

„W budynkach ze złą termoizolacją, wymagających mocy grzewczej ponad 60 W/m², podłogówka z pompą ciepła nie nagrzeje wystarczająco dobrze pomieszczeń.”



Źródło górne

Jakie wybrać?

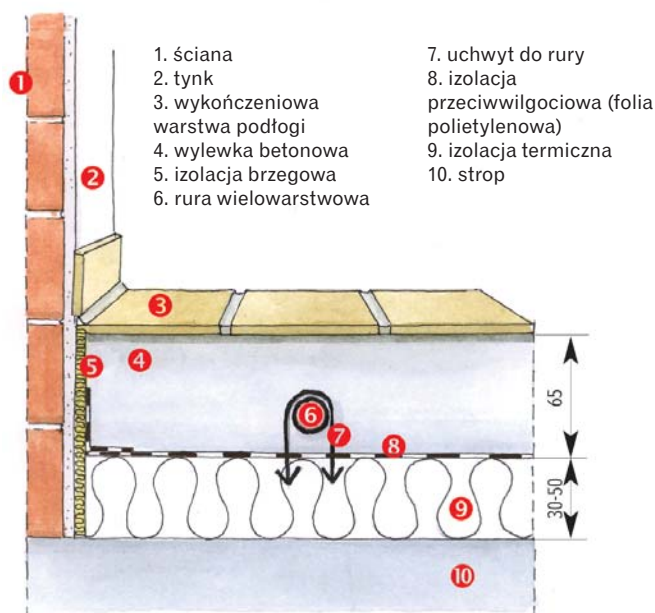
Źródło górne grzeje pomieszczenia. To podłogówka, grzejniki lub jedno i drugie. Pompa ciepła najlepiej współpracuje z instalacją c.o. o niskich temperaturach, czyli z podłogówką.

PATRONI CYKLU

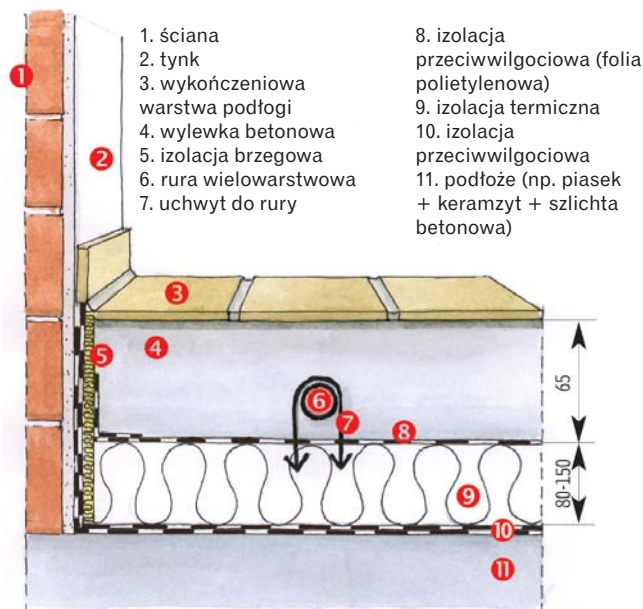
Najprostszym rozwiązaniem jest system powietrze-powietrze, czyli ogrzewanie pomieszczeń nadmuchem ciepłego powietrza. Jest to system bardzo popularny w Europie, nie tylko w krajach południowych, ale również na północy, np. dominuje w Norwegii. W Polsce jednak „porządny” dom musi mieć instalację c.o. z obiegiem wodnym, kiedyś wyłącznie z grzejnikami, ostatnio coraz częściej z ogrzewaniem podłogowym. System ogrzewania nadmuchiwanym powietrzem służy równocześnie do chłodzenia latem, dlatego tymi rozwiązaniami zajmujemy się w artykule „Pompa ciepła w klimatyzacji”, planowanym do lipcowego wydania BD.

Zasobnik buforowy

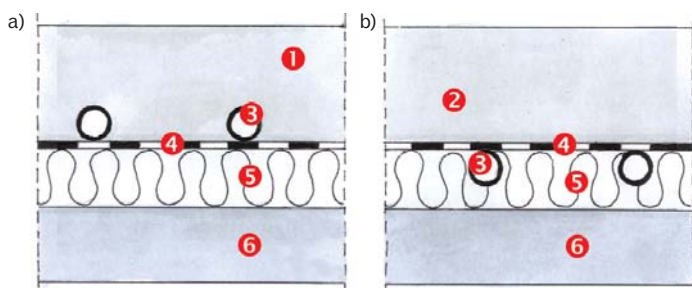
Moc grzewcza pompy ciepła nie zawsze odpowiada chwilowemu zapotrzebowaniu na ciepło, dlatego między pompą ciepła



Układ warstw w podłodze z ogrzewaniem wodnym – podłoga na stropie



Układ warstw w podłodze z ogrzewaniem wodnym – podłoga na gruncie



1. jastrych – wylewka
2. suchy jastrych
3. rury grzejne

4. folia izolacji przeciwwilgociowej
5. styropian
6. podłóże

Schematyczny szkic układu warstw dla systemu mokrego (a) i suchego (b). Są to rysunki uproszczone. Często stosuje się styropian w postaci tzw. płyty systemowych z rowkami do układania rur. Płyty pokrywa się warstwą ocynkowanej blachy stalowej lub folii aluminiowej, odbijającą promienie podczerwone

a obiegiem wodnym instalacji c.o. stosuje się zasobnik buforowy, tj. zbiornik z wodą „magazynującą” ciepło. Dzięki temu unika się częstego włączania i wyłączania pompy ciepła. Fachowcy nazywają to rozwiązanie „sprzęgłem hydraulicznym”, gdyż dzięki niemu pompa ciepła jest „odsprężona” od obiegu wody w instalacji c.o. i może pracować niezależnie od chwilowych potrzeb instalacji grzewczej. Gdy na przykład zawory termostatyczne zredukują strumień wody w instalacji grzewczej, to pompa ciepła nadal może pracować ze stałą wydajnością, oddając ciepło do zasobnika buforowego. Akumulowanie ciepła w zasobniku buforowym jest również korzystne z kilku innych powodów:

- stabilizuje ogrzewanie w sytuacjach wyłączeń zasilania energetycznego;
- eliminuje szумы przepływu w systemie rozprowadzania ciepła;
- umożliwia modernizację instalacji grzewczej bez wymiany pompy ciepła.

Stosowanie zasobnika buforowego jest wręcz niezbędne w tzw. systemie biwalentnym, gdy poza pompą ciepła mamy jeszcze inne źródło ogrzewania – np. kolektory słoneczne lub kocioł. Wówczas w zasobniku buforowym następuje połączenie dwóch źródeł ciepła w jeden system grzewczy. Pojemność zasobnika buforowego zależy od wymaganej mocy grzewczej i w domu jednorodzinnym wynosi zwykle 200÷500 l. Oczywiście, im większa pojemność tym większa jest bezwładność cieplna systemu. W przypadku zastosowania w domu wyłącznie instalacji ogrzewania podłogowego, ze względu na wielką masę cieplną wylewki podłogowej, można zrezygnować ze stosowania zasobnika buforowego, jeśli jedyną jego funkcją miałaby być wyłącznie inercja cieplna, gdyż tę funkcję doskonale spełnia wylewka podłogowa.

Dlaczego podłogówka

Ktokolwiek interesuje się ogrzewaniem pompą ciepła, już na wstępnym etapie poznawania tej tematyki dowiaduje się, że najlepszym rozwiązaniem instalacji c.o. jest wodne ogrzewanie podłogowe, czyli tzw. podłogówka. Częstą reakcją na tę wiedzę jest konkluzja: „dobrze, to ja zrobię ogrzewanie podłogowe na parterze, ale w sypialniach na piętrze chcę mieć kaloryfery”. **Łączenie ogrzewania podłogowego z grzejnikami to błąd, który może kosztować dodatkowe 1000 zł na każdy sezon grzewczy. To błąd z punktu widzenia minimalizacji kosztów eksploatacyjnych ogrzewania.** Wiemy, że sprawność pompy ciepła, wyrażona współczynnikiem COP, jest odwrotnie proporcjonalna do różnicy temperatur źródła górnego T_g i dolnego T_d .

$$COP \sim \frac{1}{T_g - T_d}$$

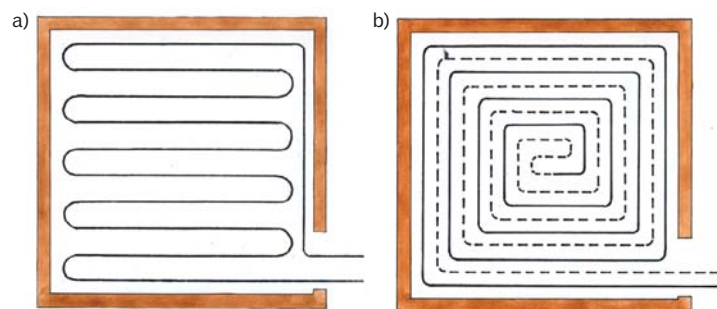
Zatem im niższa jest temperatura pracy źródła górnego, tym większa sprawność. Niskie temperatury pracy mają te systemy c.o., w których wykorzystuje się bardzo duże powierzchnie grzewcze, czyli ogrzewanie płaszczyznowe – podłogowe, ściennie lub sufitowe. Najczęściej z pompą ciepła współpracuje ogrzewanie podłogowe o temperaturze czynnika grzewczego (wody w rurach) zaledwie 35°C (w domach o bardzo dobrej termoizolacji i dużej bezwładności cieplnej może nawet wystarczyć niespełna 30°C). Natomiast kaloryfery mają dużo wyższą temperaturę pracy. Nawet grzejniki panelowe niskotemperaturowe wymagają ok. 55°C. Pompa ciepła wytwarzają-

ca tak wysoką (jak dla niej) temperaturę źródła górnego nie osiągnie wysokiej sprawności, co odbije się niekorzystnie na kosztach eksploatacji. **Oczywiście, instalowanie grzejników nie jest żadnym błędem technicznym**, wszak pompy ciepła są na ogół przystosowane do pracy z grzejnikami o temperaturze do 60°C. Jeśli położenie w sypialniach puszystych dywanów jest dla nas ważniejsze niż minimalizacja kosztów ogrzewania, albo w małej sypialni znaczną część podłogi ma zasłaniać łóżko o stelażu bez nóżek, to grzejniki są rozsądnym rozwiązaniem, chociaż warto również rozważyć ogrzewanie ścienne lub sufitowe. Ogrzewanie podłogowe nie tylko idealnie współpracuje z pompą ciepła – ma również wiele innych cennych zalet (ramka). Koszty inwestycyjne podłogówki wynoszą 150–200 zł/m², jest to 30–40% drożej niż dla grzejnikowej instalacji c.o. przy porównywalnej powierzchni domu.

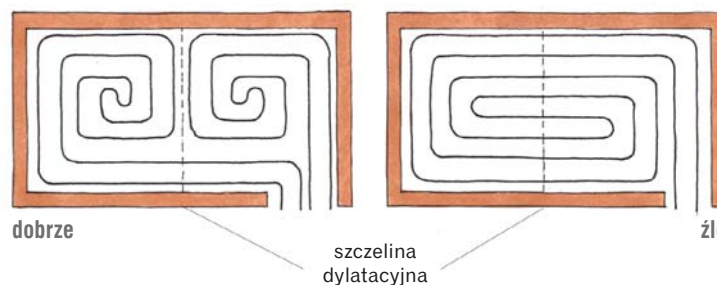
Im niższa jest temperatura pracy źródła górnego, tym większa jest sprawność pompy ciepła.

90% ciepła w górę

Cechą szczególną ogrzewania podłogowego w systemie z pompą ciepła jest bardzo niska temperatura czynnika grzewczego – woda krążąca w rurach „zatopionych” w podłodze ma zaledwie 30–35°C. (Oczywiście, kosztem obniżenia sprawności COP można stosować nieco wyższą temperaturę – ponad 40°C). Żeby skutecznie ogrzać pomieszczenia przy tak niskiej temperaturze źródła ciepła, potrzebna jest bardzo dobra termoizolacja budynku. W przypadku podłogówki zasilanej ciepłem z kotła, temperatura wody krążącej w rurach wynosi zwykle 40–50°C. Przy takich warunkach zasilania przyjmuje się, że podłogówkę można stosować w budynkach, dla ogrzania których wystarczy wydajność cieplna 80 W/m². Dla podłogówki za-



Dwa sposoby prowadzenia obwodów grzewczych: układ meandrowy (a), układ spiralny (ślimakowy) (b)



W rozplanowaniu obwodów grzewczych należy unikać skrzyżowań rur z dylatacją

silanej ciepłem z pompy ciepła, czyli wodą o temperaturze zaledwie 30–35°C, należy przyjąć jeszcze ostrzejszy warunek 60 W/m². W budynkach ze złą termoizolacją, wymagających mocy grzewczej ponad 60 W/m², podłogówka z pompą ciepła nie nagrzeje wystarczająco dobrze pomieszczeń. Dodajmy, że 60 W/m² nie jest warunkiem

ABC ogrzewania podłogowego

Jest wiele różnic między ogrzewaniem podłogowym a grzejnikowym. Dotyczy to nie tylko sposobu prowadzenia instalacji – tu różnice są oczywiste, ale także sposobu przekazywania ciepła, mocy grzewczej systemu itp.

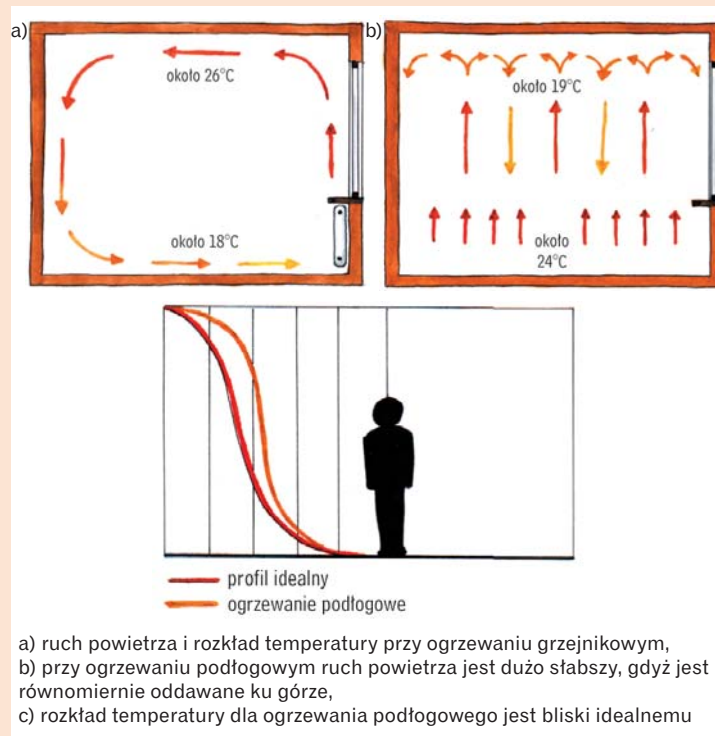
Nie unosi się kurz. Ogrzewanie podłogowe przekazuje większość ciepła przez promieniowanie. Dzięki temu nie powstaje ruch powietrza, taki jak przy ogrzewaniu konwekcyjnym (a, b). Niekorzystna cyrkulacja powietrza jest mniejsza również dzięki temu, że temperatura powierzchni grzewczej, czyli podłogi, jest bardzo niska i wynosi 22–26°C (tradycyjny grzejnik ma ponad 60°C). Krążenie kurzu w powietrzu jest więc minimalne, nie następuje również przypiekanie kurzu, jak to może mieć miejsce w przypadku tradycyjnych grzejników.

Dlatego ogrzewanie podłogowe jest polecane dla alergików.

Rozkład temperatury. Dla człowieka najkorzystniej jest, jeśli wyższa temperatura jest przy podłodze, a niższa na poziomie głowy. Wtedy większość z nas odczuwa komfort cieplny, czyli ma dobre samopoczucie. Właśnie tak „układa się” temperatura przy ogrzewaniu podłogowym (c).

Równie istotną zaletą jest równomierne oddawanie ciepła całą powierzchnią podłogi. Ma to szczególne znaczenie w pomieszczeniach o dużej powierzchni – pokojach dziennych i holach.

Estetyka wnętrza. Instalacja ogrzewania podłogowego jest w całości schowana pod podłogą, a brak jakichkolwiek widocznych elementów grzejnych daje większe możliwości aranżacji wnętrza. Jest to ważne przy planowaniu efektywnego zagospodarowania przestrzeni podokiennej, która w ogrzewaniu tradycyjnym zarezerwowana jest na grzejnik.



wyśrubowanym. Każdy współczesny dom z prawidłowo wykonaną termoizolacją ścian, dachu i podłogi od gruntu spełnia ten warunek. **Istotne jest, szczególnie dla podłogi na gruncie, żeby strumień ciepła skierowany od rur grzejnych ku górze był wielokrotnie większy niż strumień ciepła w dół. Prawidłowe relacje tych strumieni to 90% do 10%.** Oznacza to, że opór cieplny warstwy jastrychu, przykrywającej rury grzejne, powinien być wielokrotnie mniejszy niż opór cieplny warstw podłogowych leżących pod rurami grzejnymi. Po prostu, pod rurami powinna być odpowiednio gruba warstwa izolacji cieplnej – styropianu. Co najmniej 8 cm, a lepiej 10–15 cm dla podłogi na gruncie, ok. 6 cm dla podłogi na stropie nad pomieszczeniem nieogrzewanym, 3–5 cm dla podłogi na stropie nad pomieszczeniem ogrzewanym. W układzie warstw podłogi istotną rolę spełnia izolacja przeciwwilgociowa (folia polietylenowa o grubości 0,2 mm), która chroni warstwę izolacji termicznej (styropianu) przed zawilgoceniem z góry. W przypadku podłogi na gruncie lub nad pomieszczeniem „mokrym” (np. pralnia, łazienka), należy dać folię również od spodu, aby chronić termoizolację od zawilgoceńia z dołu. **To ważne, gdyż zawilgocony styropian utraciłby właściwości termoizolacyjne,** a mimo słabej jego nasiąkliwości przy długotrwałym oddziaływaniu wody doszłoby do zawilgoceńia. Trzeba też zadbać, aby nie powstały mostki cieplne w warstwie termoizolacji, czyli między płytami styropianu nie mogą występować szczeliny. Najlepiej układać dwie warstwy płyt styropianowych na „mijanę”. Dodajmy, że izolacja termiczna pełni również funkcję izolacji akustycznej. Zwykle stosuje się płyty styropianowe o gęstości 20 kg/m³ dla technologii mokrej i 30 kg/m³ dla technologii suchej. Pojęcie technologii mokrej i suchej dotyczy sposobu wykonania jastrychu. Dla jastrychu mokrego jest to wylewka o grubości 65 mm (minimum

45 mm nad rurami). Dla jastrychu suchego są to dwie warstwy płyt gipsowo-włóknowych (ułożonych na „mijanę”) o łącznej grubości 25 mm. Jastrych mokry wylewa się w postaci zaprawy cementowej z dodatkiem plastyfikatora lub zaprawy anhydrytowej (nie nadaje się do pomieszczeń wilgotnych – łazienki, baseny). Stosuje się też gotowe mieszanki samopoziomujące na bazie cementu lub anhydrytu, ale jest to rozwiązanie drogie. O wyborze jastrychu mokre-

Im niższa jest temperatura pracy źródła górnego, tym większa jest sprawność pompy ciepła

go lub suchego może przesądzić różnica grubości (suchy jest cieńszy o 20 mm) albo wymagane tempo prac. Po jastrychu suchym można chodzić natychmiast po ułożeniu, a jastrych cementowy wymaga 21 dni schnięcia i wiązania, dla anhydrytowego ten czas wynosi 7 dni. Nie zapomnijmy przed wylaniem jastrychu napełnić rur wodą pod ciśnieniem 0,3–0,4 MPa. Jastrych cementowy nie wymaga zasadniczo zbrojenia, jeżeli jednak wykładziną podłogową mają być płytki ceramiczne lub kamienne, to w górnej warstwie jastrychu (pod wykładziną) stosuje się zbrojącą siatkę (druć 3 mm, oczka 10×10 cm) dla przejścia naprężeń rozciągających. Zbrojenie powinno być przewidziane w obszarze dylatacji jastrychu.

Aby ciepło „szło” w podłogówce do góry, a nie w dół, trzeba też zadbać o dobrą przewodność cieplną wykładziny podłogowej.

Ponieważ nie ma sensu grzanie podłóg pod ciężkimi meblami, to często doradza się zaplanowanie rozkładu rur podłogówki z ominięciem miejsc przykrytych takimi meblami. Lepiej jednak nie ustalać rozkładu mebli „na całe życie” (chyba że dotyczy to kuchni), a więc rozłożyć rury pod całą podłogą i kupować meble na nóżkach.

Oszczędność energii. Ciepła podłoga podnosi komfort na tyle, że można obniżyć temperaturę powietrza w ogrzewanym pomieszczeniu nawet o 2°C, a to z kolei przynosi oszczędności w zużyciu energii, dochodzące nawet do 12% rocznie.

Większa wilgotność. Dzięki niższej temperaturze powietrza w ogrzewanym pomieszczeniu, wyższa jest jego wilgotność względna, dzięki czemu lepsze jest samopoczucie osób przebywających w tym pomieszczeniu.

Dom musi być dobrze ocieplony. Ogrzewanie podłogowe może dobrze funkcjonować tylko w pomieszczeniach o małych stratach ciepła, gdyż temperatura podłogi nie może być wysoka. Nie może być wyższa niż 26°C – tylko w strefach przyściennych i w łazienkach dopuszczalne jest do 30°C. Tak więc dom o dużych stratach ciepła nie da się wystarczająco ogrzać wyłącznie za pomocą ogrzewania podłogowego.

Duża bezwładność cieplna. Warstwy konstrukcyjne podłogi akumulują ciepło, a czas ich nagrzewania i stygnięcia jest długi. Dlatego takim ogrzewaniem trudniej jest sterować. W przypadku ogrzewania pompą ciepła duża bezwładność cieplna jest korzystna, gdyż bez zbiornika buforowego można „magazynować” w jastrychu energię cieplną **podczas tańszej taryfy zasilania elektrycznego.**

Gdy nastąpi awaria – trzeba skuć fragmenty podłogi, a następnie – po naprawie – wypełnić je betonem.

Z uwagi na technologię prac (schnięcie betonu przed ponownym ułożeniem warstwy

wykończeniowej) trzeba się liczyć z kilkutygodniowym wyłączeniem pomieszczenia z użytkowania. Prawdopodobieństwo uszkodzenia rur jest jednak znikomo małe.

Bez puszystych dywanów. Ogrzewanie podłogowe nakłada pewne ograniczenia w stosowaniu wykładzin podłogowych. Preferowane są materiały dobrze przewodzące ciepło – ceramika, kamień. Można stosować cienki parkiet, a nawet specjalne wykładziny dywanowe, ale trzeba pamiętać o puszystych wełnianych dywanach, cenionych przecież za doskonałe właściwości termoizolacyjne – absolutnie niepożądane w tym przypadku.

Trochę drożej. Koszt inwestycyjny instalacji podłogowej (100–150 zł/m²) jest 30–40% wyższy niż instalacji grzejnikowej.

Jakie rury? Stosuje się wielowarstwowe rury PE, koniecznie z warstwą antydyfuzyjną (Al), aby ograniczyć rozszerzalność cieplną i przenikanie tlenu do wody. Średnice zewnętrzne rur są zwykle w standardzie 16 mm lub 20 mm (ewentualnie 19 mm) przy grubości ścianki ok. 2 mm.



foto: Purmo

Przyjmuje się, że przewodność cieplna wykładziny nie powinna być mniejsza niż $10 \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$. Ten warunek spełniają:

- ceramika i kamień
- wykładziny z tworzyw sztucznych
- parkiet o grubości do 10 mm
- wykładzina dywanowa o grubości do 10 mm.

Zapomnijmy więc o puszystych dywanach, których funkcję fizyczną (termoizolacja) przejmują styropian pod rurami grzejnymi. **Wszystko, co jest nad rurami grzejnymi, ma jak najlepiej przewodzić ciepło.** Dotyczy to jastrychu, wykładziny i warstwy między jastrychem a wykładziną – kleju lub zaprawy. Z tego powodu nie zaleca się układania parkietu w formie podłogi pływającej z warstwą podkładową z tektury falistej. Przy zastosowaniu parkietu konieczne jest pozostawienie przy ścianach pomieszczenia fug o szerokości minimum 15 mm, wypełnionych materiałem trwale plastycznym, odpornym na działanie podwyższonej temperatury. W okresach, gdy ogrzewanie pomieszczenia jest wyłączone, chłodny parkiet chłonie wilgoć i drewno pęcznieje, zatem podłoga się rozszerza.

Pamiętajmy, aby wykładziny układać dopiero po wstępnym narzaniu jastrychu.

Zapewnić komfort cieplny

Często jest tak, że instalację pompy ciepła i ogrzewanie podłogowe robią dwie różne firmy. Nawet jeśli jedna firma przyjmuje zlecenie na całość robót, to zwykle wykonanie podłogówki podlega innej firmie, która może mieć nawyki projektowe i wykonawcze wynikające z jej codziennej praktyki układania instalacji podłogówki współpracującej z kotłem. Wprawdzie do obliczeń projektowych można stosować specjalne programy, ale w praktyce fachowcy podejmują wiele decyzji z głowy, na podstawie posiadanego doświadczenia. Warto zatem przedyskutować z fachowcami tak istotny parametr jak maksymalna temperatura wody w rurach. Z kotła jest to ponad 40°C (dopuszczalna wynosi 55°C). Oczywiście, pompa ciepła też może grzać wodę do temperatury ponad 40°C , ale najniższe koszty eksploatacyjne osiągniemy dla punktu pracy ok. 30°C . Stąd wynikają pewne różnice w warunkach pracy podłogówki. W przypadku zasilania wodą o temperaturze ponad 40°C można założyć spadek temperatury 10 K między zasilaniem i powrotem. Dla zasilania wodą o temperaturze 30°C spadek temperatury między zasilaniem i powrotem może wynosić co najwyżej 5 K. Przy dwukrotnie mniejszym spadku temperatury, dla pobrania z wody tej samej ilości ciepła trzeba dwa razy więcej wody, czyli prędkość przepływu wody w przewodach grzejnych musi być dwa razy większa (w normach podłogówki przyjmuje się 0,1–0,6 m/s). Większa prędkość przepływu wody oznacza większy spadek ciśnienia i trudniejsze warunki pracy pompy obiegowej. Aby temu przeciwdziałać lepiej wybrać większą średnicę rury (lepiej 20 mm niż 16 mm) i stosować mniejsze niż norma pozwala długości pętli grzewczych (poniżej 100 m).

Dla komfortu cieplnego liczy się nie tylko sumaryczna ilość energii cieplnej oddawanej do pomieszczenia, ale również równomierność ogrzewania całego pomieszczenia. Oznacza to, że w obszarach intensywniej wychładzanych, czyli przy oknach i w ogóle przy ścianach zewnętrznych, rury układa się zwykle gęściej. Odstęp między rurami mogą wynosić od 10 cm do 30 cm. Minimalny rozstaw rur 10 cm wynika stąd, iż dalsze jego zmniejszenie dałoby nieznaczny tylko wzrost wydajności cieplnej przy nieuzasadnionym ekonomicznie wzroście długości rur. Z kolei ograniczenie rozsta-



Każdy obwód grzejny ma swój początek i koniec w rozdzielaczu: czerwone – końcówki zasilające, niebieskie – końcówki powrotne

wu maksymalnego do 30 cm jest podyktowane tym, że przy jeszcze większym rozstawie będziemy wyczuwać stopami miejsca cieplejsze i zimniejsze, co nie byłoby przyjemne. Stosuje się dwa podstawowe układy rur: meandrowy i spiralny (ślimakowy). Przy układzie meandrowym ciepła woda wpływa od strony ściany zewnętrznej (od okna), a następnie ulega schłodzeniu w miarę oddalania się od tej ściany. Zatem temperatura podłogi jest najwyższa przy oknie i liniowo spada w miarę oddalania się od niego. W układzie spiralnym rozkład temperatury jest równomierny na całej powierzchni ogrzewanej podłogi, gdyż wzajemnie przeplatają się odcinki rur cieplejsze (zasilające) i chłodniejsze (powrotne). Można też stosować kombinację obu układów, np. meander w strefie przyokiennej i spiralę na pozostałej części podłogi. Jest oczywiste, że nie ma sensu układanie rur w obszarach podłogi zabudowanych na stałe szafkami kuchennymi czy przyborami sanitarnymi – natrysk, wanna. W pomieszczeniach o bardzo dużych powierzchniach podłogi stosuje się dylatacje jastrychu, dzieląc podłogę na obszary o powierzchni nie większej niż 40 m^2 . Wężownicę grzejną należy tak prowadzić, aby rury jak najrzadziej krzyżowały się z dylatacją.

Regulacja temperatury

Cały system ogrzewania domu pompą ciepła ma możliwość regulacji pogodowej i zegarowej. Oprócz tego można stosować regulację miejscową dla poszczególnych pomieszczeń, a ściślej mówiąc dla poszczególnych obwodów (pętli) wężownicy grzejnej. Każda pętla wężownicy jest podłączona do rozdzielacza poprzez dwa zawory – zasilający i powrotny. Przy zaworach znajdują się też końcówki (osobno na zasilaniu i powrocie) umożliwiające napełnianie i opróżnianie, jak również odpowietrzanie pętli grzewczych. Zaworami zasilająco-odcinającymi można wyregulować różne szybkości przepływu ciepłej wody dla poszczególnych pętli grzewczych. W bardziej rozbudowanych wersjach rozdzielaczy kolektor powrotny może być

DOM Z POMPĄ CIEPŁĄ

W naszym rocznym cyklu poradnikowym dotychczas opublikowaliśmy 3 artykuły:

- BD1–2/09 Dlaczego pompa ciepła – Europa i Polska w liczbach
- BD3/09 Wybór dolnego źródła. Najważniejsza decyzja
- BD4/09 Źródło górne – jakie wybrać?

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

- 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

wyposażony w zawory odcinające z wkładkami termostatycznymi i siłownikami. Żądaną temperaturę ustawia się na termostacie. Jeżeli spada ona poniżej nastawionej wartości, załącza się przekaznik przekazujący sygnał sterujący do siłownika zaworu celem jego otwarcia. Termostat może mieć wbudowaną funkcję obniżenia temperatury na noc (np. o 2°C). Można też stosować termostat zegarowy, umożliwiający programowanie temperatury w pomieszczeniu przez siedem dni w tygodniu. Przy takich wspaniałych możliwościach regulacji rodzi się pokusa, żeby podporządkować sterowanie ogrzewaniem podłogowym systemowi inteligentnego budynku, podłączyć komputer itd., itp. Jednak rozsądek podpowiada, żeby nie przesadzać z regulacją w funkcji czasu (zegarową itp.), gdyż z istoty rzeczy ogrzewanie podłogowe słabo nadaje się do tego rodzaju automatyki, wszak masywny jastrych betonowy (te uwagi w mniejszym stopniu dotyczą jastrychu suchego) ma wielką bezwładność cieplną. Zatem reakcja podłogi na komendy regulacyjne zachodzi z wielogodzinną stałą czasową.

Nie tylko podłógówka

Skupiliśmy uwagę na ogrzewaniu wodnym podłogowym o możliwie najniższej temperaturze pracy (~30°C), gdyż jest to rozwiązanie gwarantujące najniższe koszty eksploatacji. Znamy domy o powierzchni ok. 200 m², w których koszty ogrzewania pompą ciepła z podłógówką nie przekraczają 1000 zł za sezon grzewczy. Jeśli zastosujemy grzejniki zamiast podłógówki (oczywiście, panelowe na niską temperaturę pracy, czyli od 50 do 60°C), to sprawność COP pompy ciepła spadnie proporcjonalnie do wzrostu $DT = T_g - T_d$. Na przykład dla systemu z dwiema studniami ($T_d \gg 10^\circ\text{C}$), sprawność COP zmniejszy się ok. dwukrotnie, co może oznaczać wzrost kosztów ogrzewania domu 150–200 m² o kwotę ok. 1000 zł/sezon. Są to oszacowania bardzo zgrubne, ale dające pojęcie o skali problemu dla budżetu domowego. Jeśli nasz budżet pozwala na taki wzrost kosztów ogrzewania i nie przeszkadzają nam wielkie kaloryfery (muszą mieć spore rozmiary, by skutecznie ogrzewały przy względnie niskiej temperaturze pracy), a ponadto kochamy puszysty dywan, to wybierzmy instalację z grzejnikami zamiast podłógówki. Szczególnym problemem jest ogrzewanie łazienki, gdzie temperatura powinna być o kilka stopni wyższa niż w pozostałych pomieszczeniach. Podniesienie temperatury pracy wodnej podłógówki o 5–6°C oznaczałoby wzrost kosztów eksploatacji całego systemu

PYTANIE DO EKSPERTA

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



Ryszard Biernacki
firma Vaillant

Do poprawnej pracy pompy ciepła konieczne jest precyzyjne zaprojektowanie i wykonanie współpracujących z urządzeniem instalacji dolnego źródła oraz grzewczej. Instalacje te w sposób kluczowy wpływają na efektywność pracy całego układu.

Wykonanie instalacji wewnętrznej nie powinno nastęcać większych problemów doświadczonemu instalatorowi. Zwrócić należy uwagę przede wszystkim na zachowanie możliwie niskiego parametru na zasilaniu instalacji – każde 5 K mniej może przynieść potencjalne oszczędności nawet do 20% w skali sezonu grzewczego. Preferować powinniśmy ogrzewanie płaszczyznowe (podłogowe, ściennie) lub niskotemperaturowe ogrzewanie grzejnikowe.

Zdecydowanie więcej możliwych problemów możemy napotkać podczas projektowania i wykonywania dolnego źródła. Najprostszym z wariantów jest układ, kiedy pompa ciepła wykorzystuje energię z powietrza zewnętrznego. Układ nie jest niestety pozbawiony wad, z których najważniejszą jest konieczność zaprojektowania dodatkowego szczytowego źródła ciepła w okresie zimowym. Sondy pionowe to rozwiązanie niewymagające dużej przestrzeni oraz gwarantujące bardzo dobre parametry pracy. Ich wadą są wysokie koszty wykonania. Kolektor poziomy jest z kolei sporo tańszy, ale niestety mniej efektywny, a możliwość jego zastosowania ogranicza duża wymagana powierzchnia wolnej działki. Bardzo ciekawy wydaje się być układ „woda-woda”, ale tutaj z kolei musimy trafić na sprzyjające warunki hydrogeologiczne oraz zabezpieczyć samo urządzenie przed negatywnym wpływem wody (pośredni wymiennik).

Mając do dyspozycji kilka możliwych wariantów, powinniśmy szukać kompromisu pomiędzy ceną a efektywnością w czasie późniejszej wieloletniej eksploatacji. Dobrze wykonane dolne źródło to gwarancja niskich kosztów ogrzewania i bezproblemowa praca na wiele lat. Reasumując, inwestor powinien skontaktować się z wyspecjalizowanym doradcą technicznym lub doświadczonym w tym temacie instalatorem, aby na możliwie wczesnym etapie inwestycji wybrać optymalne dla siebie rozwiązanie.

ogrzewania pompą ciepła o ok. 20%. To już lepiej zastosować lokalne dogrzewanie łazienki termowentylatorkiem włączanym tylko na czas jej używania. Niektórzy decydują się też na zastosowanie w łazience zamiast wodnego ogrzewania podłogowego innego ogrzewania podłogowego – elektrycznego. Ponieważ dotyczy to tylko niewielkiej części powierzchni domu, to wzrost kosztów ogrzewania całego domu nie będzie znaczący, a komfort użytkowania łazienki jest najwyższy z możliwych. Poza ogrzewaniem wodnym podłogowym, do współpracy z pompą ciepła doskonale nadają się też inne instalacje niskotemperaturowego ogrzewania płaszczyznowego – ściennie lub sufitowe. Jednak w domach jednorodzinnych są to rozwiązania mało popularne. ▣