

# Ogrzewanie

## W jaki sposób ogrzewać dom energooszczędny?

Wybór rodzaju ogrzewania domu zależy od wielu lokalnych czynników i należy tego wyboru dokonywać indywidualnie dla konkretnego budynku. Generalnie można stwierdzić, że sposób ogrzewania domu zależy od jego klasy energetycznej. Czym bardziej energooszczędne rozwiązania konstrukcji budynku, tym bardziej opłaca się stosowanie rozwiązań o niskich kosztach inwestycyjnych, np. urządzeń elektrycznych.

Stosując sumaryczne kryterium kosztów: wykonania systemu grzewczego i eksploatacji w okresie życia urządzeń grzewczych, najlepszym sposobem wytwarzania ciepła w warunkach polskich jest zastosowanie kondensacyjnego kotła gazowego. Pod warunkiem, że do działki doprowadzona jest sieć gazowa.

Jeśli sieci gazowej nie ma, i w najbliższym czasie nie planuje się jej budowy, alternatywą może być pompa ciepła współpracująca z niskotemperaturowym ogrzewaniem podłogowym, pobierająca ciepło z gruntu lub powietrza.

Szacuje się, że pompa ciepła zasilona 1 kWh energii, może oddać nawet 5 kWh energii cieplnej.

Niekłopotliwym źródłem ciepła do ogrzewania domu mogą być kolektory słoneczne współpracujące np. z kominkiem z płaszczem wodnym. Ale kolektory słoneczne jako niezależne źródło ciepła w naszym klimacie zapewniają ciepłą wodę jedynie między kwietniem a wrześniem, nie zawsze więc są opłacalną inwestycją.

Do ogrzewania domu jednorodzinnego można też używać paliw odnawialnych, i wyposażyć dom np. w kocioł na pelety. Ważne jest by zwrócić uwagę na automatykę wymienionych urządzeń grzewczych, która zapewnia racjonalne, a więc ekonomiczne, zużycie paliwa.

W domu energooszczędnym można także zastosować ogrzewanie nadmuchowe.

## Dlaczego dom energooszczędny warto ogrzewać kotłem kondensacyjnym?

Kotły kondensacyjne współpracują najefektywniej z niskotemperaturowymi systemami grzewczymi, jakie stosuje się właśnie w domach energooszczędnych. Zapewniają wystarczającą ilość ciepła, kosztem stosunkowo niewielkiego zużycia gazu, a więc są sposobem na tanie grzanie domu. Jednak aby było to możliwe, kocioł powinien być fachowo serwisowany (częściej, a więc drożej niż kocioł tradycyjny), gdyż kotły te są wrażliwe, np. na jakość wody. Kotły kondensacyjne mają wysoką sprawność – ponad 100%, wynikającą z wykorzystania do ogrzewania domu także ciepła kondensacji (stąd ich nazwa).

Gazowy kocioł kondensacyjny ze zintegrowanym zasobnikiem c.w.u.



foto: Viessmann

## Co to znaczy, że sprawność kotła przekracza 100%?

Sprawność zwykłych niekondensacyjnych kotłów może sięgać najwyżej 94–96%. Kotły kondensacyjne mają sprawność wyższą o minimum 10% – najlepsze z nich mogą osiągnąć nawet 109%. To, że sprawność przekracza 100%, co brzmi niedorzecznie, wynika po prostu z definicji sprawności kotła, którą stworzono kiedyś dla kotłów niekondensacyjnych – jedynych, jakie znano. Założono wtedy, że w gorących spalinach ulatujących przez komin musi zawsze znajdować się dwutlenek węgla i para wodna. A za sprawność przyjęto ilość ciepła, jaka uwalnia się podczas spalania paliwa, pomijając tę jego ilość, która uchodzi na zewnątrz w parze zawartej w spalinach. Obliczona wedle tej zasady sprawność kotłów kondensacyjnych powiększa się o ciepło odzyskane z pary wodnej i dlatego przekracza 100%.

## Ile można zaoszczędzić dzięki zainwestowaniu w kocioł kondensacyjny?

Założmy, że zapotrzebowanie domu na energię wynosi 15 kW, a w ciągu roku kocioł będzie pracował 1800 h, co oznacza zużycie roczne  $15 \text{ kW} \times 1800 \text{ h} = 27\,000 \text{ kWh}$  energii.

Porównamy dwa warianty ogrzewania tego domu: kotłem tradycyjnym i kondensacyjnym. Założmy następujące dane:

- cena gazu ziemnego – 2,41 zł/m<sup>3</sup>,
- wartość opałowa gazu – 9,6 kWh/m<sup>3</sup>,
- sprawność kotłów: tradycyjnego (renomowanej firmy) – 94%, kondensacyjnego – 108%.

Obliczmy ile gazu użyją w ciągu roku kotły:

- tradycyjny  $27\,000 \text{ kWh} : 9,6 \text{ kWh/m}^3 : 94\% = 2992 \text{ m}^3$ ,
- kondensacyjny  $27\,000 \text{ kWh} : 9,6 \text{ kWh/m}^3 : 108\% = 2604 \text{ m}^3$ .

W związku z tym roczny koszt paliwa do zasilania kotłów:

- tradycyjnego –  $2992 \text{ m}^3 \times 2,41 \text{ zł/m}^3 = 7210 \text{ zł}$ ,
- kondensacyjnego –  $2604 \text{ m}^3 \times 2,41 \text{ zł/m}^3 = 6276 \text{ zł}$ .

Oszczędności wynikające z zastosowania kotła kondensacyjnego mogą więc wynieść 934 zł rocznie.

**Uwaga!** Kocioł to inwestycja na wiele lat. Zanim się go kupi, trzeba zapytać o jego sprawność, bo im sprawniejszy kocioł, tym większe będą oszczędności paliwa, a więc tym mniejsze rachunki za ogrzewanie.

## Z jakimi instalacjami mogą współpracować kotły kondensacyjne?

Skraplanie pary wodnej może zachodzić tylko wówczas, gdy woda grzewcza płynąca w instalacji c.o. ma niską temperaturę. Jeśli nie byłaby odpowiednio ochłodzona, skraplanie mogłoby nie zachodzić w ogóle lub zachodziłoby w bardzo niewielkim stopniu. W instalacjach z kotłem:

- **gazowym** – woda powracająca z instalacji nie powinna mieć więcej niż 50°C; praca kotła jest najbardziej ekonomiczna, gdy woda powracająca ma temperaturę od 30 do 40°C;
- **olejowym** – temperatura wody powracającej z instalacji powinna być o 10°C niższa, czyli wynosić maksimum 30–40°C.

Uwarunkowania te wynikają z temperatury spalin, w której w kotłach gazowych i olejowych następuje kondensacja pary wodnej.

Jak widać, kotły kondensacyjne pracują efektywnie jedynie w instalacjach niskotemperaturowych. Mogą to być zarówno instalacje z ogrzewaniem podłogowym, jak i tradycyjnymi grzejnikami. Im niższa jest temperatura wody zasilającej instalację, tym większe muszą być powierzchnie grzejników, żeby mogły ogrzać pomieszczenie. Większe grzejniki są oczywiście odpowiednio droższe.



Kotły kondensacyjne najefektywniej współpracują z niskotemperaturowym ogrzewaniem podłogowym

## Czy są jakieś inne korzyści z zastosowania kotła kondensacyjnego?

Kocioł pracuje z pełną mocą – taką, na jaką się go kupuje – tylko kilka lub kilkanaście dni w roku. Moc kotła dobiera się bowiem tak, by ogrzać on dom w dni o temperaturze obliczeniowej, choć w rzeczywistości średnia temperatura zimą będzie dużo wyższa. Temperatura obliczeniowa zależy od rejonu Polski i wynosi na przykład:

- w województwie mazowieckim -18°C,
- nad morzem -16°C,
- na Suwalszczyźnie (najzimniejszy region Polski) -24°C.

Wiadomo, że całą zimą nie ma nigdzie aż takiego mrozu: średnia temperatura wynosi około 0°C. To oznacza, że kocioł dobrany na temperaturę obliczeniową pracuje ze średnim obciążeniem 30%.

W kotłach tradycyjnych (szczególnie tych dawniej produkowanych) grzanie z taką sprawnością oznacza dodatkowe zużycie pa-

liwa, gdyż im niższe jest obciążenie cieplne kotła, tym niższa też jego sprawność. Większe zużycie paliwa to wyższe koszty eksploatacyjne. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie kotła mniejszej mocy, który nie wystarczy do ogrzewania domu w najsilniejszy mrozy, ale przez większość sezonu grzewczego będzie miał wyższą sprawność, co oznacza bardziej ekonomiczną pracę. Tak ogrzewany dom podczas silnych mrozów dogrzewa się kominkiem lub grzejnikami elektrycznymi, ale zapewnienie w ten sposób ekonomicznej pracy kotła zwiększa koszty inwestycyjne, bo wymaga dodatkowego systemu grzewczego.

Z kotłami kondensacyjnymi jest odwrotnie – im mniejsze jest ich obciążenie, tym większa sprawność. Przewymiarowanie kotła przynosi zatem korzyści, a nie straty: dom nie będzie niedograny w silne mrozy, ani nie trzeba będzie przeplacać

za ogrzewanie, gdy jest względnie ciepło. Z tą zaletą kotła kondensacyjnego wiąże się jeszcze jedna niebagatelna oszczędność – przygotowanie c.w.u. Niezależnie od tego, czy kupimy kocioł jedno- czy dwufunkcyjny, latem będzie on pracował wyłącznie na potrzeby przygotowania ciepłej wody – z dużo mniejszym obciążeniem niż zimą. A to okaże się zaletą, a nie problemem – kocioł kondensacyjny będzie pracował wówczas dużo bardziej efektywnie niż pozostałe typy kotłów.

Przeważająca większość kotłów kondensacyjnych ma zamkniętą komorę spalania, co oznacza, że powietrze potrzebne do spalania nie jest pobierane z pomieszczenia, w którym znajduje się kocioł, ale specjalnym przewodem – z zewnątrz. Proces spalania jest zatem odizolowany od pomieszczenia, co eliminuje zagrożenie cofania się spalin.

## Czy automatyka kotła może dodatkowo zmniejszyć zużycie energii?

**M**oże. Dobra automatyka może zmniejszyć zużycie energii nawet o 25%. Najefektywniejsza jest pod tym względem automatyka, która dopasowuje moc kotła do warunków pogodowych.

Warto też zastosować odpowiedni programator z cyklem dobowym i tygodniowym. W programatorze dobowym można określić godziny pracy kotła w ciągu dnia, a w programatorze tygodniowym – zaprogramować pracę kotła w każdym dniu tygodnia, dzięki czemu kocioł będzie pracował ze zmniejszoną mocą, kiedy nikogo nie ma w domu, a także w nocy.

Dom z instalacją wyposażoną w automatykę pogodową trzeba umiejętnie eksploatować. Jeśli pomieszczenie trzeba przewietrzyć przez otwarcie okien, należy to robić intensywnie i krótko. Na czas wietrzenia powinno się zamknąć zawory termostatyczne, w przeciwnym razie zwiększą one temperaturę grzejników, co będzie oznaczać niepotrzebną stratę energii.

Grzejników nie należy zabudowywać, zasłaniać meblami ani też ich zakrywać osłonami czy zasłonami z tkanin, gdyż blokuje to odpływ ciepła do pomieszczenia.

Nie warto też ogrzewać pomieszczeń do zbyt wysokiej temperatury. Każdy stopień więcej to nawet o 6% wyższe rachunki za ogrzewanie.



Nowoczesne kotły kondensacyjne wyposażone są w automatykę pozwalającą sterować procesem spalania tak, by urządzenie wytwarzało jak najwięcej ciepła kosztem minimalnego zużycia gazu

## Co to jest gazowy kocioł pulsacyjny?

**J**est to urządzenie grzewcze przystosowane do spalania gazu, w technologii kondensacji z pulsacyjnym systemem spalania. W takim urządzeniu zamiast tradycyjnego palnika, znajduje się komora spalania, do której zostaje doprowadzona mieszanka gazowo-powietrzna. Powstałe spaliny z dużą szybkością zostają wyrzucone do nagrzewnicy wytwarzając podciśnienie. W ciągu jednej sekundy zachodzi ponad 100 takich cykli. Temperatura spalin w momencie ich wyrzutu do nagrzewnicy wynosi ponad 800°C. Nagrzewnica wykonana jest z odpowiednio wyprofilowanych rurek. Powstałe impulsy ciepłe przesuwają się stopniowo przez rurki nagrzewnicy, w sposób

nieregularny, zakłócony, co pozwala na bardzo skuteczny odbiór ciepła. Spaliny przechodząc przez nie schładzają się do temperatury ok. 25°C. Para wodna zawarta w spalonych gazach skrapla się i zamienia się w ciecz, która odbiera ciepło od nagrzewnicy rurowej.

Cechą charakterystyczną kotła pulsacyjnego jest jego duża sprawność – średnio powyżej 109%, która utrzymuje się na stałym poziomie dla różnej temperatury wody grzewczej.

Kocioł pulsacyjny można spalać gaz ziemny lub propan i osiągać sprawność na poziomie 109%



foto: Ciepło-Tech

## Czy kocioł kondensacyjny tak jak tradycyjny wymaga podłączenia do komina?

**N**ie zawsze, ponieważ spaliny z kotłów kondensacyjnych można usuwać za pomocą systemu powietrzno-spalinowego typu „rura w rurze”, który można wyprowadzić zarówno przez dach, jak i bezpośrednio przez ścianę domu. Przez ścianę można jednak odprowadzać spaliny tylko z kotłów o mocy nie przekraczającej 21 kW. Można również, zamiast gotowego zestawu powietrzno-spalinowego w istniejącym lub nowobudowanym kominie, zamontować rurę ze stali kwasoodpornej – spaliny będą wtedy odprowadzane tą rurą, a powietrze będzie dopływać kanałem, jaki powstaje w przewodzie kominowym wokół rury. Warunkiem właściwej pracy takiego systemu jest zachowanie co najmniej 3-centymetrowego odstępu między rurą ze stali a wewnętrznymi ściankami komina.

Kwasoodporne rury ceramiczne stanowiące wkład kominowy pozwalają na utrzymanie w przewodzie spalinowym odpowiedniej temperatury, umożliwiającej prawidłowy ciąg spalin



foto: IBF

## Co może obniżyć sprawność kotła kondensacyjnego?

**S**prawność kotła zależy od jakości paliwa. Jeśli jest to gaz, znaczenie dla sprawności kotła mają: wartość opałowa gazu, jego skład, a także ciśnienie w sieci zasilającej.

Jeśli paliwem jest gaz płynny lub olej opałowy, po każdej dostawie oleju opałowego należy wyregulować kocioł i przeczyścić palnik. Niewykonanie tych czynności może spowodować spadek sprawności kotła.

**Uwaga!** Pośredni wpływ na sprawność kotła może mieć jakość wody, a zwłaszcza jej twardość. Jeżeli woda jest zbyt twarda, osadza w instalacji kamień kotłowy, czego efektem są znaczne straty energii i zmniejszenie sprawności kotła. Z tego względu w instalacjach zasilanych twardą wodą należy stosować zmiękczacze. Sprawność kotła spada także wówczas, gdy temperatura wody powracającej będzie wyższa niż 30–40°C.

## Kiedy warto zastosować pompę ciepła?

**N**ajkrótsza odpowiedź brzmi – gdy w pobliżu domu nie ma sieci gazowej lub trzeba by budować bardzo długie kilkusetmetrowe przyłącze. Pompa ciepła, choć sama jest kosztowna, może zapewnić bardzo tanie ogrzewanie. W domu o powierzchni 150 m<sup>2</sup> – jeśli zastosowano właściwe rozwiązania – ogrzewanie i przygotowanie c.w.u. przez pompę ciepła może kosztować około 1200 zł/rok, podczas gdy ogrzewanie takiego samego domu gazem lub olejem kosztować będzie co najmniej 3000 zł/rok (a ceny tych paliw ciągle rosną), a prądem elektrycznym – co najmniej 6000 zł/rok. Pompa ciepła to urządzenie o najniższych kosztach eksploatacyjnych.

## Jaka jest najważniejsza różnica między kotłem a pompą ciepła?

**Z**astosowanie do ogrzewania domu kotła na paliwo stałe, gazowe czy płynne wiąże się ze zużyciem jednego z tych paliw, bo cała energia cieplna powstaje w wyniku jego spalania; jest to energia, którą w całości trzeba kupić. Sprawność cieplna – czyli stosunek uzyskanego ciepła do wartości opałowej paliwa – zależy od rodzaju kotła i wynosi 70–96% (w kotłach tradycyjnych) i ponad 100% (w kotłach kondensacyjnych).

W pompach ciepła głównym źródłem energii jest darmowe ciepło: gruntu, zbiornika wodnego lub powietrza zewnętrznego. Pompa ciepła, wykorzystując takie źródła może podgrzewać wodę w instalacji grzewczej. Funkcjonuje podobnie jak domowa chłodziarka, która ciepło odebrane od umieszczonych wewnątrz produktów przekazuje do pomieszczenia, w którym stoi.

Do „przetransportowania” ciepła z ośrodka o niższej temperaturze do ośrodka o wyższej temperaturze niezbędna jest energia zużywana przez sprężarkę. Stosunek energii cieplnej pozyskanej z dolnego źródła do zużytej przez napęd pompy nazywamy współczynnikiem efektywności COP (ang. Coefficient of Performance). Jego wartość zależy od samej konstrukcji pompy i od różnicy temperatury dolnego źródła ciepła, czyli np gruntu i wody w instalacji. Im mniejsza jest ta różnica, tym wyższą wartość ma współczynnik COP.

W domowych instalacjach grzewczych wartość COP waha się w granicach 3–5, co oznacza, że zużywając 1 kWh energii elektrycznej do napędu pompy ciepła pozyskujemy 3–5 kWh energii cieplnej do ogrzewania domu.

Wynika z tego, że pompa ciepła zużywając 1 kW energii w ciągu godziny, produkuje od 3 do 5 razy więcej energii cieplnej.



fol. Heiz

Pompy ciepła oferowane są w różnych standardach wykonania, np. wersje podstawowe umożliwiają sterowanie podgrzewaniem wody i obiegami grzewczymi, zarządzanie zasobnikiem buforowym i układem solarnym oraz współpracę z termostatem pokojowym. Modele bardziej rozbudowane mogą być dodatkowo wyposażone w pompę do obiegu solanki, pompę obiegu grzewczego i naczynie wzbiorcze solanki

Pompy ciepła mogą być wyposażone w ekran z wyświetlaczem w języku polskim umożliwiający sterowanie pracą całej instalacji z pompą ciepła



fol. Hydro-Tech

## Jak działa pompa ciepła zasilająca domową instalację grzewczą?

Źródłem ciepła do ogrzewania domu może być grunt, woda lub powietrze. Są to źródła o temperaturze niższej niż oczekuje się w pomieszczeniach, a więc zadaniem pompy ciepła jest pobranie energii cieplnej z ośrodka o niższej temperaturze (np. woda gruntowa ma temperaturę 7–12°C, a powietrze może mieć nawet 20°C) i przekazanie go do pomieszczenia o wyższej temperaturze (ok. 20°C).

Wywołuje to skojarzenie z pompowaniem ciepła: z dołu (z ośrodka chłodnego) do góry (do cieplejszych pomieszczeń w domu).

Codziennie mamy do czynienia z takim pompowaniem ciepła w naszej lodówce czy zamrażarce. Z wnętrza lodówki, a ściślej z umieszczonych w niej produktów żywnościowych, jest „wypompowywane” ciepło, które następnie jest przekazywane do pomieszczenia na zewnątrz lodówki, wskutek czego grzeje ona pomieszczenie, w którym stoi. Wyobraźmy sobie teraz, że do wnętrza lodówki wpływa w ciągłym obiegu woda ze studni o temperaturze 10°C i po schłodzeniu w lodówce do 5°C wypływa z tejże lodówki, a następnie jest zrzucana do innej studni. Woda cały czas dostarcza do wnętrza lodówki ciepło, które jest z niej zabierane i oddawane na zewnątrz lodówki – do pomieszczenia. Tak właśnie – co do fizycznej zasady – działa pompa ciepła.

Żeby mogła działać, musi być zasilana prądem elektrycznym (lub ciepłem w przypadku pomp absorbcyjnych), który umożliwia prze-

Źródłem ciepła dla pompy ciepła najczęściej jest grunt, woda lub powietrze



foto: Bosch

kazywanie darmowego ciepła ze źródła naturalnego (gruntu, wody, powietrza), nazywanego **źródłem dolnym** do domowej instalacji grzewczej, nazywanej **źródłem górnym**. Najważniejszą sprawą jest przepompowanie jak największej energii cieplnej  $Q$  kosztem jak najmniejszego zużycia energii elektrycznej  $Q_e$  – czyli osiągnięcie jak największej sprawności pompowania ciepła, określanej współczynnikiem COP.

$$COP = \frac{Q}{Q_e}$$

Sprawność pompowania ciepła jest tym większa, im mniejsza jest różnica temperatury między odbiornikiem (źródłem górnym) a źródłem ciepła (źródłem dolnym). Tę zależność można zapisać wzorem:

$$COP = \frac{T_2}{T_2 - T_1} \times \eta_p + 1,$$

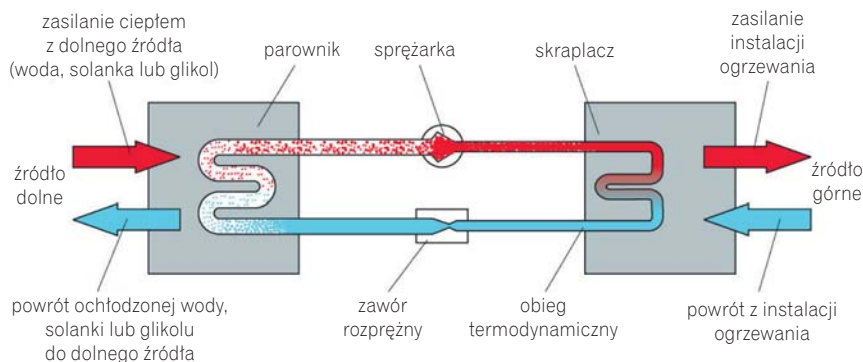
w którym:

$T_1$  i  $T_2$  w wyrażeniu w kelwinach temperatura źródła i odbiornika ciepła,

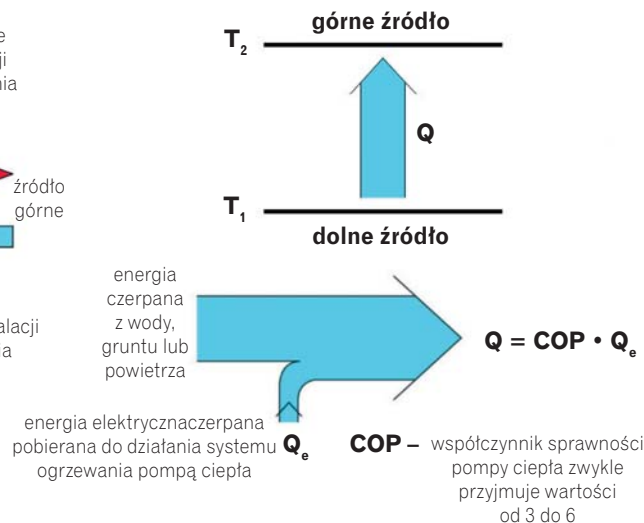
$\eta_p$  jest wewnętrzną sprawnością agregatu pompy ciepła i wynosi 0,5–0,6.

Jedynka we wzorze odpowiada energii cieplnej pochodzącej wprost ze strat energii elektrycznej (związanych z pracą agregatu sprężarkowego) pobieranej przez pompę ciepła.

W domowych instalacjach grzewczych zasilanych pompą ciepła COP osiąga wartość od 3 do 6, najczęściej od 4 do 5.



Schematy działania pompy ciepła



## Jaka moc powinna mieć pompa ciepła do domu energooszczędnego o powierzchni 150 m<sup>2</sup>?

Dom energooszczędny ma dobrą termoizolację i można przyjąć, że do ogrzania jego pomieszczeń wystarczy moc grzewcza 30 W/m<sup>2</sup>.

Jeśli łączna powierzchnia ogrzewanych pomieszczeń budynku wynosi np. 150 m<sup>2</sup>, to do jego ogrzewania powin-

na wystarczyć pompa ciepła o mocy:  $150 \text{ m}^2 \times 30 \text{ W/m}^2 = 4,5 \text{ kW}$ .

Jeżeli ta sama pompa ciepła ma nie tylko ogrzewać dom, ale również przygotowywać c.w.u. dla czteroosobowej rodziny, to trzeba moc pompy powiększyć jeszcze o 1,2 kW, bo jedna osoba zużywa

przeciętnie na dobę 50 l wody o temperaturze 45°C, do czego potrzebna jest moc grzewcza 0,3 kW.

A zatem do domu energooszczędnego o powierzchni 150 m<sup>2</sup> na potrzeby ogrzewania i przygotowania c.w.u. potrzebna jest pompa ciepła o mocy grzewczej ok. 6 kW.

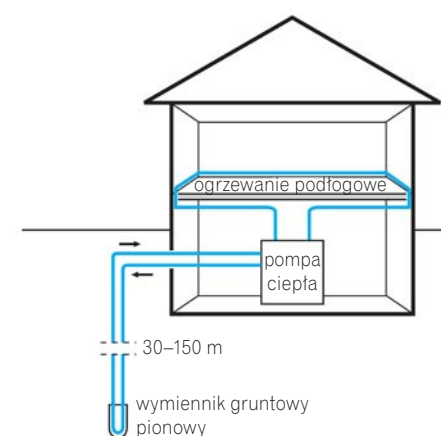
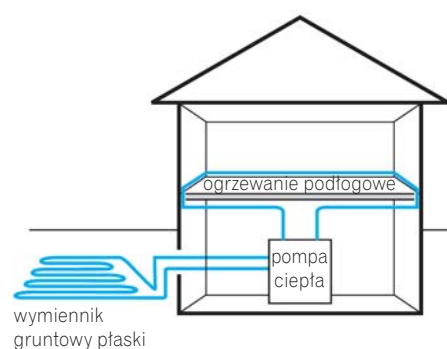
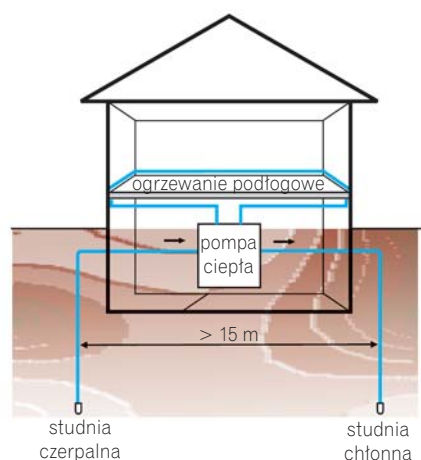
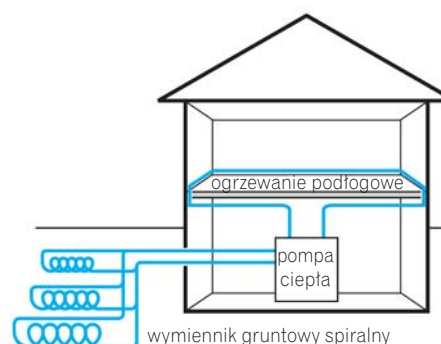
## W jaki sposób można pobierać ciepło gruntu na potrzeby ogrzewania domu?

Ciepło gruntu można pobierać za pośrednictwem:

■ **wymiennika (kolektora) poziomego**, czyli węzownicy z rur plastikowych ułożonych na głębokości 1,5–2 m. Do uzyskania mocy grzewczej 1 kW trzeba ułożyć 25–50 m rur, co zajmuje powierzchnię 30–60 m<sup>2</sup>;

- **wymiennika spiralnego** z rur ułożonych w gruncie spiralnie;
- **wymiennika pionowego** z rur wprowadzonych do gruntu na głębokość 30–50 m;
- **dwóch oddalonych od siebie studni**: jedna służy do pobierania wody cieplejszej, a druga – do odprowadzania wody ochłodzonej, z której pobrane zostało ciepło.

Cztery rodzaje źródła dolnego



## Jakie argumenty przemawiają za ogrzewaniem domu pompą ciepła?

■ To tylko niektóre z nich: jest to sposób na korzystanie z darmowej energii z niewyczerpywalnego źródła: gruntu, wody lub powietrza. Stosunek potrzebnej do zasilania pompy energii elektrycznej do uzyskanej darmowej energii cieplnej dochodzi do 1:5;

- koszt eksploatacji pompy ciepła ograniczony jest do kosztu zakupu energii elektrycznej niezbędnej do pracy sprężarki;
- wydatki na ogrzewanie domu pompą ciepła prawie nie zależą od zmian cen paliw (np. gazu czy oleju opałowego), spowodowanych wyczerpywaniem się zasobów

naturalnych czy międzynarodowymi konfliktami gospodarczymi i politycznymi;

- w przeciwieństwie do innych źródeł ciepła, urządzenia te są całkowicie bezpieczne (nie grożą wybuchem czy pożarem).

## W jaki sposób dobiera się rodzaj wymiennika gruntowego?

Każda inwestycja wymaga indywidualnej analizy. Firma oferująca pompy ciepła przede wszystkim powinna zebrać informacje dotyczące warunków gruntowo-wodnych, by zaproponować optymalne rozwiązanie.

## Jak dobiera się źródło górne w domu ogrzewanym przez pompę ciepła?

Im mniejsza różnica temperatury między dolnym a górnym źródłem ciepła, tym niższe koszty eksploatacji, dlatego najlepiej, gdy pompa ciepła współpracuje z systemami grzewczymi o niskiej temperaturze zasilania. Z tego względu najkorzystniej połączyć ją z ogrzewaniem podłogowym, którego temperatura nie powinna przekraczać 30°C ze względu na komfort cieplny mieszkańców domu.

## O czym warto pamiętać, kiedy planuje się ogrzewanie domu pompą ciepła?

- Największą wartość COP, a więc i najniższe koszty eksploatacyjne zapewnia niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe i pompa ciepła typu ciepła woda-woda, gdyż różnica temperatur między wynosi zaledwie 20°C (podłogówka 30°C, woda gruntowa 10°C).
- Najbezpieczniejszym i niewymagającym dużej powierzchni gruntu jest system solanka-woda z kolektorem pionowym z kilku sond głębokości kilkudziesięciu metrów.
- Najłatwiejszym inwestycyjnie, bo niewymagającym budowy dolnego źródła jest instalacja z pompą ciepła typu powietrze-woda, jednak wartość COP tego systemu jest najniższa.
- Najbardziej zaawansowanym technicznie rozwiązaniem jest pompa ciepła z bezpośrednim odparowaniem czynnika grzewczego, oferowana przez nielicznych producentów.

## Ile trzeba zainwestować, żeby ogrzewać dom pompą ciepła?

Do przeszłości należą już zniechęcające kosztorysy w granicach 60 000–70 000 zł za system ogrzewania pompą ciepła wraz z montażem. Najczęściej kosztorysy firm mieszczą się w granicach od 25 000 do 45 000 zł. Oprócz pompy ciepła zasilana nią instalacja grzewcza wymaga wykonania instalacji dolnego źródła ciepła oraz zbiornika c.w.u.

Oto łączne koszty takiej instalacji w domu o powierzchni około 150 m<sup>2</sup>:

- pompa ciepła o mocy 7–10 kW – ok. 15 000 zł,
- zbiornik c.w.u. – 2000–6000 zł,
- dolne źródło – od 3000 do 15 000 zł, w zależności od rodzaju systemu,
- pozostałe elementy takie jak pompy obiegowe, armatura instalacyjna wraz z montażem, czyli elementy, które są też niezbędne w instalacji zasilanej ze źródeł konwencjonalnych (np. kotłem gazowym) – 5000–9000 zł. Co łącznie daje sumę 25 000–45 000 zł.

## Jak wypada porównanie z kosztami takiej samej instalacji zasilanej kotłem gazowym?

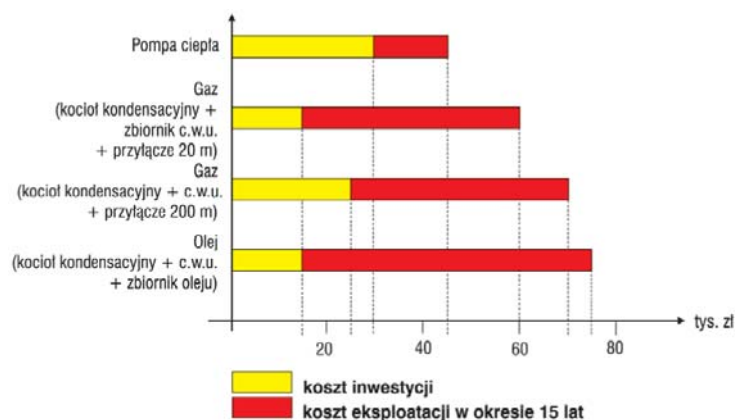
Porównania wymagają tylko koszty tych elementów, które różnią te instalacje:

- z pompą ciepła: pompa ciepła + zbiornik c.w.u. + dolne źródło: łącznie 20 000–36 000 zł,
- z kotłem gazowym: kocioł + zbiornik c.w.u. + przyłącze: 12 000–28 000 zł (zależnie od rodzaju kotła i sposobu przygotowania c.w.u., a także kosztów przyłącza). O ile koszt przyłącza długości kilkunastu metrów wynosi od 5000 zł, to dwustumetrowe może kosztować nawet 12 000 zł.

A zatem całkowity koszt inwestycyjny instalacji z pompą ciepła: 25 000–45 000 zł może być o 13 000–17 000 zł wyższy niż instalacji ogrzewania gazowego.

Wydatki mogą być porównywalne, jeśli do instalacji ogrzewania gazowego wybierzemy drogi kocioł kondensacyjny, a długość przyłącza gazowego będzie znacząca.

Do analogicznych wniosków prowadzi porównanie z ogrzewaniem olejowym.



Porównanie sumarycznych kosztów różnych instalacji (inwestycje + 15 lat eksploatacji)

## Czy pompa ciepła musi wykorzystywać energię elektryczną?

Niekoniecznie. Istnieją absorpcyjne pompy ciepła wykorzystujące energię ciepłą zamiast energii elektrycznej. Oczywiście urządzenia te potrzebują energii elektrycznej do zasilania elektronicznych urządzeń sterujących, ale jej zużycie jest porównywalne do zapotrzebowania na energię urządzeń AGD pracujących w trybie czuwania.

Innym nowoczesnym rozwiązaniem jest zastosowanie w pompie ciepła silnika gazowego. Rozwiązanie to zmniejsza zużycie energii elektrycznej w sezonie letnim (na chłodzenie) i zimowym (na ogrzewanie). Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest możliwość odzyskania ciepła odpadowego uwolnionego przez płaszcz silnika oraz ze spalin, a także łatwa regulacja prędkości kompresora poprzez regulację dopływu gazu.

Różnice między pompą ciepła zasilaną energią elektryczną a urządzeniem zasilanym gazem widać szczególnie w trybie ogrzewania. Podczas pracy pompy zasilanej gazem wydzielają się dużo ciepła odpadowego. Obecnie trwają badania nad możliwościami jego efektywnego zagospodarowania np. do chłodzenia absorpcyjnego. Jest to jednak kosztowny i skomplikowany system. Ciepło odpadowe można w prosty sposób wykorzystać do kontrolowania wilgotności pomieszczeń przez cały rok, a także do ogrzewania pomieszczeń w zimie. Tym samym ogranicza się dodatkowo zużycie energii.

## Czy pompa ciepła wymaga konserwacji i na czym prace te polegają?

Pompa ciepła jak każde urządzenie grzewcze wymaga obsługi serwisowej, jednak nie tak częściej i nie w tak szerokim zakresie jak kocioł. Najważniejszym czynnikiem, na który należy zwrócić uwagę podczas przeglądów jest sprawdzenie odpowiedniego przepływu po obu stronach układu. Konieczne jest czyszczenie filtrów źródła dolnego i górnego oraz, w przypadku pomp glikolowych, kontrola stężenia płynu niezamarzającego.

W niektórych przypadkach, szczególnie przy urządzeniach typu woda-woda pracujących z wodą mocno zmineralizowaną, przeglądy serwisowe potrzebne są częściej. Bowiernie zanieczyszczona woda powoduje osadzanie się kamienia wewnątrz wymiennika i często zapycha studnie zrzutowe.

Pompy ciepła typu powietrze-woda wymagają najmniej czynności serwisowych. Można powiedzieć, że same się czyszczą podczas funkcji odszraniania parownika, konieczne jest tylko sprawdzanie filtra źródła górnego.

## Czy warto w domu energooszczędnym zastosować ogrzewanie nadmuchowe?

Tak, ogrzewanie nadmuchowe jest systemem szeroko rozpowszechnionym w USA i Kanadzie, a ostatnio zyskuje również na popularności w Polsce. Do ogrzewania powietrza wykorzystuje się piec nadmuchowy z wymiennikiem ciepła zasilany gazem, olejem opałowym, ciepłą wodą lub wyposażony w elektryczną nagrzewnicę. Jako źródło zasilania można wykorzystać również: gazowy kocioł kondensacyjny, pompę ciepła typu powietrze-powietrze, nagrzewnicę powietrza na paliwa stałe lub kominiek.

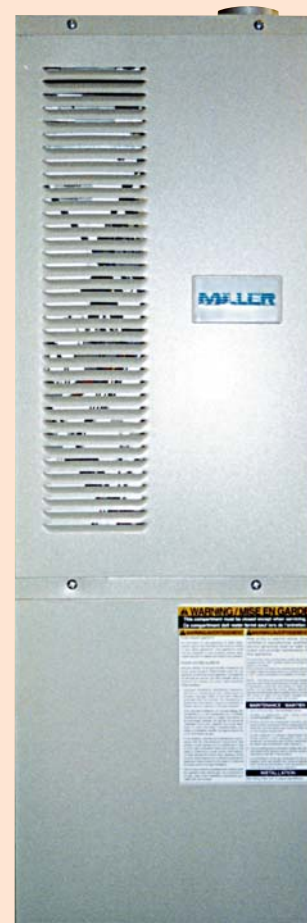
Taki system grzewczy łatwo powiązać z wentylacją mechaniczną z odzyskiem ciepła. Powracające z układu wentylacyjnego zużyte powietrze przepuszczone jest przez wymiennik krzyżowy, który umożliwia odzysk pozostałego ciepła poprzez wymieszanie go ze świeżym powietrzem, płynącym z czepni zewnętrznej. Tak przygotowane powietrze przechodzi przez filtr, w którym jest oczyszczone oraz do pieca nadmuchowego, gdzie jest ogrzewane. Następnie ciepłe powietrze wydmuchiwane jest do kanałów, którymi jest dostarczane do poszczególnych pomieszczeń. Kanały transportujące powietrze wykonywane są zwykle z blachy stalowej ocynkowanej i izolowane wełną mineralną oraz warstwą folii aluminiowej. Można je również wykonać z tworzyw sztucznych. Charakteryzują się małym ciężarem oraz dobrym stopniem izolacji termicznej i akustycznej.

Zaletą systemu jest możliwość wykorzystywania go w lecie do klimatyzowania pomieszczeń. W tym celu, na kanale za piecem instaluje się chłodnicę powietrza, która w okresie letnim, będzie schładzać powietrze dochodzące z czepni.

Tak więc koszt inwestycji rozkładać się będzie na dwa systemy – grzania i chłodzenia.

Piec nadmuchowy dla domu o potwierdzaniu 150 m<sup>2</sup> kosztuje 8000–10 000 zł, a kompletna instalacja 15 000–20 000 zł.

Piec nadmuchowy może być zasilany gazem, olejem opałowym lub energią elektryczną



fol. Miller