jest grunt a nie rura, więc niezależnie od sposobu jej ułożenia (rzędami czy spiralnie) dla pobrania określonej ilości ciepła z gruntu wymagana jest określona powierzchnia „pracującego” gruntu. W praktyce powierzchnia pracy kolektora spiralnego jest o ok. 1/3 mniejsza niż kolektora płaskiego o identycznej mocy, natomiast powierzchnia prac gruntowych jest ponad pięciokrotnie mniejsza.

KOLEKTOR PIONOWY

Najskuteczniejszym rozwiązaniem w przypadku ograniczonej ilości miejsca jest kolektor pionowy. Do odwiertów głębokości $30 \div 150 \text{ m}$ (uwaga – konieczne jest zezwolenie) wkłada się sondy pionowe, czyli rury zgięte w kształcie litery U, w których krąży glikol. Z 1 m odwiertu można uzyskiwać $30 \div 70 \text{ W}$ energii cieplnej. Na przykład dla domu o powierzchni 200 m^2 potrzebną moc ciepłą dolnego źródła (ok. 0,8 mocy pompy ciepła, czyli $0,8 \times 200 \text{ m}^2 \times 50 \text{ W/m}^2 = 8 \text{ kW}$) otrzymamy przy łącznej długości odwiertów ok. 160 m, czyli mogą to być 4 odwierty o głębokości 40 m każdy. Odległość między odwiertami nie powinna być mniejsza niż 5 m. Kolektor pionowy, w porównaniu z kolektorem płaskim, ma same zalety:

- zajmuje niewielką powierzchnię działki
- glikol ma stabilną temperaturę w ciągu całego roku ($3 \div 7^\circ\text{C}$).

Jest tylko jedna wada – wysoka cena. O ile kolektor poziomy dla domu 150 m^2 kosztuje ok. 5000 zł, to pionowy może kosztować ok. 10 000 zł, a zdarzają się oferty na poziomie powyżej 15 000 zł.

Ilość i długość sond głębinowych zależy od warunków geologicznych, dlatego często w trakcie wiercenia otworów wprowadza się korekty do wstępnego projektu. Na podstawie zdobywanych w trakcie wiercenia informacji o rzeczywistych warunkach geologicznych można zweryfikować długość sond.

KOLEKTOR Z BEZPOŚREDNIM PAROWANIEM

Popatrzmy na schemat systemu ogrzewania **1** i wyobraźmy sobie, że prawą połowę obiegu termodynamicznego pompy ciepła od zaworu rozprężnego do sprężarki – wydłużamy o kilkaset metrów kolektora poziomego. To znaczy, że rezygnujemy z wymiennika ciepła między obiegiem glikolu w kolektorze poziomym a obiegiem pompy ciepła. W takim wydłużonym obiegu termodynamicznym krąży specjalny czynnik (np. propan R 290 lub R 407C), który odparowuje w kolektorze, pobierając ciepło z gruntu. Rury kolektora wykonuje się z miedzi pokrytej warstwą PE. Wyeliminowanie wymiennika ciepła i pompy obiegowej (wymuszającej obieg cieczy w tradycyjnych kolektorach z glikolem) pozwala na zwiększenie sprawności COP o ok. 20%. Zasady układania nitek kolektora w gruncie są identyczne jak dla kolektora płaskiego z glikolem **6**, **7**.

6 Układanie pętli kolektora płaskiego



fot. CLIMA KOMFORT

7 Pompa ciepła pracująca na zewnątrz budynku



fot. CLIMA KOMFORT

Czynnik roboczy nie traci swoich właściwości w funkcji czasu, a więc nie wymaga wymiany w całym okresie eksploatacji.

POWIETRZE JAKO DOLNE ŹRÓDŁO

Powietrze jest darmowym inwestycyjnie źródłem dolnym. Jest po prostu zasysane z zewnątrz lub wewnątrz budynku i po pobraniu z niego ciepła w parowniku, schłodzone jest odprowadzane kanałem odlotowym. Pobrane z powietrza ciepło może być przekazywane do wody krążącej w obiegu grzewczym podłógówki lub do powietrza wdmuchiwanego przez klimakonwektory. W naszym klimacie zastosowanie powietrza jako źródła ciepła do ogrzewania domu jest mało efektywne. W zimie sprawność takiego systemu, przy ujemnych temperaturach na zewnątrz, spada do wartości 2-3, jednocześnie maleje też moc grzewcza i pomieszczenia mogą być niedogrzone. Dlatego zwykle stosuje się tzw. system biwalentny, tj. poniżej pewnej granicz-

nej temperatury zewnętrznej (np. -8°C) włącza się drugie urządzenie grzewcze – grzałka lub kocioł c.o. Od tego punktu pracy oba urządzenia grzewcze pracują równolegle. Przy dalszym spadku temperatury zewnętrznej o kolejne kilka st.C następuje wyłączenie pompy ciepła i całe obciążenie grzewcze przejmuje drugie urządzenie grzewcze (kocioł c.o.). Powietrze jako dolne źródło ciepła doskonale się sprawdza w innych zastosowaniach – do wytwarzania c.w.u., do podgrzewania wody w basenie, do rekuperacji, czyli odzyskiwania ciepła z powietrza usuwanego z budynku. Różne aspekty tych zastosowań omówiliśmy szczegółowo w poprzednim artykule tego cyklu edukacyjnego (BD 1-2/07).

SŁOWO NA ZAKOŃCZENIE

Nie jest lekko. Inwestor ma nad czym pomyśleć i przekalkulować, żeby dokonać słusznego wyboru źródła energii do ogrzewania swego domu. Nie ma jedynie słuszych rozwiązań. Najtaniej jest pobierać ciepło z powietrza. To inwestycja najtańsza i najłatwiejsza, bo pompę ciepła można umieścić na zewnątrz budynku (warto to wziąć pod uwagę, bo „przedmuchiwanie” powietrza musi trochę hałasować). Jednak sprawność tego rozwiązania jest najmniejsza. Największą sprawność przy niewysokich kosztach inwestycyjnych osiąga się w systemie dwóch studni, ale łączy się

to z pewnym stopniem ryzyka – a nuż studnia „wyschnie” lub się zamuli, albo zmieniają się parametry wody. Nie ma takich obaw w systemach z zamkniętym obiegiem glikolu, czyli w kolektorach płaskich lub pionowych. Ale to rozwiązanie drożej kosztuje, ma nieco mniejszą sprawność niż układ dwóch studni, albo wymaga zaangażowania sporej powierzchni działki. No cóż, wybór należy do Ciebie.

Mamy pewną wiedzę, jak wybierają inni. Zrobiliśmy sondaż wśród członków Klubu Budujących Dom. Jeden na trzydziestu zastosował już pompę ciepła w swoim domu. Jeden na trzech poważnie się nad tym zastanawia. Ci, którzy już się zdecydowali lub są blisko decyzji, odpowiedzieli nam również na pytanie o wybór rodzaju źródła dolnego. Wyniki pokazuje diagram 8.



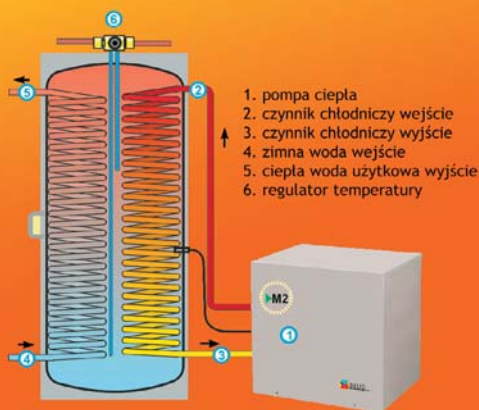
8 Wyniki sondy „Jakie źródło dolne wybrałeś?”

Jeśli źródło dolne jest źle wybrane, źle zaprojektowane lub źle wykonane, nawet najlepsza pompa ciepła nic nie pomoże.

REKLAMA

Niekonwencjonalne Systemy Grzewcze

Nasze systemy grzewcze z pompą ciepła ze względu na to, że nie posiadają pomp obiegowych dolnego i górnego źródła oraz wymienników pośrednich należą do najbardziej ekonomicznych w swojej klasie.



THERMOGOLV Niekonwencjonalne Systemy Grzewcze T. Kołodziej
38-200 Jasto
ul. M. C. Skłodowskiej 25
www.thermogolv.com, e-mail: thermo@thermogolv.gal.pl
tel. 013 448 12 60
tel./faks 013 448 12 61
tel. kom. 0606 83 46 41

Case study,

czyli oferty z życia wzięte

Ledwo wystartował nasz cykl ROK POMPY CIEPŁA, a już posypały się komentarze i zapytania od Czytelników. Najczęściej dotyczą kosztów inwestycji.

Wybraliśmy korespondencję zarzucającą nam „wysoce mylące” informacje o kosztach instalacji z pompą ciepła. Jest to pouczające ćwiczenie z tematu „oferty firmowe”.

Oto list naszego Czytelnika:

Właśnie stoję przed faktem wyboru oferty na pompę ciepła i niestety muszę głośno powiedzieć, że w Państwa artykule stwierdzenie, iż oferty zamykają się w przedziale 30 000-44 000 jest wysoce mylące.

Otrzymałem oferty, które są w przedziale 45 000-65 000 dla domu o powierzchni użytkowej 185 m² (w przypadku sond pionowych najdrożej!), z rekuperatorem, w technologii ściany dwuwarstwowej 30 + 15 cm styropian, dach ocieplony 25 cm wełny oraz podłoga na gruncie 12 cm styropian.

Dalej Czytelnik przytoczył teksty ofert otrzymanych od trzech firm. Przedstawiamy obok te oferty w oryginalnym brzmieniu i układzie (z oczywistych względów usunęliśmy tylko nazwy własne firm i produktów).

Spróbujmy najpierw wykonać własne oszacowanie podstawowych parametrów technicznych.

ZAPOTRZEBOWANIE NA MOC CIEPLNĄ

Na podstawie informacji podanych przez Czytelnika można uznać, iż budynek ma bardzo dobrą termoizolację, a do tego jeszcze rekuperator, więc do ogrzania powinna wystarczyć moc 50 W/m². Zatem całkowita moc grzewcza wynosi

$$185 \text{ m}^2 \times 50 \text{ W/m}^2 = 9250 \text{ W} = 9,25 \text{ kW}$$

Moc na ogrzanie c.w.u. szacuje się przyjmując 250 W na 1 osobę, czyli 4 osoby x 250 W/osobę = 1000 W = 1 kW

Stąd moc grzewcza pompy ciepła powinna wynosić

$$9,25 \text{ kW} + 1 \text{ kW} = 10,25 \text{ kW}$$

Można przyjąć, że prawidłowym wyborem będzie pompa ciepła o mocy ok. 10 kW.

PARAMETRY ŹRÓDŁA DOLNEGO

Moc źródła dolnego, przy założeniu COP = 5 (to wysoka wartość, ale osiągalna dla ogrzewania podłogowego o niskiej temperaturze – do 35°C) wynosi 10 kW x (1-1/5) = 8 kW

W przypadku kolektora poziomego długość rur, a stąd też wymiary wykopu, liczy się na podstawie założonego uzysku ciepła z 1 m rury, który wynosi od 10 do 40 W. Przyjmijmy ostrożnie 15 W/m jak dla gruntu piaszczystego i dość suchego. Po badaniu geologicznym jest możliwa nawet dwukrotna korekta tego parametru w „lepszą stronę”, gdyby się okazało, że mamy mokrą glinę.

Zatem długość kolektora wynosi

$$8000 \text{ W} : 15 \text{ W/m} \approx 534 \text{ m}$$

W przypadku kolektora pionowego uzysk ciepła z 1 m odwiertu wynosi od 30 do 70 W. Przyjmijmy przeciętną wartość 50 W/m, stąd łączna długość odwiertu wynosi 8000 W : 50 W/m = 160 m. Może to być np. 5 lub 6 odwiertów o głębokości 30 m każdy.

Wróćmy teraz do ofert przysyłanych przez Czytelnika.

Firmy 2 i 3 to niewielkie zakłady usługowo-handlowe, instalujące pompy ciepła produkcji szwedzkiej. **Firma 1** to znany polski producent pomp ciepła, wykonujący również usługi montażu.

FIRMA 3

Najbardziej lakoniczna jest oferta **Firmy 3**. Założone wartości potrzebnej mocy pompy (9 kW), długości odwiertu kolektora pionowego (160 m), a także pojemności zasobnika c.w.u. (165 l) są do zaakceptowania jako wartości minimalne z przedziału racjonalnych oszacowań, a więc wystarczające dla nienajlepszych nawet warunków geologicznych. Przy tych minimalistycznych założeniach tym bardziej dziwi całkowity koszt – mocno przeszacowany. Wobec braku szczegółowej kalkulacji pozostaje sądzić, że jest to tzw. pierwszy strzał „spod dużego palca” – a nuż niezbyt zorientowany klient tyle zapłaci. Zresztą wzmianka w ofercie o możliwości otrzymania rabatu zaprasza do potargowania się. Według naszego rozeznania cena pompy ciepła o mocy 9 kW, nawet uwzględniając zawarty w niej zasobnik c.w.u., powinna się znaleźć w przedziale 15 000 – 18 000 zł. Znamy też sporo przypadków wykonania kolektora pionowego, o długości łącznej odwiertu ok. 150 m, w cenie poniżej 10 000 zł. Zatem z tej oferty jest do utargowania ok. 15 000 zł, a wówczas cena całej inwestycji spadłaby do przyzwoitej wielkości ok. 40 000 zł. Warto też spytać firmę o ofertę dla kolektora poziomego i dla systemu dwóch studni. Jeśli wykonują te warianty instalacji, to powinny być one o kilka tysięcy złotych tańsze.

FIRMA 2

Firma 2 przedstawiła bardziej szczegółową ofertę. Oszacowanie zapotrzebowania na moc cieplną (12,78 kW) jest nie całkiem zrozumiałe. Prawdopodobnie wzięto do obliczeń powierzchnię 213 m² (w liście Czytelnika jest 185 m²) przy założeniu jednostkowej mocy grzewczej 60 W/m², co też jest wielkością zawyżoną – wystarczy 50 W/m². Wybór mocy pompy ciepła 10,7 kW jest do zaakceptowania, ale w świetle wcześniejszych uwag ta moc daje 100% a nie 85% pokrycia zapotrzebowania na moc grzewczą. Zatem zbędne jest asekurowanie się źródłem szczytowym (grzałka, podgrzewacz, czy kocioł elektryczny?). Wycena węzła cieplnego z kotłem 10,7 kW na 31 410 zł (netto) jest mocno zawyżona. Po odjęciu źródła szczytowego uzasadniona jest kwota 22 000-25 000 zł (netto). **Kolektor poziomy** policzono dla uzysku 12 W/m, czyli dla najgorszego przypadku suchego piasku lub żwiru. Dla przeciętnych warunków geologicznych byłoby 15 ÷ 25 W/m. Przyjmijmy 20 W/m, czyli przy mocy chłodniczej 8,5 kW otrzymamy 8500 W : 20 W/m = 425 m, zamiast wyliczonych w ofercie 708 m. Kolektor poziomy (materiał + robocizna) o długości ok. 450 m powinien kosztować nie więcej niż 6000-7000 zł (netto) (w ofercie podano 10 039 zł).

Dla wariantu z kolektorem pionowym można skorygować uzysk ciepła z 40 W/m na mniej pesymistyczny, choć również ostrożne oszacowanie na poziomie 50 W/m. Stąd długość odwiertu wynosi 8500 W : 50 W/m = 170 m.

Rozsądna cena za kolektor pionowy o takiej łącznej długości odwiertu wynosi 12 000-14 000 zł (netto), zamiast podanej w ofercie kwoty 20 488 zł.

Całkowite koszty inwestycji z Vatem 7% powinny więc wynosić:

- dla wariantu z kolektorem poziomym 30 000-35 000 zł (brutto)
- dla wariantu z kolektorem pionowym 36 000-42 000 zł (brutto)

FIRMA I

Najbardziej szczegółową kalkulację zawiera oferta **Firmy I**, w której przedstawiono trzy warianty źródła dolnego. W tej ofercie do podważenia jest przede wszystkim przeszacowane założenie zapotrzebowania ciepła budynku na poziomie 13,1 kW (przyjęto 70 W/m², jak dla budynku ze słabym ociepleniem – wełna mineralna lub styropian 5-10 cm). Dalsze przeszacowania są konsekwencją tego błędnego założenia. Zaproponowana w ofercie pompa ciepła o mocy 14,3 kW lub 15,6 kW w cenie 17 000-19 000 zł (netto) powinna być zastąpiona pompą ok. 10 kW w cenie niższej o około 4000 zł (netto). Mocno przewymiarowany jest też kolektor pionowy – zamiast 5 x 50 m powinno wystarczyć 3 x 55 m w cenie co najwyżej 14 000 zł (netto). Jest to 8000 zł mniej niż w ofercie. Uwzględniając tylko te dwie korekty otrzymujemy całkowite koszty inwestycyjne (bez montażu węża cieplnego, co można wycenić na ok. 2000 zł):

- wariant z kolektorem poziomym – ok. 33 000 zł (netto)
- wariant z kolektorem pionowym – ok. 39 000 zł (netto)
- wariant z dwiema studniami – ok. 30 000 zł (netto)

W ofercie ceny brutto podano z VAT 22%, ale zamawiając całą usługę z montażem zapłacimy VAT 7%, czyli otrzymamy dla trzech rozważanych wariantów odpowiednio kwoty brutto: 35 000 zł, 42 000 zł oraz 32 000 zł.

PODSUMOWANIE

Wykazaliśmy szczegółowo i konkretnie, że koszt inwestycji w różnych wariantach realizacyjnych zawiera się w przedziale 30 000-44 000 zł (brutto), jeśli powściągniemy ochotę firm do przewymiarowań i przeszacowań. Być może za dobrze im idzie, bo szybko rośnie zainteresowanie pompami ciepła i mają dużo zamówień. Lepiej by było, gdyby firmy uwierzyły w jeszcze większy sukces i zwiększały moce przerobowe zamiast zniechęcać klientów zawyżoną ceną „na dzień dobry”.

OFERTA FIRMY I

Przyjąłem następujące dane do kalkulacji:

- Powierzchnia domu do ogrzania 185 m²
- Ilość osób korzystających z c.w.u. 4 os
- Zapotrzebowanie ciepła budynku 13,1 kW

Koszty pompy wraz z orurowaniem podałem w przybliżeniu, ponieważ konkretna wycena wymaga ode mnie znajomości pełnego bilansu energetycznego obiektu.

Element systemu – kolektor poziomy	netto	Vat	brutto
Pompa ciepła 14,3 kW	19 100	22%	23 302
Dolne źródło ciepła	5 740	22%	7 003
Rura 32x2,3 – 500 m; (1500 zł)			
Glikol – 350 l; (1400 zł)			
Kolektor źródła dolnego: KZD 5; 1 szt.; (590 zł)			
Wykop – 250 m; (2250 zł)			
Bufor wody grzewczej 200 l	1 100	22%	1 342
Zasobnik ciepłej wody użytkowej z wężownicą 400 l	2 630	22%	3 209
Pompy obiegowe:	3 190	22%	3 892
pompa źródła dolnego			
pompa obiegowa (pompa ciepła – bufor c.o.)			
pompa obiegowa (pompa ciepła – zasobnik c.w.u.)			
Orurowanie, zawory, filtry kształtki itp.	4 800	22%	5 856
Montaż* i uruchomienie systemu	700	7%	749
Łączny koszt systemu grzewczego w zł	37 260		45 352

Element systemu – kolektor pionowy	netto	Vat	brutto
Pompa ciepła 14,3 kW	19 100	22%	23 302
Dolne źródło ciepła	20 000	22%	24 400
Odwiert – 5 x 50 m			
Rura – 500 m			
Glikol – 200 l			
Bufor wody grzewczej 200 l	1 100	22%	1 342
Zasobnik ciepłej wody użytkowej z wężownicą 400 l	2 630	22%	3 209
Pompy obiegowe:	3 190	22%	3 892
pompa obiegowa źródła dolnego			
pompa obiegowa (pompa ciepła – bufor c.o.)			
pompa obiegowa (pompa ciepła – zasobnik c.w.u.)			
Orurowanie, zawory, filtry kształtki itp.	4 800	22%	5 856
Montaż* i uruchomienie systemu	700	7%	749
Łączny koszt systemu grzewczego w zł	51 520		62 749

Element systemu – studnie	netto	Vat	brutto
Pompa ciepła 15,6 kW	17 000	22%	20 740
Dolne źródło ciepła studnia biorcza 15 m, zdawcza 15 m	4 500	22%	5 490
Bufor wody grzewczej 200 l	1 100	22%	1 342
Zasobnik ciepłej wody użytkowej z wężownicą 400 l	2 630	22%	3 209
Pompy obiegowe:	3 430	22%	4 185
pompa źródła dolnego			
pompa obiegowa (pompa ciepła – bufor c.o.)			
pompa obiegowa (pompa ciepła – zasobnik c.w.u.)			
Orurowanie, zawory, filtry kształtki itp.	4 300	22%	5 246
Montaż* i uruchomienie systemu	700	7%	749
Łączny koszt systemu grzewczego w zł	33 660		40 960

* koszty montażu kotłowni nie zostały uwzględnione, gdyż są ustalane indywidualnie

OFERTA FIRMY 2

ZAŁOŻENIA

Obiekt: dom mieszkalny o pow. 180+33 = 213 m²

CHARAKTERYSTYKA ENERGETYCZNA OBIEKTU

- Zapotrzebowanie na moc cieplną: 12,78 kW
- Rodzaj ogrzewania: podłogowe

CHARAKTERYSTYKA ŹRÓDŁA CIEPŁA

- całkowita moc pompy ciepła 10,7 kW
(85% pokrycie zapotrzebowania)
- moc sprężarki 2,2 kW
- moc chłodnicza 8,5 kW
- moc źródła szczytowego 3, 6, 9 kW
- rodzaj źródła szczytowego energ. elektryczna
- pojemność zasobnika ciepłej wody 165 l
(wbudowany w pompie ciepła)

Szacunkowy kosztorys węzła cieplnego

Węzeł cieplny: **31 410 zł (netto)**

W koszcie węzła cieplnego zostało uwzględnione: pompa ciepła, zbiornik c.w.u. osprzęt, źródło szczytowe, instalacja oraz rozruch

DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA – KOLEKTOR POZIOMY

- uzysk ciepła z kolektora 12 W/m.b.
- min.wymagana długość kolektora 708 m
- min. wymagana długość wykopu 708 m
- odległość pomiędzy kolektorami (podziałka) 1,2 m
- głębokość ułożenia 1,3 m

Szacunkowy koszt wykonania dolnego źródła

– kolektor poziomy: **10 039 zł (netto)**

W koszcie wykonania dolnego źródła zostało uwzględnione: wykop, montaż, zasypianie kolektora, kolektor ziemny, spirytus, doprowadzenie do kotłowni oraz rozdzielacz kolektora.

DOLNE ŹRÓDŁO CIEPŁA – KOLEKTOR PIONOWY (ODWIERTY)

- uzysk ciepła z odwiertu 40 W/m.b.
- wymagana długość odwiertu 213 m
- szacunkowa liczba i głębokość odwiertów 2 x 106 m
- wymagana powierzchnia pod odwierty 20 m²
- minimalna odległość pomiędzy odwiertami 10 m

Rzeczywista ilość i głębokość odwiertów jest uzależniona od warunków geologicznych i zostanie określona podczas prac wiertniczych

Szacunkowy koszt wykonania dolnego źródła

– kolektor pionowy: **20 488 zł (netto)**

W koszcie wykonania dolnego źródła zostało uwzględnione: odwiert, montaż, zasypianie kolektora, kolektor ziemny, glikol, doprowadzenie do kotłowni oraz rozdzielacz kolektora.

WARIANTY KOSZTÓW INWESTYCJI

Zestawienie szacunkowych nakładów inwestycyjnych

	netto	brutto
Koszt węzła cieplnego	31 410 zł	33 609 zł
Koszt kolektora poziomego	10 039 zł	10 742 zł
Koszt kolektora pionowego	20 488 zł	21 922 zł
Koszt inwestycji z kolektorem poziomym	41 449 zł	44 351 zł
Koszt inwestycji z kolektorem pionowym	51 898 zł	55 530 zł

OFERTA FIRMY 3

OFERTA WSTĘPNA OPARTA NA ZAŁOŻENIACH:

- budynek 160-200 m²,
- ocieplenie wg współczesnych norm,
- ogrzewanie niskotemperaturowe podłogowe lub mieszane

WĘZEŁ CIEPLNY

- Pompa ciepła o mocy 9 kW 26 110 zł
- Zasobnik cwu 165L dwupłaszcz. wbudowany w pompę 0 zł
- Instalacja kotłowni, rozruch PC, materiały instalacyjne 6 500 zł
- Dolne źródło: kolektor pionowy 160 m 16 000 zł
- Projekt do zgłoszenia dolnego źródła 2 000 zł

Całkowity koszt kotłowni netto: 50 610 zł

Całkowity koszt kotłowni brutto: 54 153 zł

Podane ceny są cenami katalogowymi. Istnieje możliwość otrzymania rabatu.

W przypadku nietypowych warunków wiercenia cena kolektora pionowego może ulec zmianie.

Szczegółowych informacji udzielimy podczas indywidualnych rozmów.

Na życzenie inwestora możemy wykonać również:

- montaż grzejników
- ogrzewanie podłogowe
- Instalacja wod.-kan.
- przydomowe oczyszczalnie ścieków
- instalacja do odkurzacza centralnego

Termin dostawy pompy ciepła 5-8 tygodni od daty zamówienia.

Okres gwarancji serwisowej na pompy wynosi 5 lat

OFERTA WAŻNA 30 DNI OD DATY WYSŁANIA DO KLIENTA

REKLAMA

TANIO OGRZEJEMY TWÓJ DOM
Propanowa pompa ciepła **NEURATHERM**

OSUSZACZE POWIETRZA

skrócimy czas budowy i remontu twojego domu

ROZWIĄZUJEMY PROBLEMY NADMIARU WILGOCI

- ciepły dom
- niskie rachunki
- czyste środowisko

CLIMA KOMFORT®

tel. 056/ 46 223 21
www.climakomfort.pl
pompy@climakomfort.pl



Na zestaw najbardziej podstawowych pytań, sformułowanych w imieniu naszych Czytelników, odpowiada Pan Aleksander Archanowicz z firmy Daikin.

Buduję dom 160 m². Dlaczego miałbym wybrać ogrzewanie pompą ciepła? Słyszałem, że taka inwestycja zwróci się po 20 latach. Wprawdzie koszty eksploatacji są niskie, ale koszt inwestycji sięga kwoty 70-80 tys. zł.

Ogrzewanie przy pomocy pompy ciepła jest obecnie najbardziej ekonomicznym sposobem ogrzewania budynków. Wykorzystujemy tu bowiem naturalne ciepło niskotemperaturowe, zawarte w przyrodzie (w gruncie, w wodzie, lub w powietrzu). Oczywiście, aby wydobyć to ciepło musimy „dodać” energię elektryczną. Tym niemniej, stosunek uzyskanej energii cieplnej do włożonej energii elektrycznej, czyli tzw. współczynnik efektywności energetycznej COP, waha się, w zależności od warunków, od 2,5 do 7,0. (Dla porównania: przy ogrzewaniu elektrycznym COP wynosi 1,0) W tradycyjnych kotłach paliwowych, wykorzystujących wysokotemperaturowy proces spalania węgla, gazu lub oleju opałowego, sprawność energetyczna (stosunek ciepła oddanego przez kocioł do teoretycznej ilości ciepła uzyskanego ze spalania paliwa) wynosi zawsze poniżej 100%. Najbardziej efektywne kotły kondensacyjne, odzyskujące ciepło utajone zawarte w parze wodnej, będącej jednym z produktów spalania, podnoszą sprawność do maksimum 111%.

Trzeba tu dodać jeszcze znacznie szybciej rosnące ceny gazu lub oleju opałowego w stosunku do ceny energii elektrycznej. To powoduje, że koszty eksploatacyjne tradycyjnych instalacji kotłowych są znacznie wyższe niż instalacji z pompą ciepła.

Dla Inwestora zasadnicze znaczenie będzie więc miała odpowiednia równowaga między kosztami inwestycyjnymi (koszt urządzeń i instalacja) a kosztami eksploatacyjnymi. Należy zwrócić uwagę, że koszt inwestycyjny jest wydatkiem jednorazowym, ponoszonym na początku inwestycji, a koszt eksploatacyjny jest kosztem stałym, ponoszonym przez wiele lat. Istotną sprawą jest więc czas zwrotu zwiększonych nakładów inwestycyjnych, poniesionych na instalację pompy ciepła oraz przyszłe „zyski”, wynikające z niższych kosztów eksploatacji. Okres 20 lat zwrotu kosztów, zawarty w Pańskim pytaniu, to legenda mająca swe źródło zarówno w wysokiej cenie pierwszych pomp ciepła (najczęściej gruntowych) jak i w stosunkowo niskiej ówczesnie cenie tradycyjnych paliw. Gwałtownie rosnące ceny paliw, przy malejących cenach pomp ciepła spowodowały, że okres zwrotu inwestycji w pompę ciepła wynosi obecnie 5-7 lat, w zależności od rodzaju pompy.

Również podany przez Pana całkowity koszt inwestycyjny pompy ciepła jest zdecydowanie zawyżony. Najdroższe (ale i najbardziej efektywne) są pompy ciepła gruntowe, gdzie koszty generowane są głównie przez wysokie koszty instalacji (głębokie odwierty lub wykopy pod wymienniki poziome) i mogą sięgać 40-50 tys. zł. Najtańsze są tu pompy ciepła powietrze-woda, gdzie całkowity koszt inwestycyjny nie przekracza 30 tys. zł.

Świadomie skoncentrowałem się na aspekcie ekonomicznym, gdyż ma on największy wpływ na podjęcie decyzji o wyborze systemu ogrzewania. Nie należy jednak zapominać o tym, że technologia pomp ciepła wykorzystuje w znacznej większości odnawialne źródła energii, przyczyniając się do zachowania bogactw naturalnych dla przyszłych pokoleń, a także jest technologią „czystą”, nie zanieczyszczającą środowiska.

O.K. Jestem zainteresowany pompą ciepła, ale nie wiem, który system wybrać. Czym powinienem się kierować w wyborze źródła dolnego i źródła górnego (sposobu rozprowadzenia ciepła w domu)?

Na wybór źródła dolnego zasadniczy wpływ ma przede wszystkim jego dostępność oraz koszt inwestycyjny instalacji.

Najpopularniejsze dotychczas są pompy ciepła gruntowe, gdzie źródłem dolnym jest grunt. Przy swoich zaletach (dostępność gruntu, w miarę stała, dość wysoka temperatura źródła, wysoki COP) mają jednak tę wadę, że koszt instalacji jest bardzo wysoki. Przy ułożeniu kolektora poziomego na głębokości ok. 1,5-2,0 m jest to duża ilość wykopów, a poza tym na czas robót zabieramy teren ogrodu lub trawnika. Wymienniki pionowe, tzw. sondy ziemne, wymagają z kolei odwiertów na głębokości 50-150 m, co oczywiście generuje koszty, zależne dodatkowo od warunków hydrogeologicznych.

Gdy źródłem dolnym jest woda ze zbiorników wodnych (stawy, jeziora, rzeki, studnie) mamy bardzo dobre parametry przejmowania ciepła i wysoki COP, ale wadą jest ograniczona dostępność źródła (zbiornik wodny musi być blisko ogrzewanego budynku) a także występujące problemy eksploatacyjne, związane z zanieczyszczeniami wód. Najtańszym pod względem instalacyjnym i ogólnie dostępnym źródłem dolnym jest oczywiście powietrze. Nie ma tu takich ograniczeń, jak w przypadku gruntu czy wody, ale wadami są z kolei zmienna (o dużych wahaniami) temperatura źródła i związany z tym niższy współczynnik COP.

W przypadku źródła górnego zasadniczy wybór jest między niskotemperaturowym wodnym ogrzewaniem podłogowym (rzadziej ściennym) a tradycyjnymi grzejnikami radiatorowymi. W przypadku współdziałania z pompą ciepła zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest ogrzewanie podłogowe. Wynika to z wielu powodów. Przede wszystkim ogrzewanie podłogowe wymaga niższych temperatur wody zasilającej (30-35°C), co przekłada się na wyższy współczynnik COP, a w rezultacie na niższe koszty eksploatacyjne. Przy ogrzewaniu podłogowym ciepło oddawane jest przez promieniowanie, co oznacza

brak prądów konwekcyjnych, mniej kurzu, lepszy rozkład temperatury w pomieszczeniu, a co za tym idzie większy komfort dla użytkownika.

Radiatory wymagają wyższej temperatury wody na zasilaniu (40-55°C), co sprawia, że rozwiązanie to jest mniej ekonomiczne. Zaletami grzejników radiatorowych są z kolei szybkie dojście do wymaganych parametrów,

niska cena oraz łatwość wymiany w przypadku awarii.

Przedstawiłem tu w skrócie zalety i wady poszczególnych rozwiązań. Zalecałbym jednak przed podjęciem decyzji poradzić się fachowca, gdyż nie można wybierać oddzielnie poszczególnych elementów, lecz rozpatrywać całościowo cały system, biorąc pod uwagę zarówno parametry techniczne, jak i ekonomiczne.

Dlaczego miałbym się zdecydować na system ogrzewania oferowany przez Państwa firmę?

Firma DAIKIN jest światowym liderem w produkcji urządzeń klimatyzacyjnych. Wykorzystując swoje doświadczenie w produkcji pomp ciepła powietrze-powietrze, w roku 2006 DAIKIN wprowadził na rynek system grzewczy ALTHERMA, wykorzystujący technologię pompy ciepła powietrze-woda. Jest to niskotemperaturowy system grzewczy przeznaczony do ogrzewania mieszkań, domów jednorodzinnych oraz niewielkich obiektów komercyjnych. Cały system składa się z 3 podstawowych elementów: jednostki zewnętrznej, podobnej do znanych nam jednostek zewnętrznych klimatyzatorów split, jednostki wewnętrznej, zwanej „hydrobox”, będącej wymiennikiem ciepła między układem freonowym i układem wodnym oraz zbiornika c.w.u. Jednostka wewnętrzna występuje w 3 wielkościach od 6,1 do 8,6 kW. W połowie 2007 roku DAIKIN wprowadzi 3 nowe modele o wydajności od 11 do 18 kW.

Okres zwrotu inwestycji w pompę ciepła wynosi obecnie 5-7 lat.

Niezależnie od pompy ciepła, w hydroboxie znajduje się grzałka elektryczna o wydajności 3, 6 lub 9 kW, przeznaczona do pokrycia strat ciepła w najzimniejsze dni. Hydrobox występuje w 2 rodzajach: tylko z funkcją grzania lub w wersji grzewczo – chłodzącej.

Podstawowymi zaletami systemu ALTHERMA są wszystkie znane zalety pomp ciepła powietrze-woda, a więc:

- a) dostępność powietrza jako źródła ciepła;
- b) niski koszt inwestycyjny – cena urządzeń jest niewiele wyższa od pomp gruntowych lub wodnych, natomiast koszty instalacji są wielokrotnie tańsze. To sprawia, że całkowity koszt inwestycyjny jest ok. 30% niższy od w/w pomp ciepła;
- c) niskie koszty eksploatacji – jednostka zewnętrzna posiada sprężarkę inwerterową, co w połączeniu ze zmienną nastawą temperatury wody (tzw. regulacja pogodowa w standardzie) optymalizuje zużycie energii i zapewnia wysoki komfort;
- d) łatwość i szybkość instalacji – ekipa dwóch monterów wykonuje montaż źródła dolnego w 1 dzień!
- e) zastosowanie do każdego typu obiektów – jednostka zewnętrzna może być umieszczona w dowolnym miejscu na ścianie, na poziomym terenie lub na dachu;
- f) możliwość chłodzenia pomieszczeń w lecie – jest to podstawową cechą odróżniająca system ALTHERMA od innych rozwiązań. Wykorzystane tu zostało wspomniane wyżej doświadczenie firmy Daikin w produkcji urządzeń klimatyzacyjnych. Dla potrzeb funkcji chłodzenia hydrobox musi być w wersji grzewczo-chłodzącej, a jednostkami wewnętrznymi są najczęściej dodawane opcjonalnie klimakonwektory wodne. To sprawia, że ALTHERMA jest systemem zapewniającym komfort cieplny przez cały rok;
- g) umiarkowana cena – dokładniejsze dane poniżej, w odpowiedzi na następujące pytanie.

A co z c.w.u.?

W systemie ALTHERMA poza podstawową funkcją ogrzewania możemy produkować ciepłą wodę użytkową. Przelączenie między trybami pracy dokonuje się automatycznie i sterowane jest temperaturą c.w. Czas pracy cyklu sanitarnego może być też ustawiony ręcznie przez użytkownika, ale nie może przekroczyć 60 minut, aby nie obniżyć znacząco temperatury w pomieszczeniach. Do wyboru mamy 3 wielkości zbiorników c.w. o pojemności 150, 200 i 300 litrów. Pompa ciepła pozwala na uzyskanie temperatury c.w. 50°C. Do uzyskania wyższych temperatur służy wbudowana w zbiorniku c.w. grzałka elektryczna. Maksymalna temperatura c.w. jaką możemy uzyskać wynosi 80°C. Grzałka może być sterowana za pomocą zegara czasowego lub za pomocą nastawy temperatury. Im niższa nastawa temperatury c.w., tym większy jest udział pompy ciepła w pokryciu zapotrzebowania ciepła na cele c.w.u. Optymalna wielkość zbiornika i związane z tym odpowiednie rozmieszczenie węzownicy, czujnika temperatury i grzałki elektrycznej, przy dobrze ustawionej automatyce sprawia, że praktycznie 95% zapotrzebowania ciepła na c.w.u. pokrywa pompa ciepła. Jest to więc rozwiązanie bardzo ekonomiczne. Ciepła woda jest oczywiście produkowana cały rok, również wtedy, gdy system pracuje w trybie chłodzenia (opcja). Wykorzystuje się tu (znane z klimatyzatorów *split*) odwrócenie obiegu chłodniczego w hydroboxie. Przelączenie trybów pracy odbywa się automatycznie i priorytet ma c.w.u. Należy wspomnieć jeszcze, że bez względu na wysokość nastawy, raz w tygodniu grzałka elektryczna podgrzewa wodę do temperatury 70°C, aby przeciwdziałać rozwijaniu się bakterii *Legionella*.

Jakie będą koszty całej instalacji i koszty eksploatacyjne?

Żeby w miarę precyzyjnie odpowiedzieć na tak postawione pytanie, musiałbym znać zapotrzebowanie ciepła budynku. Nie podejmuję się określenia kosztu instalacji wewnętrznej, gdyż to zależy od rodzaju emiterów ciepła (podłogówka, radiatory), ich wielkości, rozmieszczenia, długości rur itp. Ale ten koszt jest kosztem stałym, bez względu na wybór źródła ciepła i można go łatwo określić znając projekt.

Jak wspominałem, system ALTHERMA składa się z jednostki zewnętrznej, hydroboxu i opcjonalnego zbiornika c.w. Koszt całego układu, w zależności od wielkości zapotrzebowania ciepła, wielkości zbiornika c.w. i przyjętego systemu (tylko grzewczy lub grzewczo-chłodzący) waha się od ok. 16 800 zł do 20 700 zł netto. Do tego należy dodać koszt montażu (wraz z materiałami), który wynosi ok. 15-20% ceny urządzeń. Tak więc całkowity koszt instalacji ALTHERMY zamknie się w kwocie 24 000-30 000 zł brutto. Koszty eksploatacyjne zależą od długości i intensywności sezonu grzewczego, ale z dużym prawdopodobieństwem możemy je przyjąć na ok. 1200-1500 zł rocznie.

Mimo wszystko, trochę boję się eksperymentować z tak poważną sprawą jak ogrzewanie we własnym domu. Jakie są gwarancje, że nie „zostanę na lodzie”, z niesprawną instalacją przy -20°C za oknem? Psychologicznie poddałbym się też chętnie „owczemu pędowi” – na ile często stosuje się pompy ciepła w Polsce i w innych krajach?

Tu oczywiście nie może być mowy o żadnych eksperymentach. Jak wspominałem, w hydroboxie jest wbudowana opcjonalna grzałka elektryczna o mocy 3, 6 lub 9 kW. Również w zbiorniku c.w. znajduje się standardowa grzałka 3 kW. Gdybyśmy przyjęli obciążenie cieplne w Państwa domu na poziomie 50 W/m², to zapotrzebowanie cieplne na cele ogrzewania wyniosłoby 8,0 kW. Dodając do tego ok. 1,0 kW na potrzeby c.w.u., wymagana moc grzewcza powinna wynosić 9,0 kW. Pompę ciepła powinniśmy jednak dobrać na 60-70% maksymalnego zapotrzebowania ciepła na cele grzewcze. Pozostała ilość ciepła, przy najniższych temperaturach, dostarczana będzie przez wbudowaną w hydroboxie grzałkę elektryczną. Optymalizuje nam to wielkość urządzeń, a co zatem idzie koszty. W naszym przypadku dobrałbym więc pompę ciepła o mocy nominalnej 6,7 kW (przy -20°C moc spadnie do ok. 4,0 kW), wraz z grzałką elektryczną 6,0 kW. W przypadku niespodziewanej awarii, tak zwymiarowana ALTHERMA zapewni nam bezpieczeństwo nawet przy największych mrozach. Wprawdzie do czasu usunięcia awarii ponosić będziemy wyższe koszty, ale nie ma obaw abyśmy pozostali bez ogrzewania.

**Całkowity koszt instalacji ALTHERMY
wynosi 24 000-30 000 zł (brutto),
a koszty eksploatacyjne ok. 1200-1500 zł rocznie**

Pytania podobne do tego zdarzają się często i wynikają głównie z nieznamomości w Polsce technologii pomp ciepła. W Europie pompy ciepła służą do ogrzewania mieszkań i domów jednorodzinnych już kilkadziesiąt lat. W niektórych krajach, jak n.p. w całej Skandynawii, Niemczech, Szwajcarii czy Austrii, wypierają one skutecznie kotły paliwowe i stanowią kilkadziesiąt procent rynku. W Polsce zainteresowanie pompami ciepła wzrasta od kilku lat, głównie za sprawą ciągle rosnących cen paliw. Najpopularniejsze dotychczas są pompy gruntowe, dostarczane przez renomowane i mające długą tradycję firmy szwedzkie i niemieckie.

Ale najszybciej obecnie rozwijającą się technologią grzewczą, wykorzystującą odnawialne źródła energii, jest technologia pomp ciepła powietrze-woda. Wymienione wyżej zalety pomp ciepła powietrze-woda, w tym umiarkowana cena i łatwość montażu, sprawiają, że ALTHERMA jest optymalnym rozwiązaniem, łączącym wysoką funkcjonalność z wysoką efektywnością ekonomiczną. Dlatego polecałbym ten system, zwłaszcza gdy ma być on zastosowany w nowobudowanym domu.