

najtańsze ogrzewanie, czyli podłógówka

Z POMPA CIEPŁA

Pompy ciepła nie są już w naszym kraju egzotyczną ciekawostką. Jest to rozwiązanie znane i doceniane. Kilkanaście procent naszych Czytelników zamierza je zastosować w swoim domu. Zachęca przykład innych. Znamy wiele domów o powierzchni 200-300 m², w których roczny koszt ogrzewania z pompą ciepła wynosi ok. 1 000 zł. Jest to ogrzewanie najtańsze w eksploatacji i wcale nie tak drogie inwestycyjnie, jak się uważa, jeśli optymalnie połączy się właściwe rozwiązania instalacji grzewczej i konstrukcji całego domu.

Wiktor Marcinkowski

Wybieramy rozwiązanie optymalne

Aż trudno uwierzyć. Wyniki naszej ostatniej ankiety ■ wskazują, że kilkanaście procent naszych Czytelników zamierza ogrzewać swój dom energią z pompy ciepła. To nadal znacznie mniej niż w Austrii czy Szwecji, ale i tak byłby to imponujący sukces tej nowej w Polsce technologii. Obawiam się jednak, że ten wynik ankietowy odzwierciedla bardziej dobre chęci nacechowane pewną „poprawnością ekologiczną”, niż ostateczne decyzje inwestorów.

Bo przecież o pompach ciepła pisze się różnie. Że ekologiczne. Że dom nie ma komina (ale pomyślisz sobie, co to za dom bez komina). Że popularne na Zachodzie. Wszystkie te pozytywne argumenty niweluje jednak stereotypowy pogląd, że wprawdzie samo ogrzewanie jest dość tanie, ale inwestycja bardzo droga. Prawda jest taka, że inwestycja nie musi być droga, a ogrzewanie uzyskuje się nie tylko dość tanie, **ale rewelacyjnie tanie. Pompa ciepła jest najbardziej ekonomicznym systemem ogrzewania domu jednorodzinnego**, jeśli wybierzemy rozwiązania optymalne. Najważniejsze są następujące trzy sprawy.

■ Jeśli tylko warunki na to pozwalają wybierzmy ogrzewanie wodą gruntową. Jest to tzw. system „woda-woda”, najłatwiejszy oraz najtańszy inwestycyjnie i zapewniający uzyskanie wysokiej sprawności ze względu na względnie wysoką temperaturę źródła ciepła, czyli wody gruntuwej (ok. 10°C).

■ Wybierzmy niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe (28-30°C), gdyż jest to system o największej sprawności, czyli najniższych kosztach eksploatacyj-

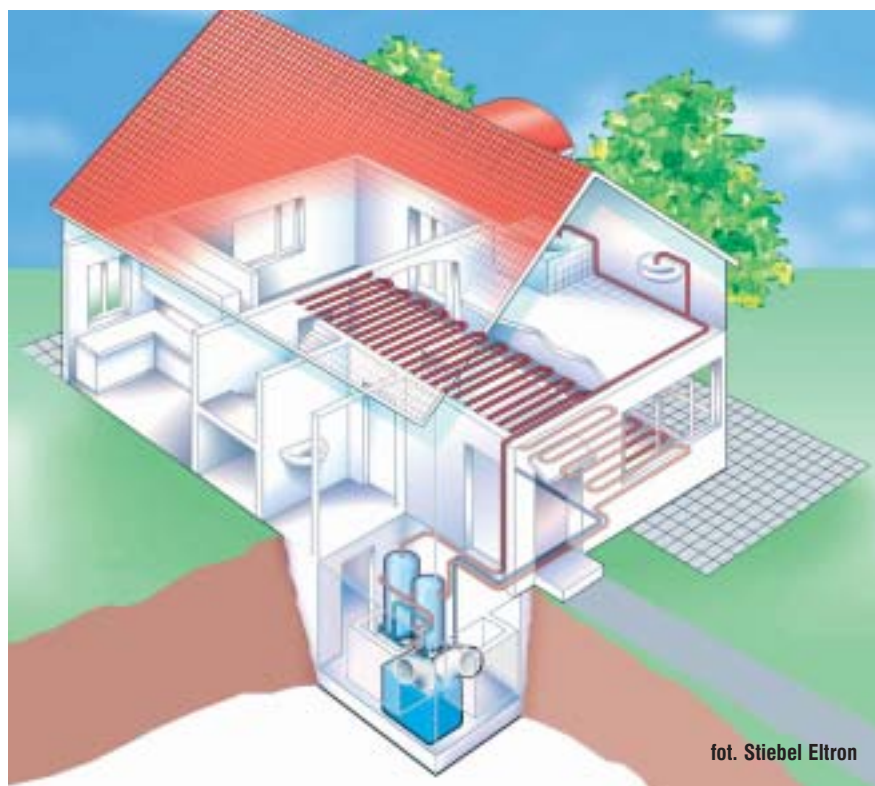
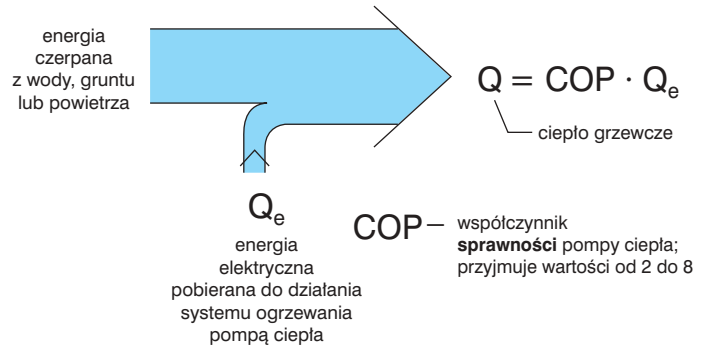
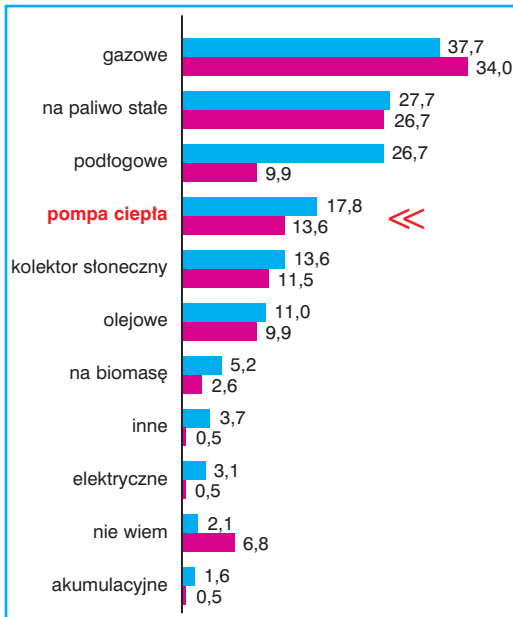


foto. Stiebel Eltron



2 Ogólna zasada działania systemu ogrzewania z pompą ciepła

Ogrzewanie pompą ciepła ma sens wtedy, gdy zastosujemy w całym domu niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe

1 Wyniki ankiety „Dom polski” badającej preferencje czytelników „Budujemy Dom”

Rozkłady procentowe określają odpowiedzi na dwa pytania:

- jakie rodzaje ogrzewania chciałbyś mieć w swoim domu
- jakie rodzaje ogrzewania chciałaby mieć w swoim domu przeciętna polska rodzina

Uwaga – ogrzewanie kominkowe respondenci uwzględniali w pozycji „na paliwo stałe”

nych. Żadnych kaloryferów w domu, bo przestanie się to opłacać.

■ Konstrukcja budynku, a w szczególności podłogi, powinna się charakteryzować dużą bezwładnością (pojemnością) cieplną, co pozwala korzystać z poboru energii elektrycznej głównie w tańszej taryfie nocnej. Duża bezwładność cieplna jest też potrzebna, żeby przy niskiej temperaturze grzania zapewnić stałą (bez wahań) komfort cieplny. Oczywiście, trzeba też zadbać o dobrą izolacyjność cieplną ścian, dachu i podłogi na gruncie.

Jak to działa

Istotą ogrzewania pompą ciepła jest to, że płacimy za energię elektryczną bardzo mało, a ogrzewamy dom energią cieplną pobieraną z ziemi, wody lub powietrza, która jest za darmo. Pobierane ciepło „idzie pod górkę”, tj. przepływa ze źródła o niższej temperaturze (np. 10°C – temperatura wody gruntowej) do odbiornika energii o wyższej temperaturze (np. woda w instalacji ogrzewania podłogowego o temperaturze 28-30°C). Z pompowaniem ciepła „pod górkę” mamy do czynienia na co dzień. Tak przecież działa lo-

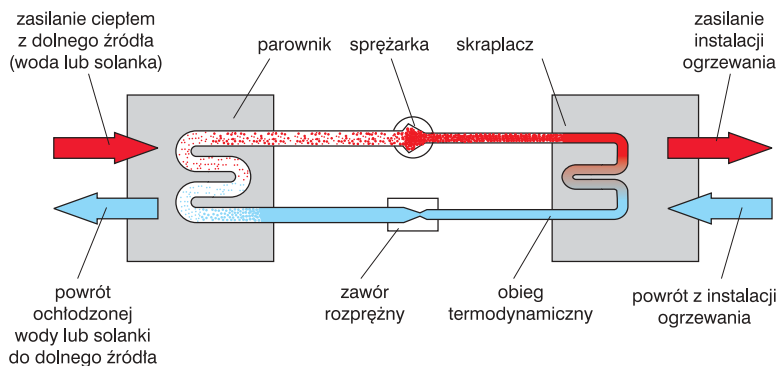
dówka. Z jej wnętrza, czyli z produktów żywnościowych w niej umieszczonych, jest „wypompowywane” ciepło i oddawane na zewnątrz – do pomieszczenia. Zatem lodówka grzeje pomieszczenie zabierając ciepło z jej chłodnego wnętrza. Wyobraźmy sobie teraz, że do wnętrza lodówki wpływa ciągłym obiegiem woda ze studni o tempe-

raturze 10°C i wypływa po schłodzeniu do 5°C, a następnie jest „zrzucana” do innej studni. Wówczas cały czas woda dostarcza do wnętrza lodówki ciepło, które jest z niej zabierane i oddawane na zewnątrz lodówki – do pomieszczenia. Oczywiście, żeby pobrać ciepło z „zimniejszego” i przenieść do „cieplejszego” trzeba dostarczyć energię elektryczną do sprężarki, która stanowi „serce” lodówki (pompy ciepła). Rzecz w tym, żeby ilość energii

>> Jak „pompuje się” ciepło

Działanie pompy ciepła polega na cyklicznej zmianie stanu fizycznego czynnika (najczęściej jest to freon) krążącego w obiegu termodynamicznym – sprężanie, skraplanie, rozprężanie, parowanie. Sprężarka zasilana prądem elektrycznym spręża parę freonu, w wyniku czego wzrasta temperatura tej pary. W skraplaczu gorąca para oddaje swoje ciepło wodzie krążącej w instalacji ogrzewania i w wyniku ochładzania para ulega skropleniu. Następnie ciekły i sprężony freon przepływa przez zawór rozprężny i w procesie rozprężania następuje jego gwałtowne ochłodzenie. Zimny freon, przepływając pod niskim ciśnieniem przez parownik ogrzewa się pobierając ciepło od czynnika roboczego (wody lub solanki) dolnego źródła. W wyniku ogrzania freon odparowuje i gorąca para jest zasysana przez sprężarkę a cały cykl się powtarza.

4 Schemat działania sprężarki w pompie ciepła



elektrycznej zużywanej przez sprężarkę była wielokrotnie mniejsza niż ilość ciepła odbierana z wody gruntowej i przekazywana do instalacji ogrzewania podłogowego [2]. Tę relację określa współczynnik sprawności **COP** (ang. Coefficient of Performance). Zwykle w literaturze podaje się $COP=4$. Oznacza to, że płacąc np. 32 gr za 1 kWh zużywanej energii elektrycznej, otrzymujemy 4 kWh ciepła grzewczego, czyli jedna kWh ciepła kosztuje nas 8 gr. Jest to wynik dobry, ale nie rewelacyjny. Przy takich kosztach eksploatacyjnych, jeśli przyjąć często podawane w literaturze koszty inwestycyjne na poziomie ponad 60 000 zł, to łatwo można udowodnić, że nawet w 15-letnim okresie eksploatacji suma kosztów inwestycji i eksploatacji jest wyższa niż dla ogrzewania gazowego.

Takie informacje utrwalają tylko stereotypowy pogląd o pompach ciepła jako pewnej „ciekawostce ekologicznej”, której stosowanie nie ma przekonującego uzasadnienia ekonomicznego. Prawda jest jednak inna, gdyż:

- wydatki na instalację grzewczą z pompą ciepła można zmieścić w kwocie 30 000 zł (system „woda-woda”);
- współczynnik COP może osiągać wartości 6...8 (niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe);
- pobór prądu można ograniczyć niemal wyłącznie do II taryfy (duża bezwładność cieplna budynku).

Nakłady na taki optymalny system zwrócą się najpóźniej po 5 latach w porównaniu do ogrzewania gazowego.

Tylko ogrzewanie podłogowe

Współczynnik sprawności pompy ciepła, czyli stosunek dostarczanej energii cieplnej Q do pobranej energii elektrycznej Q_e jest wyrażony zależnością:

$$COP = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \cdot \eta_p + 100\%$$

gdzie T_1 i T_2 są wyrażonymi w kelwinach temperaturami źródła i odbiornika ciepła, a η_p jest wewnętrzną sprawnością pompy ciepła wyrażoną w procentach (60%). Kapitalne znaczenie ma mianownik ułamka, gdyż wraz ze zmniejszaniem różnicy temperatur ($T_2 - T_1$) odbiornika (źródła górnego) i źródła ciepła (źródła dolnego) sprawność systemu ogrzewania pompą ciepła silnie rośnie. Ze wzoru na

COP wynika, że największe korzyści uzyskujemy przy niskotemperaturowym ogrzewaniu podłogowym (ok. 28-30°C) i zastosowaniu wody gruntowej jako dolnego źródła ciepła (ok. 10°C). W tej konfiguracji mianownik ($T_2 - T_1$) przyjmuje najmniejsze wartości (ok. 20 K), czyli współczynnik COP osiąga wartości największe, rzędu 800% (inaczej mówiąc 8). Rzeczywista sprawność całego systemu grzewczego jest nieco niższa, ze względu na straty energii związane z zasilaniem urządzeń pomocniczych (pompa wodna i pompy obiegowe).

Zdecydowanie należy odradzić stosowanie ogrzewania pompą ciepła wraz z kaloryferami lub w systemie mieszanym kaloryferowo – podłogowym. Minimalna temperatura źródła górnego (c.o. z kaloryferami) wynosi wówczas 50°C i współczynnik COP spada do wartości ok. 4. Jeśli ponadto dolnym źródłem będzie nie woda gruntowa (ok. 10°C) lecz solanka w kolektorze (ok. 0°C), to współczynnik COP spada do jeszcze niższych wartości 2,5 ÷ 3. Przepada w ten sposób podstawowy walor pompy ciepła, jakim są niskie koszty ogrzewania. Zatem **ogrzewanie domu pompą ciepła ma sens wyłącznie wtedy, gdy zdecydujemy się na zastosowanie w całym domu niskotemperaturowego ogrzewania podłogowego.** Oczywiście, jest to decyzja z wyraźnymi dalszymi implikacjami – trzeba raczej zapomnieć o dywanach i polubić terakotę w całym domu, choć istnieją wykładziny i klepki drewniane nadające się do ogrzewanej podłogi. Ogrzewanie podłogowe o temperaturze czynnika grzewczego ok. 28-30°C może być niewystarczające w ła-

zienkach. Dla łazienek dobrym rozwiązaniem jest uzupełnienie wodnego ogrzewania podłogowego dodatkowym ogrzewaniem elektrycznym, włączanym jedynie w chwili korzystania z łazienki.

Zastosowanie niskotemperaturowego ogrzewania podłogowego (ok. 28-30°C) wraz z wodą gruntową jako dolnym źródłem ciepła (ok. 10°C), zapewnia nie tylko najwyższą sprawność COP, ale również najwyższą moc pompy ciepła. Trzeba o tym wiedzieć, aby nie przewymiarować mocy pompy ciepła i osiągnąć najniższe koszty ogrzewania. Zwykle w katalogach określa się moc pompy ciepła dla parametrów 50/0°C, czyli przy założeniu ogrzewania domu grzejnikami zasilanymi wodą o temperaturze 50°C i pobierania ciepła z gruntu za pośrednictwem solanki o temperaturze 0°C. Na przykład pompa ciepła WPWE8 dla takich parametrów ma moc 7,3 kW oraz $COP = 3,1$. Ta sama pompa dla parametrów 35/10°C (ogrzewanie ściennie o temperaturze zasilania 35°C oraz woda gruntowa o temperaturze 10°C) osiąga moc 11,3 kW oraz $COP = 5,4$. Zarówno osiągana moc, jak i COP będą jeszcze wyższe dla parametrów 28/10°C – można przyjąć, że oba te parametry wzrosną ok. 1,3 razy.

Zatem dobierając pompę ciepła zwróćmy uwagę, by jej moc nie była za duża dla naszych konkretnych warunków pracy, tj. dla temperatur T_2 , T_1 – źródła górnego i dolnego.

Wybieramy system woda-woda

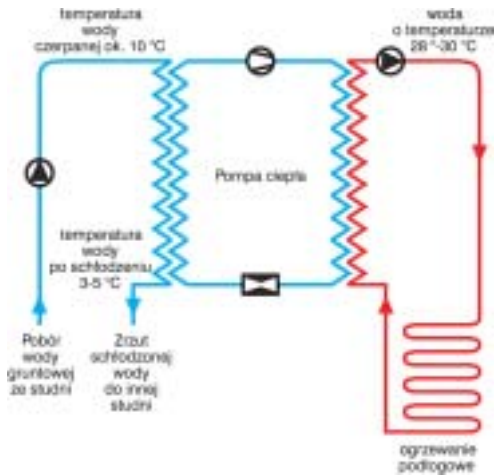
Systemy grzewcze z wykorzystaniem pomp ciepła bazują w rzeczywistości na

>> Jaka wydajność pompy wodnej

Policzmy „na palcach”, 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, a w budownictwie energooszczędnym zaledwie 30 W/m². Zatem zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania domu o powierzchni 200 m² wynosi ok. 10 kW (200 m² × 50 W/m²). Źródło ciepła o takiej mocy dostarczy w ciągu godziny 10 kWh energii cieplnej. Przeliczmy to na kalorie. Trzeba sobie przypomnieć że 1 cal (kaloria) = 4,2 J (dżula), a 1 J = Ws.

Zatem 10 kWh = 10 000 W · 3 600 s = 36 000 000 J, stąd 36 000 000 J : 4,2 J = 8 500 000 cal, czyli 8500 kcal. Zatem w ciągu godziny powinniśmy pobrać z wody gruntowej 8500 kcal ciepła. Ile do tego trzeba wody? Jeśli założymy, że czerpiemy z gruntu wodę o temperaturze 10°C i schładzamy ją w pompie ciepła do 5°C, to każdy litr wody oddaje 1000 cm³ · (10°C – 5°C) = 5 kcal.

Jeśli 1 litr wody gruntowej odda nam 5 kcal ciepła, a w ciągu godziny potrzebujemy do ogrzewania domu 8500 kcal, to ilość wody, jaką trzeba wpompować w ciągu godziny wynosi 8500 kcal : 5 kcal/l = 1700 l, czyli wydajność pompowania powinna wynosić 1,7 m³/h lub inaczej 28 l/min.



3 System grzewczy woda - woda

energii słonecznej, zbieranej i magazynowanej w doskonałym naturalnym kolektorze, którym jest nasza ziemia. 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). Najrozsądniejszym, 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). System grzewczy oparty na wodzie gruntowej jako źródle ciepła, jest nazywany **systemem woda – woda**, gdyż ciepło pobierane z jednej wody (gruntowej) jest przekazywane w pompie ciepła innej wodzie, krążącej w układzie zamkniętym ogrzewania podłogowego 3. Musimy zbudować 2 studnie – jedną do poboru wody, drugą do odprowadzenia (zrzutu) wody schłodzonej, która wypływa z pompy ciepła. W typowych warunkach geologicz-

nych, gdy woda jest czerpana z warstwy wodonośnej na głębokości 6 ÷ 30 m, koszt budowy takich dwóch studni wynosi ok. 2000 zł. **Uwaga** – na studni o głębokości większej niż 30 m wymagane jest pozwolenie wodnoprawne. Odległość między studnią czarną a studnią zrzutową powinna być jak największa (co najmniej 15 m), żeby chłodna woda zrzucana nie mieszała się z wodą czerpaną, niekorzystnie obniżając jej temperaturę. Często podaje się w literaturze „dobrą radę”, żeby zwrócić uwagę, jaki jest kierunek przepływu wody w warstwie wodonośnej i „iść z nurtem” studnia czarna powinna być przed studnią zrzutową. Nie wiem tylko, w jaki sposób można wyznaczyć ten kierunek (czyżby z pomocą różdżki?).

Zwykle przyjmuje się, że wymagana wydajność studni czarpalnej powinna wynosić 1,5 ÷ 3 m³/h (por. obliczenia w ramce). Stąd wynika jakiej pompy wodnej 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 czepanie wody zapłacimy tyle samo, co za energię elektryczną zużywaną przez pompę ciepłą. Podobnie nieoptymalne jest korzystanie ze wspólnej pompy wodnej – do wody użytkowej i do studni czarpalnej dla ogrzewania pompą ciepłą.

Zwykle pompa wodna używana do wody użytkowej ma moc około 1 kW, a więc o wiele za dużą dla potrzeb systemu grzewczego z pompą ciepłą.

Ograniczenia systemu woda – woda

System woda – woda jest najtańszym rozwiązaniem, ale nie zawsze warunki gruntowo-wodne są korzystne dla wyboru tego systemu. Podstawowym przeciwwskazaniem może być głęboki poziom lustra wody gruntowej, co zmusza do stosowania droższych rozwiązań – pomp głębinowych i głębokich wierceń.

Często wyrażane są obawy o niedługi czas życia studni – zarówno czarpalnej, której wydajność z czasem może się obniżyć, jak też zrzutowej, której chłonn-

>> Rodzaje systemów ogrzewania pompą ciepłą

Idea ogrzewania pompą ciepłą sprowadza się najogólniej do pobierania ciepła z tzw. źródła dolnego i przekazywania tego ciepła do pomieszczeń przez tzw. źródło górne. Źródłem górnym może być układ centralnego ogrzewania z bateriami, ale rozwiązaniem zalecanym jest niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe.

Najlepszym źródłem dolnym jest woda gruntowa, wówczas mówimy o systemie woda – woda. Jeśli nie ma możliwości korzystania z wody gruntowej, to pozostaje nam zastosowanie systemu grunt – woda (inaczej nazywanym solanka – woda) lub powietrze – woda. W naszym klimacie, z surowymi zimami i temperaturą powietrza dochodzącą do -20 °C, system powietrze – woda nie jest rozwiązaniem racjonalnym. Natomiast system grunt – woda wymaga zastosowania kolektora ziemnego jako źródła dolnego. Kolektorem jest rura o długości 100 – 300 m, wypełniona solanką i ułożona płasko (kolektor płaski), spiralnie (kolektor spiralny) lub pionowo (kolektor pionowy).

REKLAMA

STIEBEL ELTRON

O S T R Z E G A :

PALENIE SZKODZI ZDROWIU

ZAMONTUJ POMPĘ CIEPŁĄ!

www.stiebel-eltron.com.pl
tel. 0501 / 121-021

>> Ogrzewanie podłogowe to dobry wybór

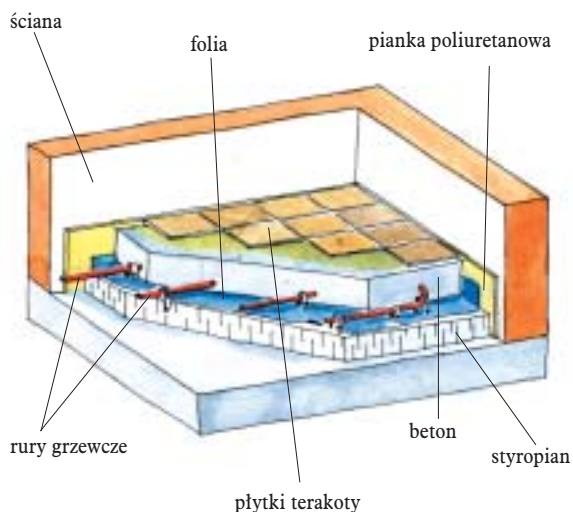
Wprawdzie nie bardzo mamy wybór, wszak niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe (ok. 30°C) jest jedynym rozsądnym rozwiązaniem, jeśli chcemy uzyskać wysoką sprawność pompy ciepła. Warto jednak zwrócić uwagę na inne istotne zalety ogrzewania podłogowego. Są to:

- **optymalny rozkład temperatury.** Człowiek najlepiej czuje się, gdy ma ciepło w nogi i chłodniejsze powietrze na wysokości głowy. Przy temperaturze podłogi 24°C temperatura na wysokości głowy wynosi ok. 19°C, a pod sufitem nie przekracza 16°C. Taki rozkład temperatury sprzyja dodatkowemu oszczędzaniu energii, gdyż pozwala na obniżenie temperatury w pomieszczeniach bez pogorszenia komfortu cieplnego. Obniżenie temperatury w domu o 2-3°C daje oszczędność 10-15% energii zużywanej na ogrzewanie pomieszczeń;



5 Schemat ogrzewania podłogowego jako podstawowego systemu grzewczego

- **sprzyjające warunki dla alergików.** Ciepło w zdecydowanej większej części przekazywane jest przez promieniowanie, a tylko w niewielkiej – przez konwekcję. Promieniowanie powoduje, że najpierw ogrzewane są ściany i meble znajdujące się w pomieszczeniach, a dopiero od nich ogrzewa się powietrze. Unosi się ono powoli, a więc nie powoduje unoszenia kurzu.



6 Układ warstw w pomieszczeniu z ogrzewaniem podłogowym

Stosuje się rury z tworzyw sztucznych (z barierą antydyfuzyjną lub wielowarstwowe z wkładką aluminiową) lub z miedzi. Trwałość prawidłowo wykonanej instalacji jest oceniana na ok. 50 lat (w Norwegii, gdzie najwcześniej stosowano ogrzewanie podłogowe, są dowody na trwałość 70-letnią).

- **możliwość dowolnej aranżacji wnętrza,** gdyż nie ma widocznych, umieszczonych na ścianie grzejników;

- **prosta i trwała konstrukcja.** Instalacja składa się tylko z przewodów (rur) i rozdzielaczy. Ogrzana w pompie ciepła woda trafia do rozdzielaczy, a stąd jest rozprowadzana do pomieszczeń w przewodach tworzących odrębne, zamknięte pętle 5. Początki i końce przewodów są połączone z rozdzielaczem. Rury ułożone są na izolacji cieplnej i przeciwwilgociowej 6, a na nich jest ułożona warstwa jastrychu, pokryta od góry posadzką. Stosuje się rury z tworzyw sztucznych (z barierą antydyfuzyjną lub wielowarstwowe z wkładką aluminiową) lub z miedzi. Trwałość prawidłowo wykonanej instalacji jest oceniana na ok. 50 lat (w Norwegii, gdzie najwcześniej stosowano ogrzewanie podłogowe, są dowody na trwałość 70-letnią).

ność 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 jakość wody – wielka zawartość żelaza i manganu jak również bardzo wysoka twardość. Do producenta pompy ciepła należy ocena, czy złe parametry jakościowe wody mogą istotnie wpłynąć na zniszczenie lub złą pracę pompy ciepła.

Jeśli wymienione ograniczenia uniemożliwią budowę systemu ogrzewania woda – woda, to pozostaje nam budowa systemu **grunt – woda** z kolektorem poziomym, spiralnym lub pionowym (informacje w ramce poniżej. Oczywiście, te rozwiązania będą droższe inwestycyjnie od systemu woda – woda o 10 do 20 tysięcy złotych.

Optymalna konstrukcja domu

Bardzo istotne znaczenie dla kosztów ogrzewania domu pompą ciepła mają właściwości termiczne domu i wylewki ogrzewania podłogowego. Dla dowolnego systemu ogrzewania koszty grzania w oczywisty sposób zależą od termoizolacyjności budynku. W przypadku ogrzewania pompą ciepła chodzi jeszcze o coś więcej – o dużą bezwładność (pojemność) cieplną budynku, co pozwala na korzystanie głównie z tańszej, nocnej taryfy energii elektrycznej.

Może to być osiągnięte przez zastosowanie ścian z materiałów o dużej gęstości (pełna cegła ceramiczna lub silikatowa, beton i inne) i masywnej płyty fundamentowej, izolowanej termicznie od ziemi, spełniającej równocześnie rolę wylewki grzejnej. Wbrew często głoszonym poglądom, duża pojemność cieplna nie powoduje strat ciepła. Jest bardzo korzystna, ponieważ zapewnia stabilność termiczną wnętrza domu. Termiczna stała czasowa dobrze zbudowanego domu może wynosić wiele dni.

Szczególne znaczenie ma duża pojemność cieplna wylewki grzejnej. Wylewka o dużej pojemności, wykonana z materiału o wysokim przewodnictwie cieplnym

(beton) dobrze odbiera i magazynuje ciepło przekazywane przez niskotemperaturowy czynnik grzewczy. Zapobiega to fluktuacjom temperatury w czasie kolejnych cykli włączeń i wyłączeń pompy ciepła. Należy tu podkreślić, iż termiczna stała czasowa nawet dość masywnej wylewki grzejnej, dla transportu ciepła do wnętrza domu jest dużo krótsza (kilka do kilkunastu godzin), niż stała czasowa domu, jako całości. Wynika to z wysokiego przewodnictwa cieplnego płyty grzejnej ($\approx 10 \text{ W/m}^2\text{K}$), głównie przez promieniowanie termiczne do wnętrza domu. Przy wylewce o dużej pojemności cieplnej możliwe jest ogrzewanie jedynie w czasie nocnej taryfy energii elektrycznej, bez odczuwalnych wahań temperatury.

Jeszcze parę szczegółów

A co z ciepłą wodą użytkową? Wszak c.w.u. wymaga wyższej temperatury niż $28-30^\circ\text{C}$ stosowane w ogrzewaniu podłogowym. Istotnie, dla pryszniców, kuchni itp. potrzebna jest woda o wyższej tempe-

raturze, ale wystarcza 40°C . Taką temperaturę może zapewnić sama pompa ciepła, pracująca wraz ze zbiornikiem c.w.u. o pojemności 160-300 l. Sprawność COP dla wyższej temperatury źródła górnego (40°C) będzie gorsza niż dla ogrzewania podłogowego (ok. 28°C). Nie ma to jednak wielkiego wpływu na całkowite koszty eksploatacji pompy ciepła, gdyż ilość energii zużywanej do podgrzewania c.w.u. jest 5-10 razy mniejsza niż do ogrzewania domu.

Temperatura 28°C nie jest też wystarczająca do **ogrzania łazienek**. Jednak ten problem należy rozwiązać inaczej niż dla c.w.u., gdzie ciepło jest akumulowane w zbiorniku o dużej pojemności. W łazience ciepło jest potrzebne od czasu do czasu w określonych przedziałach czasu. Lepiej więc zastosować dogrzewanie działające błyskawicznie, np. termowentylatory elektryczne ze stabilizacją temperatury. Uzyskanie przyjemnej temperatury powietrza w łazience (ok. $25-28^\circ\text{C}$) w takim rozwiązaniu kosztuje ok. 10 groszy na jedną kąpiel.

Optymalny system ogrzewania pompą ciepła wymaga konstrukcji domu charakteryzującej się dużą pojemnością cieplną (szczególnie podłogi) oraz bardzo dobrą izolacją cieplną ścian, dachu i podłogi na gruncie. Dobra izolacja cieplna to również szczelne okna, a stąd wynika celowość zastosowania wentylacji mechanicznej. Jeśli już mamy zastosować wentylację mechaniczną, to najlepiej z **rekuperatorem**, do którego powietrze pobierane jest przez **czepnię gruntową**.

>> Z życia wzięte

Głos na Forum KBD

Pompy ciepła bezsprzecznie należą do najtańszych źródeł ogrzewania domów. Całkowicie zgadzam się z przedstawieniem kosztów ogrzewania opracowanym przez firmę HIBERNATUS (BD 1-2/04). Z własnych obserwacji i notowań jako 12-letni użytkownik takiego przedsięwzięcia mogę stwierdzić, że stosując licznik energii dwutaryfowej otrzymuje się koszt ogrzewania w granicach 5-8 PLN/m²/rok.

Oczywiście, wiele zależy również od srogości zimy. Podłączenie pompy ciepła do licznika energii dwutaryfowej zmniejsza nasze zużycie prądu w znaczny sposób. Proszę zrobić prostą symulację; wyliczyć zużycie prądu dla urządzenia pracującego w ruchu ciągłym przez 24 h i porównać wyniki w przypadku licznika energii jedno- i dwutaryfowej. Okaze się że koszty pracy urządzenia w systemie licznika dwutaryfowego są ok. 13% tańsze. Pompa ciepła pracuje w całym sezonie grzewczym przez dłuższy czas nocą. Ponieważ temperatura w nocy jest z reguły niższa i dom potrzebuje więcej ciepła, a jesteśmy automatycznie w niskiej strefie płacenia, to oszczędności sięgają nawet do 30%.

Wysoka cena zakupu urządzenia podawana w wielu artykułach jest niesprawdzona, lecz przepisywana na podstawie np. jednej zasłyszanej informacji, nawiasem mówiąc wyjętej z kapelusza. Nijak to się ma np. do kompletnego zestawu produkcji szwedzkiej (kolektor ziemny poziomy, pompa ciepła 9,2 kW, zbiornik akumulacyjny, sterowanie) za cenę 25 000 brutto.

Do zainstalowania takiej pompy ciepła potrzeba ok. 250 m² działki. Inwestorzy jednak na szczęście coraz częściej szukają ekologicznych, nowoczesnych systemów ogrzewania domów i nie przyjmują na wiarę wszystkich danych, jakie zamieszczają autorzy artykułów.

Tomasz Kołodziej

REKLAMA

NIEKONWENCJONALNE SYSTEMY GRZEWcze

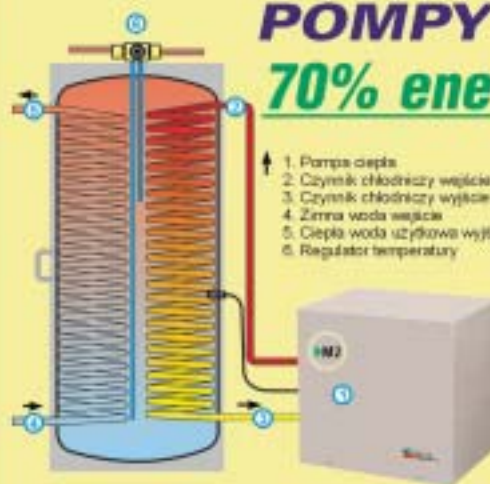
CIEPŁO ZIEMI OGRZEWa TWÓJ DOM



Szwedzkie rozwiązania gwarancją jakości na wiele lat

POMPY CIEPŁA

70% energii gratis



1. Pompa ciepła
2. Czynnik chłodniczy wejście
3. Czynnik chłodniczy wyjście
4. Ziemna woda wejście
5. Ciepła woda użytkowa wyjście
6. Regulator temperatury

38-200 Jasło
ul. M.C. Skłodowskiej 25
tel. (0 13) 448 12 60
tel./fax (0 13) 448 12 61
tel. kom. 606 83 46 41
www.thermogolv.gal.pl
thermo@thermogolv.gal.pl

Case study – zamiast podsumowania

Nic tak nie przekonuje, jak przykład innych. Od paru lat opisujemy doświadczenia zbierane przez mieszkańców osiedla na warszawskim Kłaudynie, których domy są ogrzewane pompą ciepła.

Podstawowe dane tych domów:

Powierzchnia użytkowa ok. 230 m² z garażem (2x230 m² dla bliźniaków), ściany dwuwarstwowe (gazobeton i izolacja termiczna 15 cm), izolacja dachów 25 cm, dobre okna. Domy były budowane na izolowanych termicznie od podłoża płytach fundamentowych o grubości ok. 25 cm, z dodatkową wylewką grzejną o grubości 10 cm, w której wykonano ogrzewanie podłogowe. Domy te zostały też wyposażone w wentylację mechaniczną z odzyskiem ciepła (rekuperator) bądź z gruntowym wymiennikiem ciepła.

Przeprowadzone pomiary wykazały, że domy charakteryzują się izolacyjnością około 5-6 K/kW, co oznacza, że w celu zapewnienia komfortu cieplnego przy temperaturze otoczenia -20°C, średnia moc cieplna systemu grzewczego powinna wynosić ok. 7-8 kW (ok. 35 W/m²). Stałe termiczne wylewek grzejnych wynoszą ok. 12 godzin, domu jako całości ok. 2 tygodnie. Dobrze zaprojektowane ogrzewanie podłogowe umożliwiło uzyskanie warunków komfortu cieplnego (temperatura powietrza 20-21°C) przy temperaturze zasilania ogrzewania podłogowego poniżej 30°C. Maksymalny dobowy czas pracy pompy ciepła wynosi ok. 16 godzin, a latem dobowy czas pracy spada poniżej 1 godziny 7.

Koszty inwestycyjne

Przedstawiamy uproszczony kosztorys systemu dla domu o powierzchni użytkowej ok. 200 m².

■ Najdroższym urządzeniem systemu jest pompa ciepła. Możliwe jest nabycie dobrej pompy ciepła o mocy 7-9 kW w warunkach pracy niskotemperaturowej za 14 000-20 000 zł.

■ Wykonanie 2 studni w dobrych warunkach geologicznych może kosztować poniżej 2000 zł. Jeżeli wykonanie studni jest niemożliwe, koszt kolektora pionowego może wynieść nawet 20 000 zł.

■ Kolejnym kosztownym (2000-3000 zł) urządzeniem jest zbiornik c.w.u. o pojem-

ności 160-300 l z wężownicą o dużej powierzchni grzejnej.

Dojdą jeszcze koszty pompy wodnej (wystarczy pompka o mocy 200 W), dwóch pomp obiegowych, rur, drobnego osprzętu instalacyjnego i samej instalacji (robocizny). Całość tych dodatkowych kosztów można oszacować na 3000-5000 zł. Zatem sumaryczny koszt systemu ogrzewania pompą ciepłą (systemu woda-woda z dwiema studniami) mieści się w przedziale 22 000-30 000 zł. Koszt trzech głównych elementów (pompa ciepła + zbiornik c.w.u. + 2 studnie) wynosi ok. 20 000 zł i należy go porównać z kosztami przyłącza gazu i kotła (lub zbiornika oleju i kotła). W przypadku prezentowanego tutaj osiedla należałoby wykonać przyłącza gazowe od ulicy znajdującej się w odległości kilkuset metrów. Koszty instalacji systemu grzewczego z pompami ciepła okazały się niższe.

Koszty eksploatacji

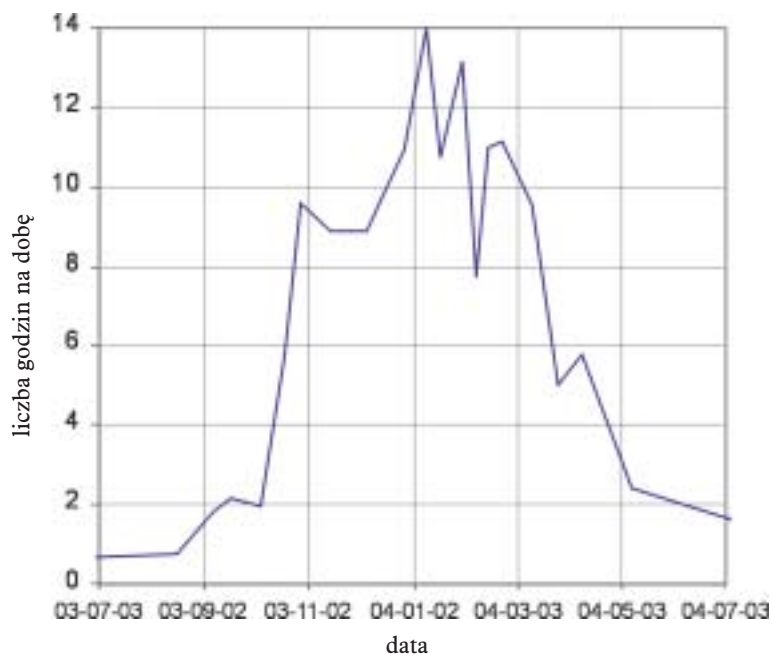
W omawianych domach zastosowano pompy ciepła o średniej mocy ok. 9 kW (warunki 27°C/4°C). Moc pobierana przez pompę i urządzenia towarzyszące (pompy wody ze studni i pompy obiegowe instalacji grzewczej) wynosi ok. 1,65 kW. W ciągu roku pompa ciepła pracuje ok. 1800-2200 godzin dostarczając około 16 000-20 000 kWh energii cieplnej. Roczne zużycie energii elektrycznej na zasilanie

instalacji z pompą ciepła wynosi ok. 3000 kWh do 3600 kWh, w większości w drugiej taryfie. Przyjmując średnią cenę energii elektrycznej 0,27 zł/kWh, roczny koszt ogrzewania i przygotowania c.w.u. wynosi 800-1000 zł, co oznacza średnie koszty miesięczne 70-80 zł. Miesięczny koszt ogrzewania w najchłodniejszych miesiącach roku dochodził do ok. 200 zł.

Satysfakcja użytkowników

Do siedmiu właścicieli domów w opisywanym osiedlu zwróciliśmy się z prośbą o wypełnienie ankiety, której wyniki publikowaliśmy w BD 1-2/05. Przypomnijmy tutaj tylko jeden z jej punktów. Otóż sześciu spośród siedmiu odpytywanych właścicieli domów wyraziło duży stopień zadowolenia z posiadanego systemu ogrzewania. Tylko w jednym przypadku, mimo niskich kosztów ogrzewania, użytkownik rozważa zmianę systemu na ogrzewanie gazem, gdyż „są istotne problemy z ogrzewaniem piętra kaloryferami, nie udaje się ogrzać powyżej 18°C”. No właśnie. Jest to jedyny dom, w którym zastosowano instalację mieszaną – ogrzewanie podłogowe/grzejniki c.o. Jest to rozwiązanie nieracjonalne, gdyż grzejniki c.o. wymagają wysokiej temperatury czynnika grzewczego, a pompy ciepła z istoty rzeczy powinny współpracować z instalacją niskotemperaturową.

7 Przykład rozkładu dobowego czasu pracy pompy ciepła w sezonie 2003/2004



Info Rynek – firmy

Pompy ciepła

ALAND	(58) 620 62 70	www.aland.glt.pl
ANTON	(71) 351 97 95	www.anton.pl
ASPOL-FV	(42) 654 91 69	www.aspol.com.pl
BEGOM	(58) 344 66 11	www.begom.pl
CLIMA KOMFORT	(56) 462 23 21	www.climakomfort.pl
DORSYSTEM (Spartec Warmepumpen)	(75) 641 22 36	www.spartec.eod.pl
ECOTHERM	(22) 607 98 43	www.versatech.pl
ENERGO-OPTYMAL	(62) 501 06 00 www.energo-optymal.com.pl	
ENGOREM	(42) 677 23 00	www.engorem.com.pl
EURO POMPY CIEPŁA	(58) 341 44 17 www.euroheatpump.com	
GEO-TERM	(33) 847 23 70	www.geo-term.pl
GLEN DIMPLEX POLSKA	(61) 842 58 05	
HIBERNATUS	(33) 823 42 94	www.hibernatus.com.pl
KFAP-WSK (Vatra)	(12) 637 90 26	www.vatra.pl
METAL TECHNOLOGY POLAND	(58) 552 12 42	www.metaltechnology.pl
MROZEK	(32) 451 54 52	www.mrozek-pphu.pl
NATEO	(74) 853 38 56	www.nateo.pl
NIBE-BIAWAR	(85) 662 84 09	www.biawar.com.pl
OCHSNER	(12) 421 45 27	www.ochsner.pl
POLSKA EKOLOGIA	(22) 673 42 82	www.poleko.pl
ROTAL	(91) 422 91 97	www.rotal.pl
SG IMPULS (Nateo)	(74) 852 43 67	www.pompyciepla.com
STIEBEL ELTRON	(22) 846 48 20 www.stiebel-eltron.com.pl	
THERMOGOLV	(13) 448 12 60	www.thermogolv.gal.pl
WSP-POLSKA	(95) 737 12 50	www.wsp-center.com
VATRA	(12) 637 90 26	www.vatra.pl
VISSMANN	(71) 360 71 00	www.viessmann.pl

Ogrzewanie podłogowe wodne

AQUATHERM – POLSKA	(22) 321 00 00	www.aquatherm.com.pl
COMAP	(22) 679 00 25	www.comap.pl
GSP GROUP (rury z tworzyw)	(42) 613 19 00	www.gsp.pl
HEPWORTH (Vaillant Saunier Duval)	(22) 323 0190	www.hepworth.pl
HUTMEN (rury miedziane)	(71) 334 87 10	www.hutmen.pl
KAN	(85) 749 92 00	www.kan.com.pl
KISAN	(22) 701 71 35	www.kisan.pl
PURMO (Rettig Heating)	(22) 643 25 20	www.purmo.com
REHAU	(61) 849 84 00	www.rehau.pl
ROTH POLSKA	(68) 320 20 72	www.roth-polska.com
STANDEX	(18) 264 20 50	www.standex.com.pl
TECE	(71) 392 48 32	www.tece.pl
UNIVERSA		www.universa.com.pl
WAVIN METALPLAST-BUK	(61) 814 04 11	www.wavin.pl
WIELAND POLSKA	(22) 637 31 05	www.wieland.de

Cyrkulacja wody użytkowej

Pompy

Wynalazca silnika z wirnikiem kulistym



- bezszumowe i nieblokujące się
- zabezpieczone przed osadzaniem kamienia
- wyposażone dodatkowo w zawór zwrotny i przewód zasilający

Interesujące?

Herrmann Polska sp. z o.o.
ul. Wojska Polskiego 65
58-400 Oleśnica
tel. (71) 398 34 03
fax (71) 314 35 10
hermann@herrmann.com.pl
www.herrmann.com.pl
info@laing.de www.laing.de

LAING
systemy dla techniki grzewczej