

# Praktyczne podejście do instalacji z pompą ciepła

Przychodzi klient do wykonawcy i pyta: ile kosztuje pompa ciepła, jaki rabat dostanie i czemu tak drogo?

Znamy to wszyscy. Na szczęście dla instalatorów, z doбором pompy ciepła nie jest tak prosto jak z kociołkami gazowymi, sprzedawanymi w większości przypadków przez niewykwalifikowanych handlowców lub poprzez sklepy internetowe czy portale aukcyjne. „Wieszaki” wybaczą wiele błędów popełnianych przez domorostych instalatorów czy sprzedawców rozliczanych przez swoich szefów z podsumowania arkusza excelowskiego na koniec miesiąca - i tak naprawdę nie ma się czemu dziwić. Sprzedawca jest od tego, żeby sprzedawał - za to mu płacą. Klient z kolei szuka okazji, gdzie może kupić tanio i bardzo często ponosi tego konsekwencje, płacąc za koszt eksploatacji nieprawidłowo

skonfigurowanej przez pseudofachowców kotłowni... Ale do rzeczy - przyjmuję założenie, że każdy z czytających ma w domu łódkę i zasady funkcjonowania pompy ciepła nie będziemy omawiać. Tak naprawdę, do prawidłowego zainstalowania pompy ciepła nie trzeba dokładnie wiedzieć „jak to działa” - można przyjąć jako prawdę objawioną informację, że pompa ciepła grzeje i przejść nad tym do porządku dziennego. Pompa ciepła, może także chłodzić... Osoby bardziej zainteresowane tematem odsyłam do publikacji książkowych związanych z budową i pracą pomp ciepła.

## Dobór pompy ciepła

Aby prawidłowo dobrać klientowi PC, musimy ustalić zapotrzebowanie obiektu budowlanego na ciepło. W praktyce, dobór pompy ciepła zajmuje wprawnej osobie ok. 4 - 5 godzin pracy wraz z przygotowaniem oferty. Zakładam, że

zajmujemy się doбором pompy ciepła dla odbiorcy indywidualnego, budującego dom jednorodzinny. Na wstępie należy przeprowadzić z klientem wywiad - wypytać go o wiele spraw związanych z planowaną inwestycją. Trzymamy się zasady przechodzenia od ogółu do szczegółu aż do selekcjonowania uzyskanych odpowiedzi i zadawania kolejnych pytań wykorzystujemy wiedzę niezjącego już Greka - Euclidesa i jego algorytm :). Zaczynamy od ustalenia z Klientem, na jakim etapie budowy jest planowana przez niego inwestycja :

1. projektowym,
2. stanu surowego otwartego / zamkniętego,
3. czy są wykonane instalacje wodne, kanalizacyjne i grzewcze,
4. czy też jest to istniejąca i funkcjonująca obiekt.

W kolejnym etapie musimy ustalić warunki wietrzności i gruntowo-wodne. Powinniśmy się dowiedzieć czy obiekt naszego klienta „stoi” w szczerym polu, czy w lesie, na górze czy w dolinie - tzn. czy jest osłonięty od wiatru, czy też narażony na niekorzystny wpływ silnie wiejących wiatrów i wychładzanie. Warunki gruntowo-wodne potrzebne nam są do ustalenia sposobu pozyskania energii z dolnego źródła. Powinniśmy również wiedzieć, jak dużym terenem wokół budynku dysponujemy i w jaki sposób nasz klient chce ten teren użytkować. W Polsce mamy zazwyczaj do dyspozycji małe działki budowlane, które oscylują w granicach 1000m<sup>2</sup>, a budowane domy mają najczęściej od 160 do 250m<sup>2</sup> powierzchni. W związku z tym, najczęściej montowane są pompy ciepła tzw. gruntowe, a powszechnie spotykany rodzajem dolnego źródła jest kolek-

tor pionowy i na drugim miejscu - kolektor poziomy. Instaluje się również pompy ciepła wykorzystujące jako dolne źródło otaczające nas powietrze i sporadycznie wykonywane są układy w systemie woda/woda czy odzyskujące ciepło z procesów technologicznych.

Wiedząc już, jakim terenem dysponujemy, gdzie jest zlokalizowany obiekt budowlany, w której strefie klimatycznej i jakie jest jego otoczenie, należy przejść do ustalenia zapotrzebowania domu na ciepło. Jeżeli nie ma takiej informacji w dokumentacji projektowej lub wiedzy Klienta w tym zakresie jest żadna, to zaczynamy od określenia powierzchni użytkowej i powierzchni podłóg realizowanego budynku - z uwagi na to, że wiele projektów domów jednorodzinnych wykonywane jest z użytkowym poddaszem, to wspomniane wcześniej powierzchnie często znacznie różnią się od siebie. Musimy więc pamiętać, aby w obliczeniach zapotrzebowania budynku na ciepło uwzględnić również te powierzchnie i kubatury części pomieszczeń, które nie „zmieściły” się w wynikach sumarycznych powierzchni użytkowej, ale z uwagi na to, że pozostają w obiekcie budowlanym - należy je też ogrzać. Zapotrzebowanie budynku na ciepło możemy określić dwiema podstawowymi metodami. Pierwsza z nich, to szczegółowe wyliczenie zapotrzebowania budynku na ciepło, wykonane przez osobę posiadającą stosowne uprawnienia i wiedzę. Należy uzyskać od Klienta dokumentację projektową planowanej lub istniejącej inwestycji z naniesionymi planowanymi lub wykonanymi już zmianami w stosunku do dokumentacji i... zlecić odpłatną usługę. Uzyskamy wtedy wynik z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku - ale klient musi ponieść koszty takiego zlecenia i rzadko mamy do czynienia w praktyce z taką sytuacją. Wprawdzie korzystając z tej metody mamy duże prawdopodobieństwo pewności, że obliczenia zostały wykonane poprawnie i jeżeli na ich podstawie dobierzemy pompę ciepła, to instalacja będzie pracowała ekonomicznie, ale w dzisiejszych czasach Klient nie chce ponosić żadnych kosztów związanych z uzyskaniem wiedzy na temat swojej inwestycji i oczekuje

darmowej obsługi, zbierając informacje od wielu wykonawców. W mojej praktyce spotkałem się z Klientem, który przyznał się do tego, że wysłał ponad 60 (sześćdziesiąt) zapytań o przedstawienie oferty na montaż pompy ciepła dla domu jednorodzinny... Drugą metodą, jest korzystanie ze współczynników obliczeniowych. Dla II Strefy Klimatycznej i zakładanych w związku z tym temperatur: -18°C na dworze i +20/24°C w pomieszczeniach, przyjmuje się średnie zapotrzebowanie budynku na ciepło na poziomie 50 W/m<sup>2</sup>. Oczywiście zakładamy, że budynek wykonywany jest w oparciu o aktualnie obowiązujące normy budowlane, a jego realizacja w terenie jest zgodna ze sztuką budowlaną. W przypadku odstępstw od typowych warunków, należy to uwzględnić w obliczeniach - np. gdy mamy do czynienia z dużymi przeszklonymi powierzchniami zwiększamy zapotrzebowanie na ciepło w danym pomieszczeniu.

## Dobór górnego źródła ciepła

Kolejnym etapem doboru pompy ciepła, jest ustalenie z Klientem rodzaju górnego źródła ciepła. Ciepło wyprodukowane przez PC, możemy rozprowadzić w obiekcie budowlanym na kilka sposobów. Najczęściej spotykanym jest ogrzewanie podłogowe, ale nie należy bać się ogrzewania grzejnikowego czy układów mieszanych: podłogowe+grzejnikowe. Ze względu na mały wydatek ciepła, rzadko instalujemy grzejniki kanałowe - są one z reguły uzupełnieniem dla ogrzewania podłogowego przy dużych przeszkleniach w przypadkach wykonywania przez klientów okładzin drewnianych. W swojej praktyce mamy wykonanych wiele instalacji w każdej z tych konfiguracji i przy poprawnym ich zrealizowaniu nie otrzymujemy sygnałów od Klientów o dyskomforcie z eksploatacji np. grzejników płytowych zainstalowanych jako jedyne górne źródło ciepła. Koszty eksploatacji tak wykonanej instalacji są oczywiście wyższe od kosztów eksploatacji instalacji ogrzewania podłogowego, ale ta wartość w zakładanych warunkach jest w mojej ocenie akceptowalna. Od rodzaju ogrzewania i temperatury zasilania układu grzewczego zależeć będzie



Artur Panas – technik budownictwa ogólnego, mistrz w zawodzie - monter instalacji sanitarnych, właściciel firmy Grasant, którą prowadzi od 1997 r. Zajmuje się instalowaniem odnawialnych źródeł energii. Firma świadczy kompleksowe usługi instalacyjne – grzewcze, wodne i kanalizacyjne. Wykonawca wielu instalacji pomp ciepła dla odbiorców indywidualnych i instytucjonalnych, gdzie jako dolne źródło wykorzystywane było ciepło gruntu, powietrza i wody lub ciepło pozyskiwane z procesów technologicznych. Zrealizował w 2008 roku w centrum Poznania (w sąsiedztwie Starego Rynku) pierwszą w Europie instalację chłodzenia stacji przostownikowej dla tramwajowej sieci trakcyjnej w oparciu o innowacyjną metodę przy wykorzystaniu gruntowej pompy ciepła.

w istotny sposób dobór pompy ciepła. Zachodzi bowiem zależność, wg której im wyższa temperatura zasilania układu grzewczego, tym niższa efektywność naszej pompy ciepła. Dla przykładu: pompa ciepła o nazwie handlowej „Nibe Fighter 1145-10 kW” i zakładanej temperaturze dolnego źródła równej 0°C posiada nominalną moc grzewczą 9,95 kW przy zasilaniu układu grzewczego temperaturą równą +35°C (COP=5,03) i nominalną moc grzewczą 8,46 kW przy zasilaniu układu grzewczego temperaturą równą +50°C (COP=3,39). Czyli dla zakładanego budynku o powierzchni grzewczej 200 m<sup>2</sup> i układzie ogrzewania podłogowego powinniśmy zainstalować pompę ciepła z typoszeregu Nibe Fighter 1145-10 kW, a dla układu ogrzewania grzejnikowego powinniśmy zainstalować pompę ciepła Nibe Fighter 1145-12 kW, która w tych warunkach uzyska moc grzewczą równą 11,15 kW (COP=3,39) a w przypadku zaprojektowania grzejników płytowych o temperaturze zasilania układu grzewczego równą +55°C uzyska moc



Fig. 1 Wykonywanie odwiertów pod kolektor pionowy

grzewczą = 10,57 kW (COP=3,04). Jeżeli mamy duże wątpliwości i występują rozbieżności w kwestii ustalenia zapotrzebowania na ciepło, lub klient zmienia zdanie w trakcie realizacji, czy planuje niewielką rozbudowę obiektu budowlanego możemy podeprzeć się mądrością kolejnej historycznej postaci i wybrać Salomonowe wyjście tj. zastosować pompę ciepła np. Nibe Fighter 1150, o płynnej regulacji mocy w zakresie 4,5-16 kW.) Ten typ pompy ciepła rozwiąże nam wszystkie problemy z prawidłowym doborem.

**Określenie zapotrzebowania na c.w.u.**

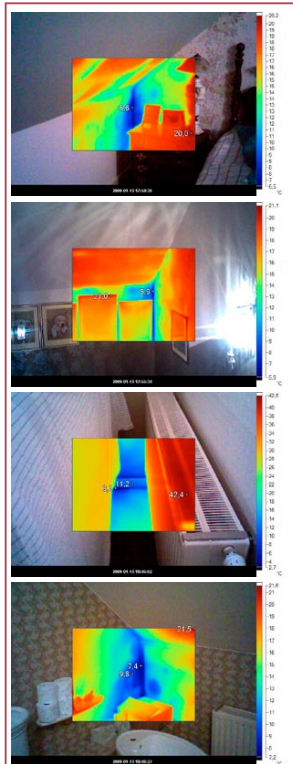
Następnie ustalamy zapotrzebowanie Klienta na c.w.u. - należy rozeznaczyć się, czy pompa ciepła ze zintegrowanym zasobnikiem np. o poj. 180 litrów wystarczy dla zaspokojenia potrzeb bytowych rodziny Klienta, czy też należy zaproponować większą pojemność roboczą. Z naszej praktyki wynika, że z zasady, dla rodziny 4 osobowej wystarcza zbiornik o pojemności 180 litrów - ale jest to dolna wartość graniczna.

**Aspekty użytkowe**

Mając zebrane powyższe dane, możemy w sposób poprawny zaproponować pompę ciepła dla zakładanych warunków. Powinniśmy przy tym pamiętać, że moc grzewcza pompy ciepła powinna być mniejsza niż zapotrzebowanie budynku na ciepło (zasada ta ma ograniczone zastosowanie

w przypadku pomp ciepła o płynnej regulacji mocy grzewczej - pompa ciepła sama dostosowuje się do zapotrzebowania budynku na ciepło i produkuje taką ilość ciepła, która w danym momencie jest niezbędna) - takie postępowanie wpływa na ekonomikę pracy układu w przypadku pompy ciepła o stałym wydatku mocy grzewczej. Nie zawsze jednak da się skoryzować z tej zasady, co obrazuje cytowany wyżej przykład. Możemy oczywiście zastosować pośredni bufor ciepła dla układu CO, ale wiąże się to z dodatkowymi kosztami inwestycyjnymi, a efektywność ekonomiczna takich rozwiązań, w mojej ocenie, nie jest jednoznaczna.

Na późniejsze zadowolenie Klienta z prawidłowej pracy pompy ciepła mają wpływ różne czynniki i to nie tylko od nas zależy, czy układ będzie ekonomiczny. Prawidłowa, oczekiwana przez Klienta, praca pompy ciepła (tania w eksploatacji), zależy od wielu czynników, na które bardzo często nie mamy wpływu, ale to na nasze barki zrzuca się winę, za wysokie koszty pracy pomp ciepła. Z naszej praktyki, na podstawie wieloletnich doświadczeń związanych z instalacjami pomp ciepła dla odbiorców indywidualnych i instytucjonalnych wynika, że ani razu za wysoki koszt rachunków za zużycie prądu winy nie ponosiło urządzenie pod nazwą „pompa ciepła”. Winnym był zawsze człowiek: instalator pompy ciepła, dolnego źródła czy układu grzewczego lub osoba odpowiedzialna za ocieplenie



**Fot. 3** Zdjęcia z kamery termowizyjnej pokazujące mostki termiczne w budynku naszego klienta składające reklamację na koszty ogrzewania pompą ciepła - temp. zewnętrzna (-2°C)

domu. W większości przypadków badanie przy pomocy kamery termowizyjnej wskazywało błędy wykonawcze instalacji czy prac towarzyszących np. wykonania niezgodnej z projektem izolacji cieplnej budynku, niewłaściwego dobrania grzejników, rozstawu rur w ogrzewaniu podłogowym, za małej średnicy przewodów doprowadzających ciepło z pompy ciepła do rozdzielaczy ogrzewania podłogowego czy grzejnikowego, utrzymywanej przez Klienta wyżej o kilka stopni temperatury w budynku niż zakładana przy doborze pompy ciepła lub wielkości (czytaj skromności) dolnego źródła.

Artur Panas

Doświadczenia użytkownika

# Analiza rzeczywistej instalacji z pompą ciepła

Teoretycznie instalacja z pompą ciepła, to jedno z najekonomiczniejszych rozwiązań. Zdarza się jednak, że wielu inwestorów, po jej zamontowaniu narzeka na zbyt wygórowane rachunki za prąd i, na dodatek, brak komfortu cieplnego podczas srogich zim. Czy rzeczywiste problemy te wynikają ze zbyt niskiej wydajności urządzeń grzewczych? A może przyczyna jest inna? Wszelkie wątpliwości powinien rozwiązać poniższy przykład oparty na budynku mieszkalnym w miejscowości Zimin w woj. wielkopolskim. Dołączono

zestawienia pokazują: tab. nr 1 - założenia, na podstawie których można później analizować otrzymane wyniki, tab nr 2 - rzeczywiste wartości zużycia prądu, ciepła i ciepłej wody czyli w konsekwencji - kosztów utrzymania instalacji z pompą ciepła w pierwszym roku eksploatacji. Pomiary są realne i wykonywane w rzeczywistych warunkach pracy instalacji - eksploatacji domu jednorodzinnego w odniesieniu do warunków lokalnych i ilości zamieszkujących osób. Istotne jest to, że dom został wykonany w tra-

**Tab. 1**

lokalizacja	miejscowość ZIMIN, gmina Kleśczewo, woj. wielkopolskie
strefa klimatyczna	II (-18°C)
obiekt	budynek mieszkalny jednorodzinny, bez podpiwniczenia, garaż zewnętrzny
budowa	rozpoczęcie - marzec 2008, zakończenie - czerwiec 2009
liczba mieszkańców	4
konstrukcja budynku	murowana - pustak ceramiczny 25
powierzchnia ogrzewana	parter + piętro = 200 m <sup>2</sup>
dach	dachówka ceramiczna + folia (bez deskowania)
okna	profil PCV Aluplast 4000, szyba K=1,1, rolety zewnętrzne
izolacje	ściana - styropian 12 cm, posadzka - styropian 12 cm, połac dachowa - wełna mineralna 15 cm + 5 cm, fundamenty - styropian 5 cm
utrzymywana temperatura w pomieszczeniach w sezonie grzewczym	22°C
rodzaj ogrzewania	gruntowa pompa ciepła NIBE FIGHTER typ 1150 o płynnej regulacji mocy
woda	zasobnik CWU - NIBE VPA 300 / 200, zmiękcacz wody VISSMANN
dolne źródło	kolektor ziemny w opraciu o produkty firmy ASPOL z Łodzi
górne źródło	ogrzewanie podłogowe (rura z wkładką aluminiową KAN-THERM, okładziny to płytka i panel podłogowy) + grzejnik płytowy w garderobie i łazienkowy - PURMO)
wentylacja	mechaniczna, nawiewno-wywiewna w oparciu o urządzenie NIBE FLM-30, nawiewniki ściennie w pomieszczeniach „suchych”, wyciąg z pomieszczeń „mokrych”
dotaddkowe źródła ciepła	grzałka elektryczna zainstalowana w pompie ciepła, kominiek - bez dodatkowych funkcji (bez rozprzodzenia ciepła kanałami, bez płaszczka wodnego)



**Fot. 1**

decyjnej technologii, bez nakładów na specjalne zabezpieczenie domu od strony termicznej - nie jest to dom pasywny, a „dla Kowalskiego”. Sprawdź, prowadzony był w najgorszych statystycznych warunkach:

- pierwszy rok eksploatacji,
- mokre i niewygrzane mury,
- bardzo ostra zima.

 Co istotne - w trakcie badania domu przy pomocy kamery termowizyjnej



**Fot. 2** Pompa ciepła Nibe Fighter 1150 + zbiornik CWU NIBE VPA 300/200 (naczynie przeponowe CWU „schowane” za zasobnikiem).





Fot. 2

w miesiącu lutym 2010 roku okazało się, że jedno okno tarasowe o pow. 3m<sup>2</sup> jest, ale tak jakby go nie było. W tym oknie brakowało... gazu i szyba nie była pokryta warstwą ochronną odbijającą ciepło! Różnica w emisyjności ciepła pomiędzy dwiema sąsiadującymi ze sobą powierzchniami szklanymi wynosiła 12°C (w momencie badania: temp.

w pomieszczeniu +22°C, temperatura na dworze -2°C).

Przy analizowaniu wyników należy zwrócić uwagę na bardzo istotną wartość - ilość zużywanej w moim domu ciepłej wody użytkowej jest ponad normatywna i ma ona istotny wpływ na łączny koszt eksploatacji pompy ciepła. Licznik zużycia CWU wskazuje, że

średnio w miesiącu konsumujemy ok. 5,80 m<sup>3</sup> ciepłej wody czyli o ok. 50% więcej, niż statystyczna 4-osobowa rodzina - tak wynika z naszych praktycznych obserwacji.

Przyjmując powyższe założenia, możemy wyprowadzić następujące wnioski - koszt utrzymania pompy ciepła w sezonie 2009/2010 wyniósł 2900 zł brutto, a w tym:

- ciepła woda użytkowa: 1200 zł / rok,
- ogrzewanie budynku: 1700 zł / rok,

Ponadto:

- pompa ciepła pracowała 3660 godzin,
- zużycie ciepła wyniosło 83,94 GJ
- zużycie energii elektrycznej - 5730 kWh

Średnioroczne COP dla układu CO+CWU z uwzględnieniem energii elektrycznej dla pracy pomp obiegowych układu grzewczego i dolnego źródła wynosi więc 4,07.

Wartość stała:

$$1GJ = 277,78 kWh,$$

czyli

$$83,94 GJ = 23317 kWh$$

i w związku z tym:

$$23317 kWh / 5730 kWh = 4,07$$

czyli z 1 kW prądu otrzymujemy 4,07 kW ciepła.

**Artur Panas**

Tab. 2

	czas pracy na CO [h]	czas pracy na CWU [h]	ilość zużytego ciepła na CO i CWU [GJ]	zużycie ciepłej wody [m <sup>3</sup> ]	zużycie energii elektrycznej [kWh]	cena prądu [zł/kWh]	koszt eksploatacji [zł]
<b>2009</b>							
start 17 lipca	0	0	0	0	0	0,42	0
sierpień	5	52	1,93	6,13	209	0,42	87,78
wrzesień	41	44	2,33	5,37	225	0,42	94,50
październik	252	45	6,76	5,7	471	0,49	230,79
listopad	269	42	7,26	6,3	484	0,49	237,16
grudzień	568	46	16,14	7,6	832	0,49	407,68
łącznie 2009 r.	<b>1135</b>	<b>229</b>	<b>34,42</b>	<b>31,1</b>	<b>2221</b>	-	<b>1057,91</b>
<b>2010</b>							
styczeń	660	45	13,59	5,9	1092	0,49	535,08
luty	581	51	13,53	6,6	879	0,49	430,71
kwiecień	401	54	9,58	7,0	682	0,49	334,18
maj	249	60	7,11	7,5	528	0,49	258,72
czerwiec	103	45	3,84	5,9	328	0,50	164,00
lipiec	3	43	1,87	5,8	204	0,50	102,00
łącznie 2010 r.	<b>1997</b>	<b>298</b>	<b>49,52</b>	<b>38,7</b>	<b>3713</b>	-	<b>1824,69</b>
łącznie 2009+2010 r.	<b>3132</b>	<b>527</b>	<b>83,94</b>	<b>69,8</b>	<b>5934</b>	-	<b>2882,60</b>