# INSTALACJE Z POMPAMI CIEPŁĄ W PRAKTYCE – METODY ZWIĘKSZENIA WSPÓŁCZYNNIKA WYDAJNOŚCI

## Zapytania z rynku, czyli o rozwiązaniach tych właściwych i niewłaściwych

Fot. Vaillant

STEFAN ŻUCHOWSKI

W ostatnich latach liczba pomp ciepła montowanych w Polsce przyrasta w bardzo szybkim tempie. Z jednej strony oznacza to znaczną poprawę komfortu użytkowania instalacji oraz wykorzystanie energii odnawialnej i redukcję emisji zanieczyszczeń, z drugiej strony przekonanie inwestorów o niskich kosztach eksploatacji sprawia, że coraz częściej stosowane są rozwiązania, które powodują spadek współczynnika wydajności pompy ciepła. W związku z tym już na etapie doboru i konfiguracji instalacji warto zadbać o optymalne wykorzystanie dostępnych możliwości. Często niezbędne jest zaproponowanie rozwiązań alternatywnych, a czasami wręcz odmowa wykonania instalacji wg nieracjonalnych założeń. W niniejszym artykule zebrano kilka przykładów rozwiązań, które powodowały lub mogłyby powodować spadek współczynnika wydajności pompy ciepła oraz proponowane rozwiązania alternatywne.

### 1. BRAK WYKORZYSTANIA ZRÓŻNICOWANYCH POTRZEB POSZCZEGÓLNYCH CZĘŚCI INSTALACJI

Coraz częściej spotykamy się zapytaniami dotyczącymi obiektów wyposażonych w obiegi grzewcze o zróżnicowanych parametrach.
Jednym z przykładów jest projektowany dom o powierzchni około 500 m$^2$ z planowanym, całorocznym basenem wewnętrznym. Początkowo planowano zastosowanie jednego źródła ciepła (rys. 1a), by zasilić instalację podłogową w budynku mieszkalnym oraz basenowy wymiennik ciepła i nagrzewnicę powietrza w centrali wentylacyjnej. Instalacja podłogowa została zaprojektowana na temperaturę zasilania 35°C, a wymiennik basenowy i nagrzewnica powietrza na 55°C. W takiej sytuacji pompa ciepła musiałaby przez cały rok utrzymywać wysoką temperaturę w zbiorniku buforowym. Sezonowy współczynnik wydajności pompy ciepła byłby względnie niski i wynosił około 3.
Po przeanalizowaniu sytuacji zastosowano system rozdzielony (rys. 1b), w którym jedna pompa ciepła zasila instalację podłogową w budynku mieszkalnym, a więc obieg niskotemperaturowy. Druga zaś zasila wyłącznie odbiorniki o wyższej temperaturze zasilania, czyli basenowy wymiennik ciepła, nagrzewnicę powietrza i pojemnościowy podgrzewacz wody. Obie pompy ciepła współpracują z wspólną instalacją dolnego źródła. Dzięki temu w okresie letnim instalacja podłogowa w budynku mieszkalnym pracuje w trybie chłodzenia pasywnego, a ciepło odprowadzone do instalacji dolnego źródła jest wykorzystywane przez pompę ciepła zasilającą basen. Finalnie współczynnik wydajności całej instalacji jest znacznie wyższy niż początkowo planowano.
Innym przykładem są kompleksy biurowo-magazynowe. Bardzo często w budynku biurowym projektowana jest instalacja ogrzewania podłogowego, a w magazynie w nagrzewnice powietrza. Tu również warto rozdzielić instalację na część pracującą z niską temperaturą zasilania, a pozostałą część instalacji zasilić z osobnej pompy ciepła lub innego źródła ciepła, np. kotła zasilanego gazem płynnym. Dotyczy to w szczególności obiektów, w których utrzymywana jest niska temperatura wewnętrzna i czas pracy systemu grzewczego jest bardzo krótki.

### 2. WIELOGODZINNE UTRZYMYWANIE WYSOKIEJ TEMPERATURY ZBIORNIKA BUFOROWEGO W TRAKCIE OBOWIĄZYWANIA NIŻSZEJ CENY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Część użytkowników pomp ciepła korzystających z taryf wielostrefowych dla energii elektrycznej chce w maksymalnym stopniu wykorzystać tańszą energię. Bywa, że poprzez nieumiejętną obsługę powodują znaczny spadek współczynnika wydajności. Dotyczy to w szczególności instalacji ze zbiornikiem buforowym. Użytkownik myśląc o wykorzystaniu taryfy wielostrefowej, stosuje zbiornik buforowy o nieco większej niż zwykle pojemności, np. rzędu 300-500 l myśląc, iż pozwoli to zakumulować znaczne ilości

**POBIERZ Rys. 1a**
**Schemat planowany**

**POBIERZ Rys. 1b**
**Schemat zmodernizowany**

REKLAMA

Stwórzmy razem ciepłe Święta

Vaillant Komfort w moim domu

energii (rys. 2). Jedyna możliwość zmagazynowania energii to podgrzanie zbiornika do temperatury wyższej od aktualnej wymaganej dla instalacji. W związku z tym zdarza się, że użytkownicy ustawiają automatykę tak, by w godzinach obowiązywania wyższej ceny energii elektrycznej pompa ciepła pracowała wg aktualnej temperatury zadanej. W godzinach zaś obowiązywania niższej ceny energii ustawiają stałą, wyższą temperaturę zadana dla zbiornika buforowego, np. 50°C. Intencją użytkowników jest to, by zbiornik buforowy został podgrzany w trakcie obowiązywania niższej ceny prądu i rozładowany w kolejnych godzinach. W ten sposób planują zredukować czas pracy pompy ciepła w trakcie obowiązywania wyższych cen energii elektrycznej. Efekty przyjętego sposobu eksploatacji, tzn. wielogodzinna praca pompy ciepła z wysoką temperaturą są znacznie gorsze od spodziewanych. Planowane oszczędności z tytułu wykorzystania taryfy G12 czy G13 będą niższe od spodziewanych.

**Jak usprawnić tego typu układ?**

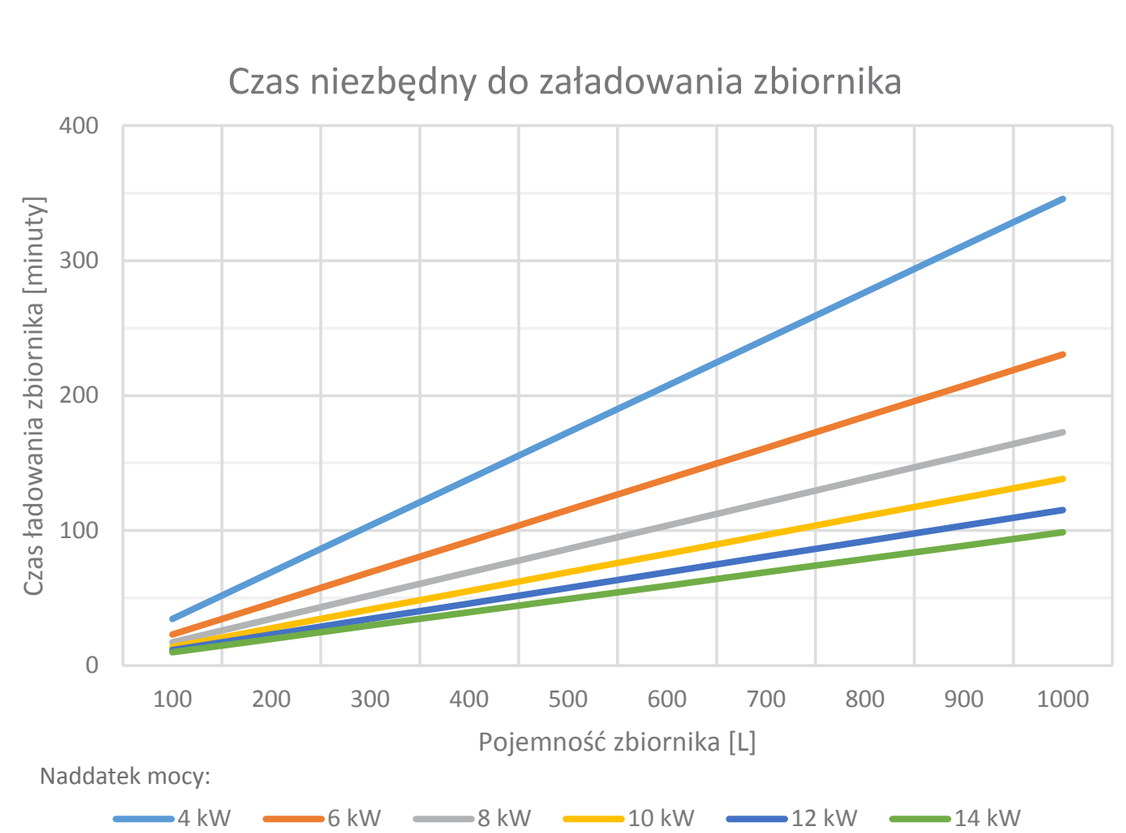
**a. Zredukować czas przegrzewania zbiornika buforowego do wyższej temperatury (patrz tabela i wykres).**
Należy zacząć od tego, że podniesienie temperatury zbiornika buforowego powyżej zadanej temperatury zasilania instalacji podłogowej jest możliwe tylko wtedy, gdy moc pompy ciepła jest wyższa od aktualnych potrzeb instalacji. Jeśli pompa ciepła jest optymalnie dobrana do instalacji, wówczas zauważalną nadwyżką mocy dysponuje tylko wtedy, gdy temperatura zewnętrzna jest wyraźnie wyższa od temperatury projektowej. Przyjmijmy, że dla 0°C na zewnątrz pompa ciepła dysponuje mocą o 5 kW wyższą od aktualnych potrzeb budynku, a aktualna temperatura zasilania instalacji wynosi 30°C. W takim przypadku podgrzanie zbiornika o pojemności 500 l od 30 do 50°C wymaga dostarczenia około 11 kWh energii i z mocą 5 kW trwa niewiele ponad dwie godziny. Nie warto zatem ustawiać wysokiej wymaganej temperatury bufora już od godziny 22.00. Wystarczy, by rozgrzewanie zbiornika rozpoczęło się na 2-3 godziny przed końcem okresu obowiązywania niższej ceny energii, np. od 4.00 do 6.00. Dzięki temu czas pracy pompy ciepła z wysoką temperaturą, a przez to niską sprawnością zostaje zredukowany z 8 do zaledwie 2-3 godzin.

**b. Nie stosować zbiornika buforowego, a wykorzystać instalację podłogową w roli magazynu energii.**
W tym celu wystarczy, np. na dwie godziny przed zakończeniem obowiązywania niższej ceny energii elektrycznej zaprogramować niewielki wzrost zadanej temperatury pokojowej, np. o 1-2°C. Spowoduje to wzrost zadanej temperatury pracy pompy ciepła, np. z 26 do 29°C. Współczynnik wydajności obniży się nieznacznie, a pompa ciepła będzie w stanie prze dwie godziny magazynować energię w instalacji podłogowej. W ciągu następnych kilku godzin pompa ciepła nie będzie pracowała, a przez to zużycie droższej energii elektrycznej spadnie.

**POBIERZ Rys. 2**
**Przykład układu z pompą ciepła 1 i zbiornikiem buforowym 2**

REKLAMA

| Pojemność zbiornika [l] | Czas nagrzewania zbiornika w zależności od dostępnej nadwyżki mocy [min.] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 kW | 6 kW | 8 kW | 10 kW | 12 kW | 14 kW |
| 100 l | 35 | 23 | 17 | 14 | 12 | 10 |
| 200 | 69 | 46 | 35 | 28 | 23 | 20 |
| 300 | 104 | 69 | 52 | 41 | 35 | 30 |
| 400 | 138 | 92 | 69 | 55 | 46 | 40 |
| 500 | 173 | 115 | 86 | 69 | 58 | 49 |
| 600 | 207 | 138 | 104 | 83 | 69 | 59 |
| 700 | 242 | 161 | 121 | 97 | 81 | 69 |
| 800 | 277 | 184 | 138 | 111 | 92 | 79 |
| 900 | 311 | 207 | 156 | 124 | 104 | 89 |
| 1000 | 346 | 230 | 173 | 138 | 115 | 99 |




Wykres: czas podgrzewania zbiornika buforowego od 30 do 50°C w zależności od pojemności zbiornika i dostępnego naddatku mocy pompy ciepła.

### 3. NIEUZASADNIONA PRACA POMPY CIEPŁA W STAŁEJ TEMPERATURZE ZASILANIA. BRAK WYKORZYSTANIA MOŻLIWOŚCI REGULACJI POGODOWEJ

Stosując instalację ogrzewania podłogowego, coraz częściej inwestorzy planują wyposażyć cały budynek w miejscową regulację temperatury w postaci termostatów i elektrozaworów. To rozwiązanie uzasadnione szczególnie w budynku, w którym okresowo występują intensywne, miejscowe zyski ciepła. Termostaty w poszczególnych pomieszczeniach stanowią czasami również element systemu inteligentnego budynku.
Takie rozwiązanie pozwala w wygodny sposób dostosować temperaturę w poszczególnych pomieszczeniach do aktualnych potrzeb i sposobu wykorzystania. Jednocześnie chcąc uzyskać szybką reakcję instalacji po zadziałaniu termostatu, użytkownicy ustawiają stałą, wysoką temperaturę zasilania. Powoduje to niepotrzebny spadek współczynnika wydajności pompy ciepła. W jednej z instalacji sezonowy współczynnik wydajności z gruntową pompą ciepła i instalacją płaszczyznową osiągnął zaledwie nieco ponad 3,5. Powodem było ustawienie stałej, wysokiej temperatury zasilania na poziomie 45°C.
W instalacji z pompą ciepła powietrze-woda współczynnik ten wyniósł zaledwie 2,5, ponieważ użytkownik eksploatował instalację w sposób zbliżony do sposobu eksploatacji kotła węglowego, który w poprzednim sezonie był jedynym źródłem ciepła.
Użytkownik ustawił minimalną temperaturę zasilania na 50°C, zaś do regulacji temperatury w pomieszczeniach, podobnie jak w przeszłości, wykorzystywane były głowice termostatyczne przy grzejnikach.

**Proponowane rozwiązania:**

- wykorzystanie regulacji pogodowej,
- redukcja minimalnej temperatury zasilania stosowanie do potrzeb instalacji.

### 4. NIEODPOWIEDNIE PODŁĄCZENIE POMPY CIEPŁA DO ISTNIEJĄCEGO ZBIORNIKA BUFOROWEGO TYPU ZBIORNIK W ZBIORNIKU (rys. 3a)

W wielu instalacjach z kotłami węglowymi zastosowano w przeszłości zbiornik buforowy ze znajdującym się w górnej części zasobnikiem ciepłej wody. Było to proste i korzystne rozwiązanie do współpracy z urządzeniem stałopalnym. Kocioł pracuje wówczas ze stałą, wysoką temperatura.
Pozwala to na podgrzanie c.w.u. oraz zmagazynowanie energii na potrzeby ogrzewania. Pojemność zbiornika zapewnia również wydłużenie pracy palnika kotła.
Dokonując modernizacji instalacji i wymiany kotła na pompę ciepła, inwestorzy dążą czasami do redukcji zakresu prac i planują jedynie usunięcie kotła i podłączenie pompy ciepła do rur, którymi kocioł zasilał zbiornik buforowy. Nie jest to racjonalne rozwiązanie, ponieważ wymagałoby pracy pompy ciepła ze stałą, wysoką temperaturą. Spowodowałoby to drastyczny spadek współczynnika wydajności, nawet do wartości zaledwie 2-2,5.
Czasami użytkownicy decydują się na tego typu rozwiązanie, stosując jednocześnie instalację fotowoltaiczną, zakładając, że będą dysponowali znaczną nadwyżką energii elektrycznej i eksploatacja pompy ciepła będzie wręcz darmowa. W ten sposób dochodzi do marnowania energii, a koszty eksploatacji są znacznie wyższe od oczekiwanych przez użytkowników.

**POBIERZ Rys 3a**
**Niepoprawny sposób połączenia jednostki wewnętrznej pompy ciepła 1 ze zbiornikiem buforowym typu zbiornik w zbiorniku 2**

**POBIERZ Rys 3b**
**Możliwe rozwiązanie w przypadku zbiornika buforowego o pojemności co najmniej 500 l wyposażonego w odpowiednią liczbę i układ króćców**

### Proponowane rozwiązanie

Aby uzyskać znacznie lepsze efekty pracy pompy ciepła można zastosować jedno z dwóch rozwiązań:

**a. W przypadku zbiornika buforowego o dużej pojemności** można zastosować zawór przełączający oraz zasilić instalację grzewczą ze środkowej strefy zbiornika buforowego (rys. 3b). Dzięki temu zbiornik buforowy zostaje podzielony na dwie strefy: górną o wyższej temperaturze, przeznaczoną na magazynowanie energii na potrzeby c.w.u. oraz dolną o niższej temperaturze pośredniczącą w trakcie zasilania instalacji grzewczej. Finalnie pompa ciepła pracuje z wysoką temperaturą wyłącznie w trakcie zasilania górnej strefy zbiornika buforowego. Zasilając zaś dolną strefę, pompa ciepła pracuje z niższą temperaturą, a więc ze znacznie wyższą efektywnością.

**b. W przypadku zbiornika o względnie małej pojemności np. 300 l i występującej w budynku instalacji podłogowej** istniejący zbiornik buforowy można wykorzystać w całości do magazynowania energii na potrzeby c.w.u., a instalację podłogową zasilić bezpośrednio z pompy ciepła.

### 5. OGRZEWANIE PODJAZDU, ...PRÓBA OGRZEWANIA PODJAZDU

Stosując pompę ciepła, wiele osób zakłada, iż koszty eksploatacji instalacji grzewczej będą bardzo niskie. W związku z tym planują wykorzystanie pompy ciepła również do zasilania nietypowych odbiorników ciepła. Przykładowo zdarzają się przypadki wykonania instalacji ogrzewania płaszczyznowego w strukturze podjazdu do garażu i zasilenie jej z pompy ciepła. W praktyce okazuje się, że zużycie energii podczas eksploatacji instalacji antyoblodzeniowej jest bardzo wysokie. Moc wymagana dla skutecznego zapobiegania zamarzaniu wody i zaleganiu śniegu może wynosić nawet 300 W/m$^2$. Oznacza to, że zasilenie podjazdu o powierzchni 50 m$^2$ wymaga dodatkowej mocy 15 kW! W trakcie mrozów zużycie energii będzie bardzo wysokie, a moc pompy ciepła nie wystarczy na równoległe ogrzewanie domu i rozgrzewanie podjazdu.

**Powyższe przykłady wskazują na to, iż podczas doboru, ale także montażu i uruchomienia instalacji z pompą ciepła niezmiernie ważne jest zwrócenie uwagi użytkowników na właściwą konfigurację i eksploatację systemu, wykorzystanie regulacji pogodowej oraz odpowiedniego pochylenia krzywej grzewczej. Dzięki temu roczne koszty eksploatacji mogą być nawet o 20-50 % niższe.**

REKLAMA