



Skąd pobierać ciepło? Z powietrza, wody czy z ziemi? To najważniejsza decyzja w ogrzewaniu domu pompą ciepła. To pytanie za 25 000 zł, bo tyle może kosztować rozwiązanie najdroższe. Najtańsze jest za darmo. Ale liczą się też inne kryteria wyboru.



foto: Archiwum BD

foto: Archiwum BD

# Wybór dolnego źródła

## Najważniejsza decyzja

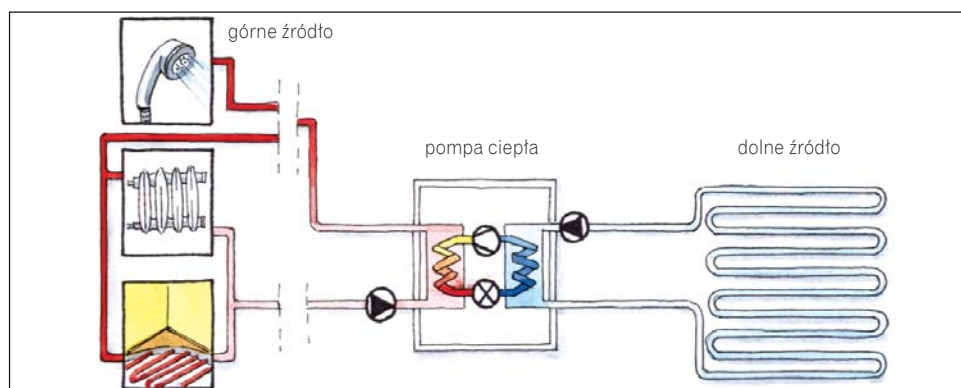
Instalacja grzewcza z pompą ciepła składa się z trzech zasadniczych części **1**:

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

Źródło górne grzeje pomieszczenia – to podłogówka, grzejniki lub jedno i drugie. Energię cieplną dostarcza do źródła górnego pompa ciepła. Jest to energia pobierana przez pompę ciepła z powietrza, wody lub gruntu za pomocą instalacji nazywanej źródłem dolnym. Nie pompa ciepła, lecz źródło dolne decyduje o jakości całego systemu grzewczego.

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.



**1** Ogólny schemat systemu ogrzewania z pompą ciepła

PATRONI CYKLU

**Źródła dolne**

woda gruntowa 8 do 12°C

kolektor gruntowy glikol ok. 0°C

kolektor poziomy płaski

kolektor poziomy spiralny

kolektor poziomy z bezpośrednim parowaniem

kolektor pionowy

**Powietrze**

zewnątrzne -20 – 30°C

wewnętrzne 5 – 20°C

z wentylacji mechanicznej 18°C

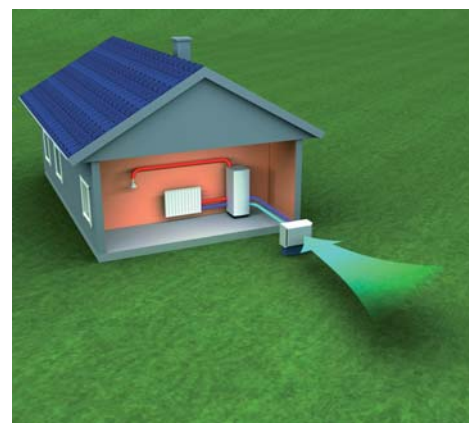
2 Klasyfikacja źródeł energii cieplnej pobieranej przez pompę ciepła

**Skąd energia cieplna?**

Wiadomo, że sprawność ogrzewania pompą ciepła, określana współczynnikiem COP, jest tym większa, im mniejsza jest różnica temperatury  $\Delta T$  między źródłem górnym ( $T_2$ ) a źródłem dolnym ( $T_1$ ), tj.  $COP \sim \frac{T_2}{T_2 - T_1}$ . 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 różnica temperatur  $\Delta T$ . W przypadku zastosowania ogrzewania podłogowego (jest to rozwiązanie 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 dolnym źródłem jest więc bardzo korzystne pod względem sprawności (COP osiąga wartości



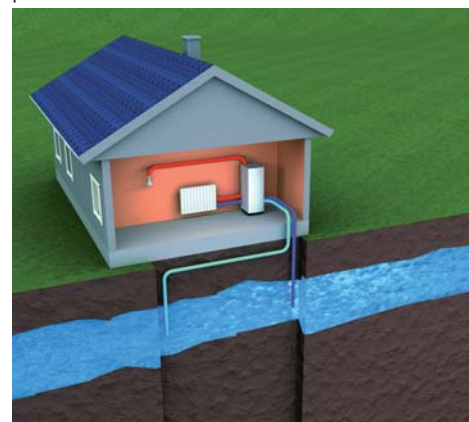
kolektor pionowy



powietrze



kolektor poziomy



dwie studnie

3 Podstawowe rodzaje dolnego źródła

5÷6), niezbyt drogie inwestycyjnie, ale wymaga sprawdzenia parametrów wody, której zanieczyszczenia mogą powodować korozję wymiennika ciepła lub powstawanie osadów. **Kolektor gruntowy** to kilkaset metrów zakopanej w ziemi rury napełnionej roztworem glikolu, nazywanym zwyczajowo solanką. Może być **poziomy** (płaski lub spiralny), zakopany na głębokość ok. 1,5 m pod powierzchnią gruntu, lub **pionowy** w odwiertach o głębokości od 30 do 200 m.

Glikol krążący w kolektorze gruntowym ma zwykle temperaturę od -2 do +5°C, w pierwszym przybliżeniu przyjmuje 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 zajęcie 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 niewymagające 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 proste 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



## One day installation (zdjęcia z Sympozjum Chillventa 2008)

W Szwecji, która przoduje w zastosowaniach pomp ciepła, instalacje pomp ciepła doprowadzono do perfekcji. Całość prac, tj. wiercenie sond pionowych oraz instalację pompy ciepła, wykonuje się w jeden dzień. Instalacja jest maksymalnie uproszczona, nie ma żadnych akcesoriów, kompaktowa pompa ciepła zawiera zbiornik c.w.u., pompy obiegowe, grzałkę, całą elektronikę i fabrycznie wykonane połączenia elektryczne. Dominuje dążenie do oferowania maksymalnie prostych i tanich systemów pomp ciepła



pod powierzchnią gruntu). Budujemy dwie studnie – **czerpalską** do poboru wody i **chłonna** do odprowadzenia (zrzutu) wody schłodzonej, która wypływa z pompy ciepła. W typowych warunkach geologicznych, gdy woda jest czerpiana z warstwy wodonośnej na głębokości 6–15 m, koszt budowy takich dwóch studni wynosi 3000–4000 zł. Odległość pomiędzy studnią czerpalską i chłonną powinna być jak największa (co najmniej 15 m), żeby chłodna woda zrzucana nie mieszała się z wodą czerpianą, niekorzystnie obniżając jej temperaturę.

Obie studnie muszą znajdować się z tej samej warstwy wodonośnej, przy czym studnia czerpalska powinna znajdować się przed chłonną względem kierunku przepływu wody w tej warstwie. Chodzi o to, by woda schłodzona nie wracała do studni czerpalskiej.

Wydajność pompowania wody gruntowej powinna wynosić ok. 1,5 m<sup>3</sup>/h, do czego wystarcza pompa samozasysająca o mocy 200 W (jeśli lustro wody jest nie głębiej niż 6 m).

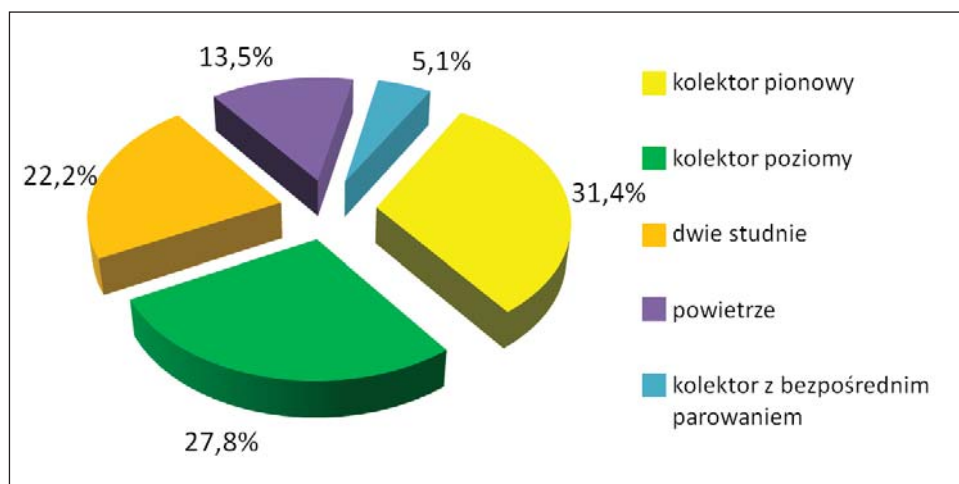
Nie zawsze warunki gruntowo-wodne są korzystne dla tego rozwiązania. Podstawowym przeciwskazaniem może być głęboki poziom lustra wody gruntowej, co zmusza do stosowania

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 czerpianie wody w ilości większej niż 15 m<sup>3</sup>/dobę.

Jest to warunek na ogół spełniany na styk, gdyż przy pompowaniu w tempie 1,5 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/h, zatem warunek czerpiania wody w ilości większej niż 15 m<sup>3</sup>/dobę zostanie przekroczony i trzeba wystąpić o pozwolenie.

Często wyrażane są obawy o niedługi czas życia studni – zarówno czerpalskiej, której wydajność z czasem może się obniżyć, jak też zrzutowej, której chłonność może nie być wystarczająca po pewnym czasie. Jednak ewentualnej degradacji studni wierczonej 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



4 Wyniki sondy „Jakie źródło dolne wybrałeś?”



## DOM Z POMPĄ CIEPŁĄ

się nadmiernie przejmować. Innym kłopotem systemu woda-woda może być zła jakość wody – duża zawartość żelaza i manganu oraz bardzo wysoka twardość. Każdy producent może indywidualnie określić parametry graniczne dla swojego urządzenia. 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 zatkąć wymiennik, także studnię chłonną. Dlatego w przypadku mocno zażelazonej wody niezmiernie ważne jest, by cały układ od poboru wody w studni czerpalnej do zrzutu 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 dodatkowo 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 każdy. 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 m<sup>2</sup> gruntu z kolektorem otrzymuje się moc 10–40 W, w zależności od rodzaju gleby. Gliniasty i wilgotny grunt oddaje więcej ciepła (30–40 W/m<sup>2</sup>) niż piaszczysty, suchy (10–20 W/m<sup>2</sup>). Stąd przy założeniu, że do ogrzewania domu potrzeba ok. 50 W/m<sup>2</sup> na jeden metr kwadratowy powierzchni pomieszczeń, kolektor płaski powinien zajmować powierzchnię od 1,5 do 5 razy większą niż powierzchnia domu. Zatem do tego rozwiązania niezbędna jest duża powierzchnia działki (np. ok. 600 m<sup>2</sup> dla domu o powierzchni ogrzewanych pomieszczeń ok. 150 m<sup>2</sup>, jeśli



foto: Archiwum BD

Dla systemu z bezpośrednim odparowaniem pompa ciepła jest dostarczana w komplecie z kolektorem fabrycznie napełnionym czynnikiem roboczym...



foto: Archiwum BD

...pompa ciepła ustawiona jest w płytkim wykopie. Z prawej strony wychodzą z urządzenia wiązki kolektora gruntowego, z lewej przygotowane jest zejście dla ciepłociągu...

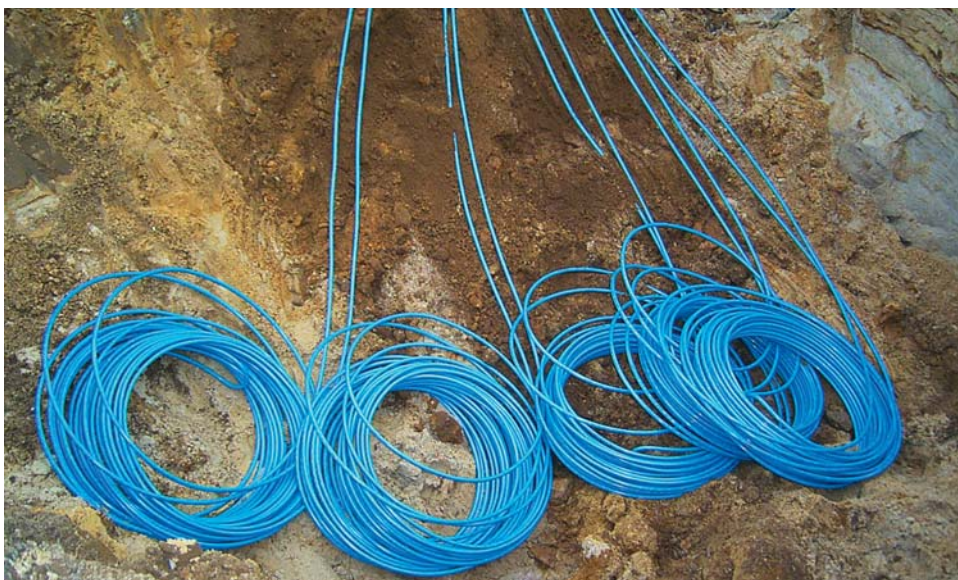


foto: Archiwum BD

...tuż za pompą ciepła rury kolektora gruntowego schodzą pod ostrym kątem na głębokość roboczą (1,5–1,8 m)



grunt jest suchy i piaszczysty). Rury kolektora są wypełnione roztworem wodnym glikolu, nazywanym zwyczajowo solanką. W parowniku pompy ciepła glikol oddaje ciepło, ochładzając się o ok. 4°C. 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 w ciągu lata 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<sup>2</sup>) oznacza konieczność zajęcia ok. 300 m<sup>2</sup> powierzchni działki.

## Kolektor spiralny

Istnieje pogląd, 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.

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 działki zajęta przez kolektor spiralny jest o ok. 1/3 mniejsza niż dla kolektora płaskiego o identycznej mocy, natomiast powierzchnia prac gruntowych jest ponadpięciokrotnie mniejsza.

## Kolektor pionowy

Najsukuteczniejszym rozwiązaniem w przypadku ograniczonej ilości miejsca jest kolektor pionowy. Do odwiertów głębokości 30–150 m (uwaga – konieczne jest zezwolenie, a to łączy się z dodatkowymi kosztami) wkłada się sondy pionowe, czyli rury zgięte w kształcie litery U, w których krąży glikol. Z 1 m odwiertu można uzyskiwać 30–70 W mocy cieplnej. Na przykład dla domu o powierzchni 200 m<sup>2</sup> potrzebną moc cieplną dolnego źródła (ok. 0,8 mocy pompy ciepła, czyli 0,8×200 m<sup>2</sup>×50 W/m<sup>2</sup>=8 kW) otrzymamy przy łącznej długości odwiertów ok. 160 m, czyli mogą to być na przykład 4 odwierty o głębokości 40 m każdy. Odległość między odwiertami nie powinna być mniejsza niż 5 m (im głębsze odwierty, tym ta odległość powinna być większa, dla odwiertów o głębokości 80–100 m powinna wynosić ok. 8 m). Kolektor pionowy, w porównaniu z kolektorem płaskim, ma same zalety:

- zajmuje niewielką powierzchnię działki
- glikol ma stabilną temperaturę w ciągu całego roku (3–7°C).

Jest tylko jedna wada – wysoka cena. O ile kolektor poziomy dla domu 150 m<sup>2</sup> kosztuje ok. 5000÷10000 zł, to pionowy może kosztować ok. 15000 zł, a zdarzają się oferty na poziomie ok. 25000 zł.

Liczba 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 skorygować projektowaną długość sond.

## Kolektor z bezpośrednim parowaniem

Popatrzmy na schemat systemu ogrzewania **■** 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. Czynnik roboczy nie traci swoich właściwości w funkcji czasu, a więc nie wymaga wymiany w całym okresie eksploatacji.

## Powietrze jako dolne źródło

Pompa ciepła może się obyć bez źródła dolnego, jeśli ciepło będzie pobierane z powietrza – zewnętrznego lub wewnętrznego. To ciepło może być przekazywane do wody krążącej w obiegu grzejnym podłogówki (system powietrze-woda) lub do powietrza wdmuchiwanego np. przez klimakonwektory (system powietrze-powietrze).

### Minusy

Moc grzewcza i sprawność COP spada wraz ze spadkiem temperatury powietrza. Najlepiej działa w lecie, gdy jest niepotrzebna. Podczas srogiej zimy, przy temperaturach od –10°C do –25°C sprawność pompy ciepła wynosi zaledwie 2÷3. Wynika to z fizyki, we wzorze na COP w mianowniku występuje  $(T_2 - T_1)$ , zatem im niższa jest temperatura źródła  $T_1$ , tym mniejsza wartość COP. Sprawność COP=2 oznacza, że koszt eksploatacyjny ogrzewania pompą ciepła jest tylko 2 razy mniejszy od bezpośredniego ogrzewania elektrycznego (najdroższego w eksploatacji ze wszystkich systemów ogrzewania).

Spadek mocy i sprawności pompy ciepła w okresach szczególnie mroźnych wymaga zastosowania dodatkowego źródła ciepła. Zwykle jest to grzałka elektryczna zamontowana w zbiorniku wody. Może też być inne

źródło ciepła już istniejące w domu, np. kocioł (tzw. system biwalentny). Szczególnie odnosi się to do domów poddawanych modernizacji przez zainstalowanie ogrzewania pompą ciepła bez likwidacji istniejącej instalacji c.o. Biorąc pod uwagę polskie realia klimatyczne, w ciągu roku ilość energii cieplnej dostarczonej przez źródło wspomagające pompę ciepła wynosi zaledwie 5–10% energii dostarczanej przez pompę ciepła.

### Plusy

Oczywistym plusem jest brak nakładów inwestycyjnych na dolne źródło ciepła. Aby pobierać ciepło z otaczającego powietrza, nie trzeba budować kosztownych kolektorów czy studni, jak to jest w przypadku pompy ciepła czerpiącej energię cieplną z gruntu. Z ulgą należy również powitać brak robót inżynierskich w ogródku, a nawet w ogóle można się obyć bez ogródka. Chyba że chcemy wspomóc pompę ciepła przez gruntowy wymiennik ciepła (GWC), służący również jako czerpnia powietrza do wentylacji i klimatyzacji. Są takie koncepcje, żeby mroźne powietrze (np. o temperaturze  $-20^{\circ}\text{C}$ ) wstępnie ogrzewać do ok.  $0^{\circ}\text{C}$ , przepuszczając je przez złożę żwiru umieszczonego w gruncie. Brak konieczności budowy dolnego źródła znakomicie ułatwia zainstalowanie pompy ciepła w zamieszkanym domu, w ramach modernizacji już istniejącej instalacji ogrzewania. Pompę ciepła można zainstalować na zewnątrz lub wewnątrz budynku. Warto przy tym pamiętać, że jest to urządzenie dość głośnie. Mimo wielkich starań producentów, przedmuchiwanie  $20\text{ m}^3$  powietrza na minutę nie może być bezszelestne.

### Mity nie mity

Zwolennicy kategoriycznych poglądów twierdzą, że pompa ciepła czerpiąca ciepło z powietrza nie wchodzi w ogóle w rachubę w surowym klimacie. Twierdzą, że to rozwiązanie jest dobre dla Kalifornii, ale nie dla Polski. Z kolei rzecznicy tego rozwiązania przytaczają szereg zdroworozsądkowych argumentów.

Po pierwsze, pompy ciepła powietrze-woda są stosowane nawet na północy Szwecji, gdzie klimat na pewno jest surowszy niż w Polsce. Zimy są u nas łagodne i coraz cieplejsze. W najchłodniejszym miesiącu roku – styczniu – średnia temperatura w centralnej Polsce dla ostatnich 30 lat wynosi ok.  $-1^{\circ}\text{C}$ , a pompy ciepła działają do  $-20^{\circ}\text{C}$ ,

## DOM Z POMPĄ CIEPŁĄ

W naszym rocznym cyklu poradnikowym dotychczas opublikowaliśmy 2 artykuły:

BD1-2/09 Dlaczego pompa ciepła – Europa i Polska w liczbach  
BD3/09 Wybór dolnego źródła. Najważniejsza decyzja

W kolejnych tegorocznych wydaniach „Budujemy Dom” opublikujemy następujące artykuły:

BD4/09 Źródło górne – jakie wybrać?  
BD5/09 Wybieramy pompę ciepła – przegląd oferty rynkowej  
BD6/09 Ciepła woda (c.w.u.) w systemie z pompą ciepła  
BD7-8/09 Pompa ciepła w klimatyzacji. Chłodzenie i rekuperacja  
BD9/09 Pompa ciepła a technologia domu  
BD10/09 Eksploatacja i konserwacja systemu z pompą ciepła  
BD11-12/09 Wymiana kotła c.o. na pompę ciepła – modernizacja ogrzewania

a niektóre nawet do  $-25^{\circ}\text{C}$ . To prawda, ale nie pocieszy nas średnia statystyczna dla wielu lat, gdy w danym roku przez parę tygodni będzie mróz poniżej  $-15^{\circ}\text{C}$ . Trzeba będzie dogrzewać dom z innego źródła ciepła lub przetrzymać dyskomfort życia w wychłodzonym domu.

### Sensowne zastosowania

Pompy czerpiące ciepło z powietrza szczególnie nadają się do następujących zastosowań:

- **Do wytwarzania c.w.u.** Pompa małej mocy, np. 1,6 kW, czerpiąc wewnątrz domu ciepło z powietrza o temperaturze  $15^{\circ}\text{C}$ , może podgrzewać wodę do  $+55^{\circ}\text{C}$  ze sprawnością COP ok. 3,6. Zwykle taką pompę wyposaża się w dodatkową wężownicę do podłączenia kolektorów słonecznych o  $S=2,7\text{ m}^2$ . Ilość powietrza potrzebna do prawidłowej pracy pompy ciepła  $550\text{ m}^3/\text{h}$  odpowiada kubaturze małego domu. Jeśli taka pompa ciepła będzie pracowała w piwnicy, to zapewni doskonałą wentylację i osuszanie tej piwnicy.
- **Do wentylacji z odzyskiem ciepła.** Są to pompy pobierające ciepło z powietrza usuwanego kanałem wentylacji wywiewnej. Spełniają więc funkcję rekuperatora, odzyskując ciepło z wywiewanego powietrza. Wentylując, wspomagają ogrzewanie, mogą też być wykorzystywane do wytwarzania c.w.u.
- **Do ogrzewania** służą pompy czerpiące ciepło z powietrza zewnętrznego, nawet gdy temperatura spadnie do  $-20^{\circ}\text{C}$ . Oczywiście, to rozwiązanie ustępuje sprawnością pompom czerpiącym ciepło z gruntu, ale nie wymaga budowy źródła dolnego, jest więc idealne do modernizacji starego c.o., lub gdy nie ma możliwości wykonania kolektorów czy studni.

### Niełatwy wybór

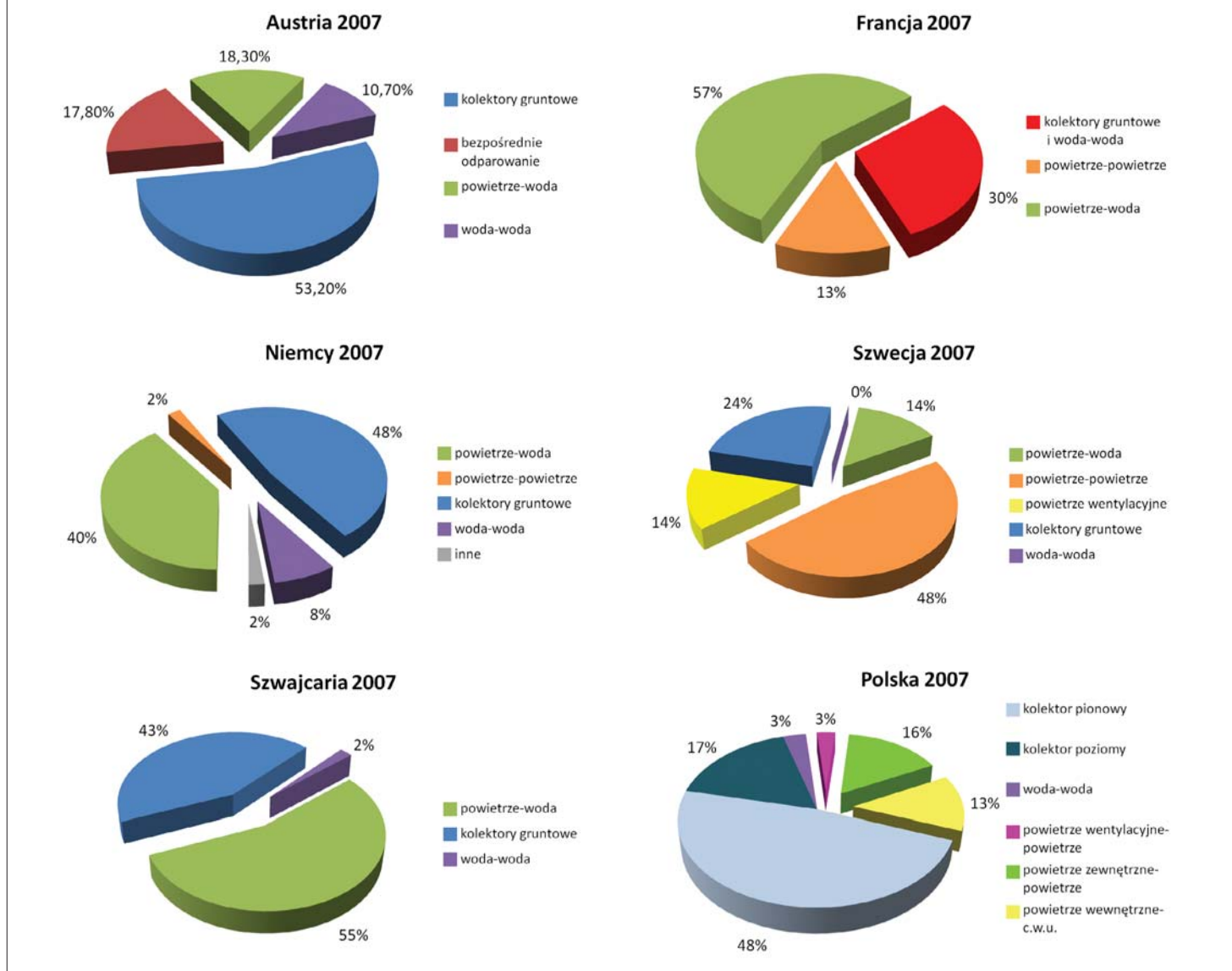
Inwestor ma nad czym pomyśleć i przekalkulować, żeby dokonać wyboru źródła energii do ogrzewania swego domu. Nie ma jedynie słusznych rozwiązań. Najtaniej jest pobierać ciepło z powietrza. To inwestycja najtańsza i najłatwiejsza, bo pompę ciepła można umieścić na zewnątrz budynku (warto to wziąć pod 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 zmieni się parametry wody. Nie ma takich obaw w systemach z zamkniętym obiegiem glikolu, czyli w kolektorach płaskich lub pionowych. Ale to rozwiązanie droższe 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 4.

### Jak wybierają w innych krajach?

Bardzo różnie. Co kraj, to obyczaj. Na wykresach kołowych (w ramce) przedstawiamy rozkład rynku poszczególnych systemów dla pięciu krajów europejskich i dla Polski. W Szwecji

## Podział rynku pomp ciepła ze względu na rodzaj źródła dolnego, w Polsce i pięciu innych krajach europejskich



około połowa (48%) instalowanych pomp ciepła to urządzenia powietrze-powietrze. Są to w istocie klimatyzatory odwracalne, które w lecie służą do chłodzenia, a w zimie do ogrzewania. W statystykach europejskich te urządzenia są zaliczane do pomp ciepła w krajach północnych, gdzie głównie służą do ogrzewania, natomiast nie są ujmowane w statystykach pomp ciepła dla krajów południowych (Portugalia, Hiszpania, Włochy). W sąsiadującej ze Szwecją Norwegii pompy ciepła powietrze-powietrze dominują absolutnie, gdyż w domach norweskich rzadko stosuje się wodne centralne ogrzewanie. Gruntowe pompy ciepła stanowią ok. ¼ instalacji grzewczych w Szwecji. Z kolei w Niemczech co druga instalowana pompa ciepła ma kolektor gruntowy, a urządzenia powietrze-powietrze stanowią 40%. Dość istotny udział (8%) mają instalacje woda-woda. W statystykach Szwajcarii systemy powietrze-powietrze w ogóle nie są brane pod uwagę i mniej więcej pół na pół stosuje się kolektory gruntowe lub instalacje powietrze-woda, przy znikomym udziale (2%) systemów woda-woda. W Austrii niemal ¼ rynku zajmują systemy gruntowe, przy czym oprócz „zwykłych” kolektorów stosuje się dość dużo (18%) systemów z bezpośrednim odparowaniem. We Francji dominują pom-

py ciepła powietrze-woda (57%), natomiast kolektory gruntowe stosuje się w co trzecim przypadku (30%). Istotny wpływ na statystykę we Francji ma system zachęt finansowych faworyzujący rozwiązania bez dolnego źródła (powietrze-woda), gdyż od podatku można odpisać 50% kosztu zakupu pompy ciepła, ale nie dotyczy to kosztów instalacji kolektora gruntowego. Jak widać, każdy kraj ma swoje specyficzne preferencje. Rozkłady rynku pomp ciepła w Polsce z grubsza zgadzają się z wynikami naszej ankiety 4. Około ¼ stanowią systemy pobierające ciepło z gruntu. ▣