

A⁺⁺

KLASA ENERGETYCZNA

5,73
COP



EcoHeat Complex

kompleksowe rozwiązanie do ogrzewania domu



Poradnik projektanta

ver. 1.1



20
lat na rynku



Spis treści

1	Czym jest pompa ciepła	str. 5
	Rys historyczny	str. 6
2	Czym jest energia odnawialna i jak powstaje	str. 6
3	Dlaczego warto wybrać pompę ciepła	str. 7
4	Powietrze zewnętrzne jako źródła ciepła	str. 8
5	Zasada działania pompy ciepła	str. 9
	a. Idea działania pompy ciepła	str. 10
	b. Zasada działania pompy ciepła	str. 10
	c. Tryb ogrzewania (zima)	str. 12
	d. Tryb chłodzenia (lato)	str. 14
6	Budowa pompy ciepła	str. 15
	a. Dlaczego split, a nie monoblok?	str. 15
	b. Technologia pomp ciepła typu split	str. 17
	c. Budowa pompy ciepła EcoHeat Complex	str. 18
	d. Budowa modułu wewnętrznego	str. 18
	e. Budowa modułu zewnętrznego	str. 21
	f. Wymiary gabarytowe pompy ciepła	str. 23
	g. Dane techniczne pomp ciepła EcoHeat Complex	str. 25
	h. Podstawowe pojęcia	str. 27
	i. Informacja środowiskowa	str. 29
	j. Parametry techniczne pompy obiegowej	str. 30
7	Charakterystyki energetyczne pompy ciepła EcoHeat Complex	str. 31
	a. Współczynnik wydajności cieplnej	str. 31
	b. Współczynnik wydajności chłodniczej	str. 31
	c. Co ma wpływ na wartość COP?	str. 32
	d. Parametry pracy pomp ciepła EcoHeat Complex	str. 33
8	Dyrektywa ErP	str. 38
	a. Sezonowy współczynnik wydajności grzewczej SCOP	str. 39
	b. Klasy efektywności energetycznej urządzeń	str. 40

9	Efektywność energetyczna działania pompy ciepła EcoHeat Complex	str. 41
a.	Sprawność pompy ciepła, a temp. zasilania instalacji grzewczej	str. 41
b.	Sprawność pompy ciepła, a temperatura wewnątrz budynku	str. 42
c.	Sprawność pompy ciepła, a temperatura zewnętrzna	str. 43
10	Dobór pompy ciepła	str. 43
a.	Określenie zapotrzebowania na ciepło budynków	str. 43
b.	Tryb pracy pompy ciepła na cele grzewcze budynku	str. 44
c.	Określenie mocy grzewczej szczytowego źródła ciepła	str. 46
d.	Chłodzenie budynku za pomocą pompy ciepła	str. 48
11	Koszty eksploatacji pompy ciepła	str. 51
12	Połączenie pompy ciepła z instalacją grzewczą budynku	str. 64
a.	Czy warto montować bufor?	str. 64
b.	Wielkość bufora c.o.	str. 67
13	Podgrzewanie c.w.u. za pomocą pompy ciepła EcoHeat Complex	str. 68
a.	Budowa podgrzewacza c.w.u. pompy ciepła EcoHeat Complex	str. 68
b.	Proces podgrzewania ciepłej wody przez EcoHeat Complex	str. 70
c.	Określenie zapotrzebowania na energię cieplną do podgrz. c.w.u.	str. 71
14	Schematy technologiczne podłączenia pomp ciepła EcoHeat Complex	str. 72
a.	Schematy połączenia jednej pompy ciepła	str. 72
b.	Schemat połączenia dwóch i więcej pomp ciepła	str. 82
15	Wymagania dotyczące montażu pomp ciepła EcoHeat Complex	str. 84
a.	instalacja elektryczna	str. 84
b.	podłączenie rur instalacji chłodniczej	str. 86
c.	grupa bezpieczeństwa	str. 88
d.	podłączenie zimnej wody	str. 92
e.	grupa bezpieczeństwa	str. 93
f.	podłączenie zimnej wody	str. 95
16	Funkcje sterownika pomp ciepła EcoHeat Complex	str. 96

Przekazujemy w Państwa ręce „**Poradnik projektanta instalacji grzewczych z pompami ciepła EcoHeat Complex i EcoHeat Pro**”. Mamy nadzieję, że dzięki niemu, Państwa praca projektowa stanie się łatwiejsza i przyjemniejsza. Staraliśmy się w nim przybliżyć Państwu wszystkie, mniej lub bardziej skomplikowane zagadnienia techniczne związane z powietrznymi pompami ciepła. Dla wielu spośród Państwa to nowa dziedzina techniki grzewczej, wywodząca się bezpośrednio z techniki chłodniczej.

Liczymy na ciągły kontakt z Państwem poprzez naszych regionalnych dyrektorów sprzedaży, menedżerów ds. inwestycji, przedstawicieli handlowych oraz przez kontakty z firmami projektowymi. Państwa merytoryczne uwagi co do treści poradnika oraz naszych produktów będą analizowane i wdrażane w życie.

Uwaga:

Producent zastrzega sobie prawo do zmiany parametrów technicznych urządzeń.

Wstęp

Coraz więcej przyszłych inwestorów budujących własne domy interesuje się alternatywnym sposobem pozyskiwania dla nich energii cieplnej. Zastanawiają się, czy do ogrzewania i podgrzewania ciepłej wody użytkowej warto zastosować pompę ciepła. Zadają sobie proste i ważne pytanie: czy takie rozwiązanie jest opłacalne i czy koszty inwestycyjne poniesione na realizację tego zadania zwrócą się, a jeżeli tak, to po jakim czasie?

W dobie znaczącego postępu technologicznego w dziedzinie techniki grzewczej coraz większego znaczenia nabierają aspekty dotyczące ochrony środowiska, oszczędności wytwarzania i przetwarzania energii cieplnej oraz trwałość urządzeń grzewczych. Wskaźniki te determinowane są zarówno przez społeczność międzynarodową, dyrektywy UE, jak i każdego z nas, użytkownika urządzeń grzewczych. Mimo wielu starań pogodzenie wszystkich zaleceń i wskaźników jest dość trudne.

Jednak dbałość o ochronę środowiska naturalnego jest obowiązkiem zarówno tych, którzy wykorzystują energię ciepłą do celów bytowych np. ogrzewania, jak i tych, którzy projektują nowoczesne instalacje grzewcze.

Czy zatem można pogodzić wrażliwość na ochronę środowiska z ekonomią eksploatacji urządzenia grzewczego, przy jednoczesnym zachowaniu jego wystarczającej żywotności i trwałości?

Rozwiązanie techniczne, które równocześnie godzi wszystkie te aspekty, wynaleziono już ponad 100 lat temu. Tak, to pompa ciepła.

1

Czym jest pompa ciepła

Pompa ciepła to urządzenie grzewcze, które przenosi energię ciepłą z jednego miejsca, nazywanego **dolnym źródłem ciepła** (przeważnie o niskiej temperaturze nośnika), do instalacji grzewczej budynku, nazywanej **górnym źródłem ciepła** (przy dużo wyższej temperaturze nośnika ciepła – wody c.o.).

Pompa ciepła nie przetwarza energii z jednej postaci na ciepło. Nie zachodzą w niej żadne procesy spalania. Pozyskuje ona energię ciepłą wprost z jednego miejsca i przekazuje ją do odbiornika, czyli do miejsca, na którym nam zależy tj. instalacji grzewczej budynku lub zasobnika ciepłej wody użytkowej.

Tylko pompa ciepła potrafi pozyskiwać darmową energię odnawialną, energię ciepłą (o niskiej temperaturze nośnika, np. powietrze) i przekształcać ją na wyższy poziom temperaturowy, przekazując do budynku.

Należy przy tym pamiętać, że jeżeli pompa ciepła nie będzie miała możliwości pozyskania ciepła w dolnym źródle ciepła, to jej praca będzie niemożliwa. Zatem wybór odpowiednio wymiarowanego dolnego źródła jest najistotniejszym zagadnieniem projektowym.

Rys historyczny

Nazwa „**pompa ciepła**” pochodzi z 1852 roku, kiedy to po raz pierwszy Lord Kelvin (William Thomson ur. 1824, zm. 1907), brytyjski fizyk pochodzenia irlandzkiego, matematyk oraz przyrodnik, opisał w sposób czysto teoretyczny możliwości wykorzystania takiego urządzenia do ogrzewania. W tym czasie, a więc w XVIII i pierwszej połowie XIX wieku, ciepło uważane było za **rodzaj nieważkiej materii** – zwanej **cieplikiem**. W oparciu o „teorię cieplikową” możliwe było wówczas wytłumaczenie zjawiska wymiany ciepła pomiędzy ciałami jako: przekazywanie cieplika, a więc określonej ilości materii od jednego ciała do drugiego, w kierunku spadku temperatury. Zgodnie ze znajomością i opisem praw termodynamiki owego czasu również Lord Kelvin opisał transformowanie ciepła z poziomu niskotemperaturowego na poziom wysokotemperaturowy jako proces pompowania owej materii – cieplika, dzięki dostarczeniu energii napędowej z zewnątrz, a urządzenie to nazwał: „**pompą ciepła**”.

Dziś wiemy, że „**pompowanie**” ciepła nie jest możliwe z uwagi na bezpostaciowy charakter energii cieplnej, w przeciwieństwie np. do pompowania wody za pomocą pompy wodnej. Jednak nazwa tych urządzeń „**pompa ciepła**” – pozostała niezmienną do dziś.

2

Czym jest energia odnawialna i jak powstaje

Nie od dziś znanym jest fakt, że w otaczającej nas przyrodzie zakumulowane są ogromne, wręcz nieograniczone ilości energii cieplnej. Energia ta zgromadzona jest praktycznie we wszystkim tym, co nas otacza, a więc w powietrzu, gruncie, wodach powierzchniowych i podziemnych, jak również we wnętrzu Ziemi na ogromnych głębokościach. Energia cieplna, zgromadzona we wszystkich tych nośnikach, nazywana jest energią odnawialną ponieważ jej zasoby odnawiają się cyklicznie. Najczęściej czasookresem jej odnawiania się jest rok kalendarzowy, zaś źródłem odnawiania jest promieniowanie słoneczne docierające na powierzchnię naszego globu. Słońce ogrzewa powierzchnię Ziemi, a od niej ogrzewa się powietrze i wszystko to, co się na niej znajduje. Zimą powietrze, powierzchnia gruntu i wody powierzchniowe ochładzają się z uwagi na niewielką intensywność promieniowania słonecznego, natomiast latem wszystko się rozgrzewa. Proces ten zachodzi cyklicznie. Dopóki słońce będzie świecić, dopóty energia odnawialna będzie istnieć. Naukowcy oszacowali, że ilość energii promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi w ciągu godziny, przekracza roczne potrzeby energetyczne wszystkich ludzi na naszej planecie. Dzieje się tak z różnych względów. Po pierwsze, ze względu na niedoskonałość przetworników promieniowania słonecznego na ciepło lub bezpośrednio na energię elektryczną. Aparaty konwersji energii słonecznej są ciągle modernizowane i udoskonalane, jednak ich sprawność jest nadal niewielka,

przez co powierzchnię absorpcji muszą być duże. Po drugie, z uwagi na duże rozproszenie energii słonecznej, a więc małą gęstość strumienia ciepła padającą na daną powierzchnię odbiornika.

Mimo tych oczywistych niedogodności promieniowania słonecznego, ma ono jedną, niepodważalną zaletę - dociera do nas nieodpłatnie, mówiąc kolokwialnie: za darmo! Ponadto, promieniowanie słoneczne jest energią czystą i w pełni ekologiczną, a jej pozyskiwanie nie wiąże się z żadnymi uciążliwościami dla ludzi, zwierząt ani środowiska.

Te zalety, spychają na dalszy plan wszystkie wady promieniowania słonecznego, czyniąc je nieistotnymi.

3

Dlaczego warto wybrać pompę ciepła

Warto wybrać pompę ciepła EcoHeat Complex z dwóch powodów: po pierwsze, aby oszczędnie ogrzewać budynek mieszkalny i podgrzewać w nim wodę użytkową; po drugie, aby chronić otaczające nas środowisko naturalne przed destrukcyjnym działaniem dymu, gazów cieplarnianych, rakotwórczych benzopirenów i zanieczyszczeń stałych.

Pompy ciepła, jako jedyne urządzenia grzewcze, potrafią pozyskiwać darmową energię odnawialną zmagazynowaną w powietrzu zewnętrznym i przenosić ją do systemu grzewczego budynku lub podgrzewać nią wodę użytkową. Nie emitują przy tym żadnych dymów, popiołów i innych zanieczyszczeń, które obciążają środowisko naturalne i nasze płuca.

Powietrzne pompy ciepła EcoHeat Complex są doskonałą alternatywą dla tradycyjnych źródeł ciepła, tj. kotły węglowe, gazowe, olejowe, czy też opalane biomasą. Pozyskując aż 80% energii cieplnej z powietrza zewnętrznego przyczyniają się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery.

Pompy ciepła EcoHeat Complex są przeznaczone do stosowania w budynkach mieszkalnych, domkach letniskowych, punktach handlowych, biurach i obiektach gastronomicznych. Nie wymagają przy tym dużego pomieszczenia kotłowni ani przewodów kominowych, dzięki czemu można je swobodnie i tanio wkomponować w układ funkcjonalny budynku. Taką pompę ciepła można zainstalować w każdym pomieszczeniu, a wyglądem nawiązuje do nowoczesnego wzornictwa sprzętów gospodarstwa domowego. W budynku z pompą ciepła, w ogóle nie potrzebna jest instalacja gazowa.

W czasach gdy dostęp do niektórych nośników energii staje się celem międzynarodowej gry politycznej, posiadanie pompy ciepła daje niezależność energetyczną we własnym domu.

4

Powietrze zewnętrzne jako źródło ciepła

Spacerując w zimne wieczory zastanawiamy się czy w powietrzu o temperaturze -10°C , -15°C , czy nawet -20°C , jest choć trochę „ciepła”. Czy tak zimne powietrze, które bez trudu wodę na zrywach zamienia w lód, może być źródłem ciepła?

“Wybierając powietrzną pompę ciepła do ogrzewania swojego domu, zadajemy sobie pytanie: czy tak zimne medium, jakim jest powietrze zewnętrzne, może skutecznie pośredniczyć w ogrzewaniu mojego domu?”

Z termodynamicznego punktu widzenia, temperatura ma niewielki wpływ na zdolność substancji do magazynowania w sobie energii cieplnej. Temperatura świadczy jedynie o możliwościach pozyskiwania energii cieplnej z danego nośnika ciepła. Im jest ona niższa, tym trudniej jest wydobyć ciepło z powietrza, jednak nie świadczy o ilości tego ciepła.

Powietrze zewnętrzne ma niewątpliwą zaletę i wyższość nad innymi źródłami naturalnymi, np. gruntem, jako **źródło energii odnawialnej**: powietrze dostępne jest dla każdego i to bez żadnych ograniczeń, a dla jego pozyskania nie trzeba wykonywać skomplikowanych prac ziemnych - wiercenia czy zakopywania wymiennika w gruncie.

Obserwując, szczególnie w ostatnich latach, zmiany klimatyczne i przebieg temperatur okresu zimowego w Polsce, gdzie średnie temperatury okresu grzewczego wahają się w okolicach $+2^{\circ}\text{C}$ do $+5^{\circ}\text{C}$, a minimalna temperatura sporadycznie spada poniżej -15°C , można stwierdzić, że zastosowanie powietrznej pompy ciepła to doskonałe, alternatywne źródło czystej energii pozyskanej z szacunkiem dla natury.

Należy wyszczególnić, że podstawowe zalety powietrza zewnętrznego jako źródła energii cieplnej dla pompy ciepła to:

- nieograniczona ilość odnawialnej energii,
- nieograniczona dostępność, przez cały sezon grzewczy,
- pozyskiwanie ciepła z powietrza zewnętrznego jest proste i bezpłatne,
- brak kosztów związanych z jakimikolwiek pracami ziemnymi,
- brak konieczności posiadania zgody odpowiednich urzędów na korzystanie z zasobów naturalnych wnętrza ziemi (jak ma to miejsce np. przy pracach wiertniczych),
- stosunkowo wysoka średnia temperatura w czasie sezonu grzewczego,
- minimalne nakłady na obsługę serwisową,
- korzystanie z powietrza zewnętrznego nie wpływa niekorzystnie na otaczającą przyrodę.

Jak pozyskać ciepło z powietrza zewnętrznego, szczególnie zimą?

Odpowiedź jest prosta!

Wystarczy wykorzystać urządzenie **chłodnicze**, podobne do lodówki domowej.

5

Zasada działania pompy ciepła

Lodówka (chłodziarka) domowa ochładza produkty spożywcze do bardzo niskich temperatur (nawet -18°C w zamrażalniku) odbierając z nich ciepło. Ciepło z ochłodzonych produktów przekazuje następnie do powietrza w kuchni, ogrzewając je poprzez wymiennik ciepła, który zamontowany jest z tyłu za lodówką (na jej plecach). Oczywiście ten proces nie jest taki prosty. Poza ochładzaniem produktów i podgrzewaniem powietrza w kuchni, obieg chłodniczy lodówki wykonuje jeszcze kilka innych, skomplikowanych procesów termodynamicznych.

Zatem, do ogrzewania budynków mieszkalnych i wykorzystania odnawialnej energii cieplnej powietrza zewnętrznego należy zastosować urządzenie chłodnicze, znane już od ponad 160 lat: pompę ciepła.

Pompa ciepła potrafi pozyskać odnawialną energię cieplną z nośnika (powietrza) o niskiej temperaturze i przesłać ją dalej do systemu grzewczego budynku przy dużo wyższej temperaturze. Dzięki zastosowaniu zaawansowanego, przystosowanego do polskich warunków klimatycznych układu termodynamicznego, pompa ciepła EcoHeat Complex może pozyskiwać energię cieplną z powietrza zewnętrznego o temperaturze nawet -25°C . W okresie letnim zaś, dzięki możliwości odwrócenia obiegu chłodniczego, możliwe jest wykorzystywanie funkcji chłodzenia do obniżania temperatury wewnętrznej w pomieszczeniach (klimatyzowanie pomieszczeń).

Zastosowanie inwertera do sterowania pracą sprężarki pozwala na płynną regulację wydajności cieplnej pompy ciepła, dostosowując ją do aktualnego zapotrzebowania budynku. Minimalizuje to częste zatrzymania i starty urządzenia, tym samym wydłużając żywotność pompy ciepła oraz zmniejszając jej zapotrzebowanie na energię napędową.

Potocznie mówi się, że pompa ciepła to odwrócona lodówka, lub że pompa ciepła działa tak jak lodówka, tylko że w drugą stronę. Stwierdzenia te są błędne i nieprawdziwe. Z całą mocą należy podkreślić, że pompa ciepła nie ma nic odwróconego w stosunku do lodówki, tak jak lodówka nie ma nic odwróconego w stosunku do pompy ciepła. Pompa ciepła i chłodziarka domowa to identyczne urządzenia, pracujące według tej samej zasady działania, a przemiany termodynamiczne, które zachodzą w obu tych urządzeniach są identyczne i następują po sobie w tej samej kolejności.

Jest jednak coś, co różni oba te urządzenia od siebie. To cel w jakim wykorzystujemy ich pracę. Lodówka jest po to, aby chłodzić produkty spożywcze, zaś pompa ciepła, aby ogrzewać budynek i podgrzewać c.w.u.. Należy przy tym zauważyć, że oba urządzenia realizują oba procesy, czyli grzanie i chłodzenie równocześnie: lodówka wewnątrz chłodzi, zaś na zewnątrz grzeje, pompa ciepła chłodzi powietrze zewnętrzne i ogrzewa budynek. Zatem lodówka domowa i pompa ciepła to pod względem technicznym te same urządzenia, choć co innego wykorzystuje użytkownik podczas ich pracy: w lodówce - ochładzanie powietrza wewnątrz komory, w pompie ciepła – ogrzewanie budynku.

5a

Idea działania pompy ciepła

Idea działania pompy ciepła jest następująca: energia cieplna zakumulowana w otaczającej przyrodzie pobierana jest przez pompę ciepła z powietrza zewnętrznego poprzez umieszczony na zewnątrz budynku, specjalnej konstrukcji wymiennik ciepła. Następnie pompa ciepła energię tę przekształca (transformuje) w taki sposób, że rozgrzewa nośnik energii cieplnej instalacji grzewczej budynku (wodę c.o.) do temperatury nawet $+55^{\circ}\text{C}$, przekazując mu strumień ciepła uprzednio pobrany z otoczenia.

5b

Zasada działania pompy ciepła

Procesy przenoszenia energii cieplnej w pompie ciepła jak i w chłodziarce domowej realizowane są przez pewien specyficzny i niezwykle nośnik ciepła, który wypełnia wnętrze instalacji tych urządzeń. Jest to tzw. czynnik chłodniczy, opisywany literą R (od angielskiego refrigerant) oraz kodem cyfrowym.

Zrozumienie działania pompy ciepła wiąże się z poznaniem dwóch własności czynnika chłodniczego, które umożliwiają przenoszenie energii cieplnej od powietrza zewnętrznego do instalacji cieplnej i ogrzewanie budynku. W pompach ciepła Tweetop EcoHeat Complex zastosowany został syntetyczny czynnik chłodniczy, niegroźny dla ludzi i środowiska, o symbolu R410A. Jest to mieszanina dwóch substancji o nazwach chemicznych: Pentafluoroetan i Difluorometan.

Pierwszą, charakterystyczną cechą czynnika chłodniczego R410A, jest wartość temperatury wrzenia (gotowania się) przy ciśnieniu atmosferycznym, która wynosi $-51,6^{\circ}\text{C}$, gdzie minus oznacza temperaturę ujemną. Czynnik ten zatem gotuje się już przy temperaturze $-51,6^{\circ}\text{C}$. Został sztucznie stworzony przez chemików tak, aby posiadać właśnie taką własność. Nikogo nie dziwi fakt, że woda w czajniku przy ciśnieniu otoczenia wrze w temperaturze $+100^{\circ}\text{C}$. Tego akurat nie wymyślili chemicy. Jeżeli garnek z wodą postawimy na ogniu z palnika gazowego lub ogniska, to po pewnym czasie woda w tym naczyniu zacznie wrzeć, a proces ten związany jest ze zmianą stanu skupienia wody: woda zamieni się z cieczy w parę wodną. Identyczne zjawiska zachodzą w czynniku chłodniczym R410A. Jeżeli podgrzejemy go do temperatury wyższej niż $-51,6^{\circ}\text{C}$ to zacznie on wrzeć. Towarzyszy temu analogiczne zjawisko, czyli zmiana stanu skupienia czynnika: R410A zamieni się z cieczy w parę R410A. Jedyna różnica jaka charakteryzuje obie te substancje, to fakt że woda wrze w temperaturze $+100^{\circ}\text{C}$, zaś czynnik chłodniczy R410A w temperaturze $-51,6^{\circ}\text{C}$, mimo to oba procesy są identyczne.

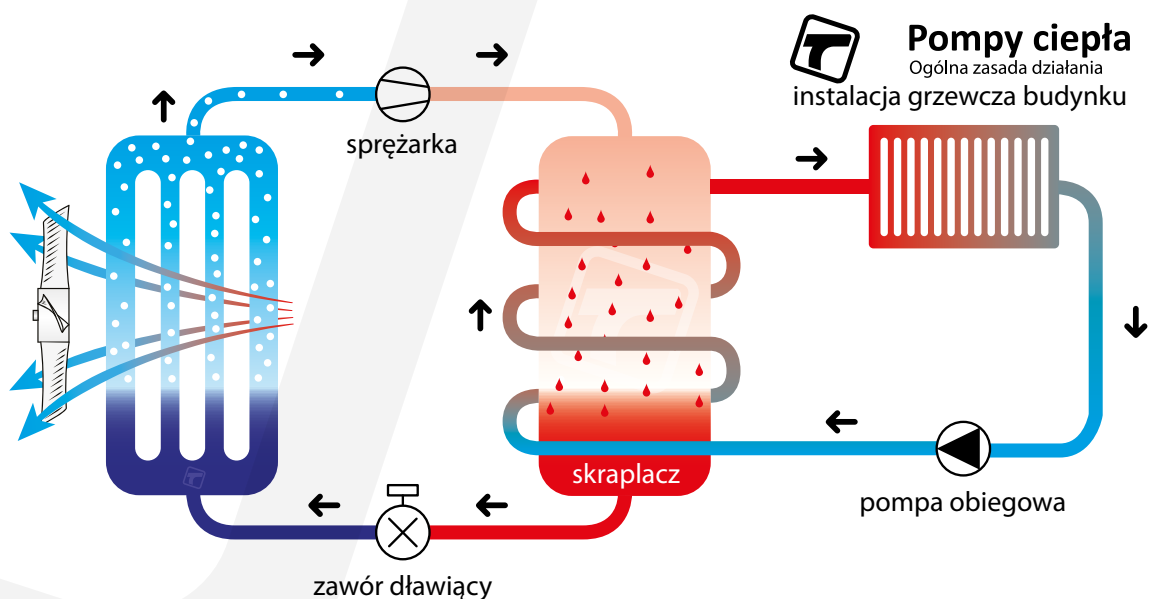
Należy zadać pytanie: dlaczego temperatura wrzenia czynnika chłodniczego R410A jest tak niska? Chemicy stworzyli czynnik o takich własnościach po to, aby pompa ciepła mogła bez przeszkód pozyskiwać ciepło nawet z powietrza o temperaturze -25°C . Przecież -25°C to nadal temperatura dużo wyższa niż $-51,6^{\circ}\text{C}$. Zatem powietrze zewnętrzne, które ma w zimie temperaturę np. -10°C jest wręcz gorące w stosunku do temperatury wrzenia czynnika chłodniczego R410A, a ponieważ jest cieplejsze o ponad 40°C , będzie więc znakomitym źródłem ciepła powodującym wrzenie czynnika chłodniczego.

Drugą właściwością czynników chłodniczych jest to, że podczas sprężania pary czynnika w sprężarce, w wyniku czego gwałtownie rośnie ciśnienie, równie gwałtownie rośnie jego temperatura. A zatem, podczas sprężania w sprężarce, para czynnika chłodniczego podgrzewa się do temperatury bliskiej $+80^{\circ}\text{C}$, a w pewnych warunkach, podczas podgrzewania c.w.u., nawet do $+100^{\circ}\text{C}$. Jest to zjawisko fizyczne znane powszechnie. Takie same właściwości wykazuje powietrze. Gdy pompujemy intensywnie koło w rowerze, to po pewnym czasie końcowa część pompki, ta w której ciśnienie podczas pompowania jest najwyższe, robi się ciepła, a czasami nawet gorąca. Jednak właściwości powietrza podczas sprężania są dużo mniej intensywne niż w przypadku R410A.

Działanie pompy ciepła EcoHeat Complex opiera się na cyklicznie zachodzących przemianach termodynamicznych czynnika chłodniczego. Czynnik chłodniczy, pobierając energię cieplną z powietrza zewnętrznego, przechodzi ze stanu ciekłego w parowy, a proces ten nazywany jest wrzeniem. Czynnik chłodniczy oddając energię cieplną do instalacji grzewczej budynku przechodzi ze stanu parowego w ciekły, a proces ten nazywany jest skraplaniem. Przenoszenie energii cieplnej od powietrza zewnętrznego do instalacji grzewczej budynku odbywa się z wykorzystaniem czterech procesów termodynamicznych czynnika chłodniczego, tj.:

- **wrzenie** czynnika chłodniczego w parowniku w wyniku pobierania ciepła z powietrza zewnętrznego,
- **sprężanie** pary czynnika chłodniczego, czemu towarzyszy gwałtowny wzrost temperatury pary czynnika chłodniczego,
- **skraplanie** pary czynnika chłodniczego w skraplaczu, czemu towarzyszy oddawanie ciepła od gorącej pary do wody z instalacji grzewczej,
- **dławienie** czynnika chłodniczego, czyli obniżanie ciśnienia czynnika, realizowane w zaworze dławiącym, czemu towarzyszy gwałtowny spadek ciśnienia i temperatury czynnika chłodniczego.

Na rysunku 5.1 pokazano schemat ideowy powietrznej pompy ciepła. Czynnik chłodniczy przepływa kolejno przez wszystkie elementy pompy ciepła w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara.



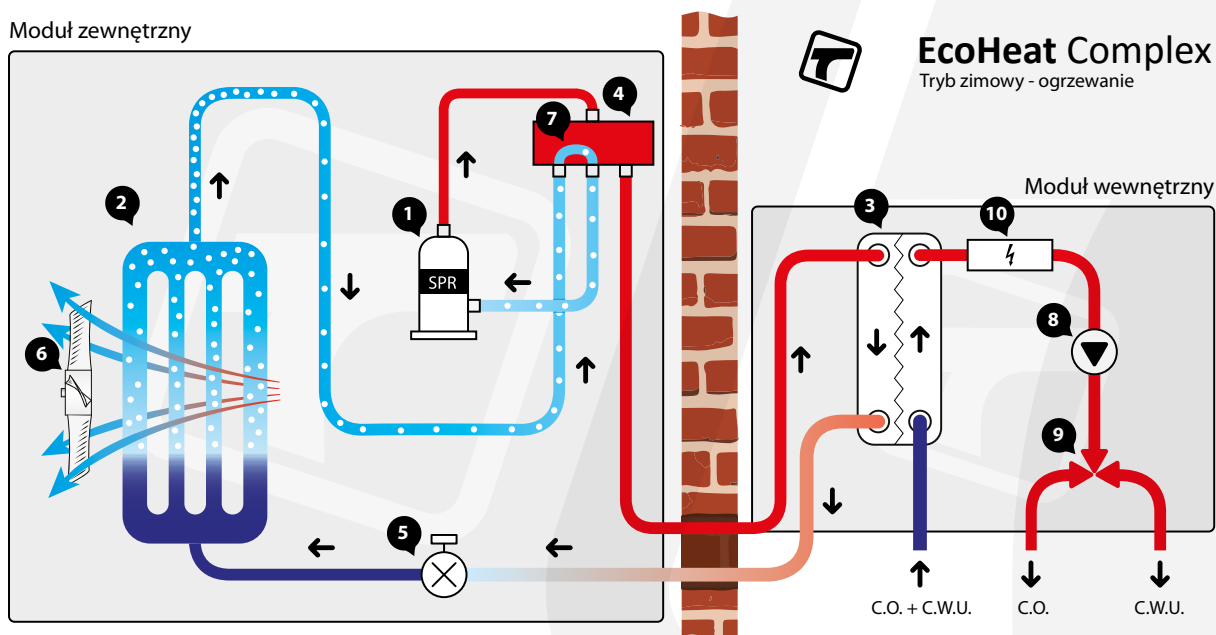
Rys. 5.1. Schemat ideowy obiegu chłodniczego pompy ciepła.

Szczegółowo zasadę działania pompy ciepła opisano w oparciu o tryb grzania i tryb chłodzenia. Na rysunku 5.2 przedstawiono budowę pompy ciepła EcoHeat Complex.

5c

Tryb ogrzewania (zima)

Proces dostarczania ciepła do budynku za pomocą pompy ciepła EcoHeat Complex jest następujący: wentylator (lub wentylatory) znajdujący się w module zewnętrznym pompy ciepła zasysa powietrze zewnętrzne. Powietrze to przepływa przez wymiennik ciepła nazywany parownikiem, który ma budowę lamelową, a więc jest podobny do chłodnicy w samochodzie. Wewnątrz instalacji chłodniczej pompy ciepła znajduje się czynnik chłodniczy, jeżeli zatem powietrze zewnętrzne, które ma np. temperaturę -10°C , przepływa przez parownik, będzie powodowało, że czynnik chłodniczy będący wewnątrz wymiennika ciepła zacznie wrzeć (gotować się) dzięki energii cieplnej pochodzącej z powietrza zewnętrznego. Wielkość wymiennika ciepła i ilość przepływającego powietrza są tak dobrane, że cały czynnik chłodniczy będący w parowniku wrze i zamienia się w parę (identycznie jak gotująca się woda w czajniku). Należy jednak pamiętać, że wrząc, czynnik chłodniczy przejmuje część darmowej energii cieplnej z powietrza zewnętrznego, w wyniku czego powietrze ochładza się na tym wymienniku o około 2 do 3°C . Ochłodzone powietrze wentylator wytłacza przednią częścią obudowy modułu zewnętrznego pompy ciepła.



Rys. 5.2. Budowa instalacji chłodniczej pompy ciepła EcoHeat Complex. Tryb grzania – okres zimowy, gdzie: 1 – sprężarka, 2 – parownik, 3 – skraplacz, 4 – zawór czterodrogowy, 5 – zawór dławiący, 6 – wentylator, 7 – suwak zaworu czterodrogowego, 8 – pompa obiegowa, 9 – zawór trziodrogowy c.o./c.w.u., 10 – grzałka elektryczna.

Czynnik chłodniczy w postaci pary wypływa z parownika (2) i przepływa dalej rurociągiem do zaworu czterodrogowego (4). Zawór ten jest niezbędny do realizacji dwóch funkcji. Po pierwsze, ma on za zadanie zrealizować proces odszraniania parownika w zimie. To jego najważniejsza funkcja, bez niej pompa ciepła nie mogłaby pracować poprawnie w okresie zimowym. Druga funkcja, to umożliwienie realizacji procesu ochładzania budynku latem. Dzięki niemu, w okresie letnim, możliwe jest przełączenie obiegu chłodniczego pompy ciepła do schładzania wody w instalacji klimatyzacyjnej budynku. Zatem czynnik chłodniczy w postaci pary przepływa przez zawór czterodro-

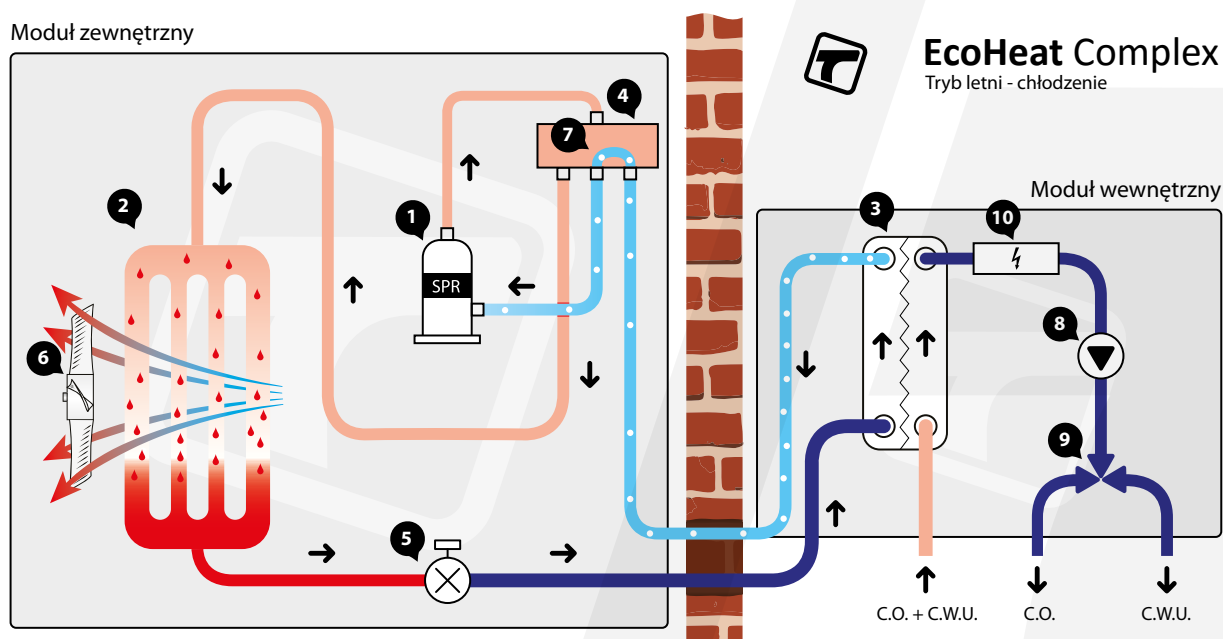
gowy i kierowany jest dalej do sprężarki (1). Sprężarka zasysa parę czynnika chłodniczego i spręża ją, znacznie podnosząc ciśnienie. Drugą właściwością czynników chłodniczych jest to, że podczas gwałtownego podnoszenia ciśnienia, równie gwałtownie rośnie ich temperatura. Zatem okazuje się, że para czynnika chłodniczego wytłaczana ze sprężarki ma bardzo wysoką temperaturę, dochodzącą do wartości nawet $+100^{\circ}\text{C}$, przeważnie temperatura czynnika na tłoczeniu sprężarki waha się w granicach od $+60$ do $+95^{\circ}\text{C}$. Następnie gorąca para czynnika chłodniczego opuszcza sprężarkę i jest dalej przetłaczana do zaworu czterodrogowego, gdzie przepływa przez jego odpowiednie króćce, i dalej rurociągiem dopływa do wnętrza budynku, do kolejnego wymiennika ciepła zamontowanego w module wewnętrznym. Wymiennik ten jest wykonany w postaci wymiennika płytowego, obecnie stosowanego powszechnie w energetyce ciepłej. Gorąca para czynnika chłodniczego wpływa zawsze do tego wymiennika ciepła króćcem górnym. Płynąc w jego wnętrzu, pomiędzy poszczególnymi płytami, oddaje ciepło do wody z instalacji grzewczej budynku, która wtłaczana jest do jego wnętrza poprzez pracę pompy obiegowej (8) znajdującej się w module wewnętrznym. Z uwagi na to, że woda powracająca z instalacji c.o., jest stosunkowo chłodna, a para czynnika chłodniczego bardzo gorąca, wewnątrz wymiennika ciepła podczas przekazywania ciepła wodzie para czynnika chłodniczego zaczyna się skraplać. Z uwagi na proces zmiany stanu skupienia czynnika chłodniczego z parowego w stan ciekły, wymiennik ten nazywany jest skraplaczem (3). Jego wielkość jest tak dobrana, że cały czynnik wpływający do skraplacza w postaci pary po oddaniu ciepła do wody c.o., wypływa z niego już w postaci cieczy. Konieczne jest, aby czynnik chłodniczy znowu był w postaci cieczy, aby można go było z powrotem dostarczyć do parownika (2). W ten sposób cały proces działania pompy ciepła rozpoczyna się od nowa i trwa nieustannie przez cały czas. Jednak nie można w prosty sposób dostarczyć czynnika wpływającego ze skraplacza z powrotem do parownika. Na przeszkodzie stoi ogromna różnica ciśnień, jaka panuje w obu tych wymiennikach ciepła. Otóż w skraplaczu, za sprężarką, panuje bardzo wysokie ciśnienie dochodzące nawet do wartości 35 bar (3,5 MPa), zaś w parowniku, przed sprężarką panuje niskie ciśnienie rzędu ok. 5 bar (0,5 MPa). Taka różnica ciśnień musi być zachowana w pompie ciepła, aby możliwe było pobieranie ciepła z powietrza zewnętrznego przy niskiej temperaturze czynnika chłodniczego (i niskim ciśnieniu) w parowniku (2) oraz oddawanie tego ciepła do podgrzewanej wody c.o. przy dużo wyższej temperaturze (i wysokim ciśnieniu) panującym w skraplaczu (3) pompy ciepła. Pomiedzy skraplaczem pompy ciepła, a parownikiem, czynnik chłodniczy musi przepłynąć przez element dławiący, nazywany zaworem dławiącym lub błędnie nazywanym zaworem rozprężnym. Zawór ten, podobnie jak sprężarka, lecz jak gdyby w przeciwną stronę, gwałtownie obniża ciśnienie czynnika chłodniczego. Jest on wykonany jako kryza, a więc miejscowe zmniejszenie średnicy rurociągu. Gdy czynnik chłodniczy przepłynie z dużą prędkością przez takie zwężenie, jego ciśnienie obniża się do wartości panującej w parowniku. W ten sposób obieg chłodniczy pompy ciepła zamyka się, a wszystkie procesy rozpoczynają się na nowo.

Powyżej przytoczony opis działania pompy ciepła dotyczy okresu zimowego, gdzie pompa ciepła dostarcza energii cieplnej do budynku i podgrzewacza wody użytkowej. Istotnym dla tego procesu jest położenie suwaka (7) w zaworze czterodrogowym (4). Lewy i środkowy króciec zaworu czterodrogowego połączone są suwakiem, tak że para czynnika chłodniczego opuszczająca parownik przepływa swobodnie do sprężarki. Gorąca para ze sprężarki wpływa na górny króciec zaworu czterodrogowego i z uwagi na opisane wyżej położenie suwaka (7), opuszcza zawór prawym króćcem dolnym kierując się do skraplacza. Dzięki takiemu położeniu suwaka w zaworze czterodrogowym w pompie ciepła **realizowany jest tryb grzania**.

5d

Tryb chłodzenia (lato)

Tryb chłodzenia, a więc proces ochładzania wody w instalacji c.o. budynku, realizowany jest poprzez przesunięcie suwaka (7) w zaworze czterodrogowym, w module zewnętrznym. Sterownik pompy ciepła po pomiarze temperatury na zewnątrz i wewnątrz budynku oraz sprawdzeniu indywidualnych ustawień sterownika, kieruje do siłownika zaworu czterodrogowego (cewki elektromagnesu) sygnał o konieczności zmiany położenia suwaka (7). Układ serwonapędu zaworu przesuwając suwak w drugie skrajne położenie, tak że teraz suwak łączy ze sobą w sposób hydrauliczny króćce: środkowy i prawy. W wyniku tego „odwraca” się funkcja grzania pompy ciepła na funkcję chłodzenia, poprzez zmianę kierunku przepływu czynnika chłodniczego, jak to pokazano na rysunku 5.3.



Rys. 5.3. Budowa instalacji chłodniczej pompy ciepła EcoHeat Complex Tryb chłodzenia – okres letni, gdzie: 1 – sprężarka, 2 – parownik, 3 – skraplacz, 4 – zawór czterodrogowy, 5 – zawór dławiący, 6 – wentylator, 7 – suwak zaworu czterodrogowego, 8 – pompa obiegowa, 9 – zawór trzydrogowy c.o./c.w.u., 10 – grzałka elektryczna.

Sprężarka, identycznie jak podczas grzania, wytłacza gorącą parę czynnika chłodniczego do króćca górnego zaworu czterodrogowego. Jednak teraz suwak (7) jest w zupełnie innym położeniu, tak że gorąca para czynnika chłodniczego wypływa z zaworu czterodrogowego lewym dolnym króćcem, który kieruje przepływ czynnika do parownika, zmieniającego w tym przypadku swoją funkcję na: skraplacz. Zatem para wpływa od góry do tego wymiennika, który jest w module zewnętrznym. Wymiennik ten omywany jest powietrzem zewnętrznym przetłaczanym przez wentylator (wentylatory). Należy pamiętać, że para czynnika chłodniczego ma ok. $+90^{\circ}\text{C}$, a powietrze omywające rurki wymiennika ok. $+28^{\circ}\text{C}$ (lato). W wyniku tego czynnik chłodniczy ochładza się i przechodzi w stan ciekły – skrapla się. W takiej postaci opuszcza wymiennik ciepła i kieruje się do zaworu dławiącego. Tutaj cały proces zachodzi identycznie jak zostało to opisane wcześniej. Czynnik chłodniczy zostaje zdławiony, w wyniku czego spada jego ciśnienie oraz temperatura i w takiej postaci trafia do wymiennika płytowego (3), który teraz przejmuje funkcje parownika. Jednocześnie

do tego wymiennika doprowadzana jest woda z instalacji klimatyzacyjnej budynku (z klimakonwektorów, z chłodnicy centrali wentylacyjnej lub z podłógówki, patrz rozdział 10.d). W wymienniku tym czynnik chłodniczy wrze, pobierając ciepło z wody c.o.. W wyniku tego woda c.o. ochładza się, a czynnik chłodniczy przechodzi w stan pary. Ochłodzona woda wykorzystywana jest dalej do chłodzenia budynku, zaś czynnik chłodniczy płynie do zaworu czterodrogowego na lewy dolny króciec. Obecnie położenie suwaka kieruje przepływ czynnika do sprężarki przez co obieg czynnika chłodniczego zamyka się.

6

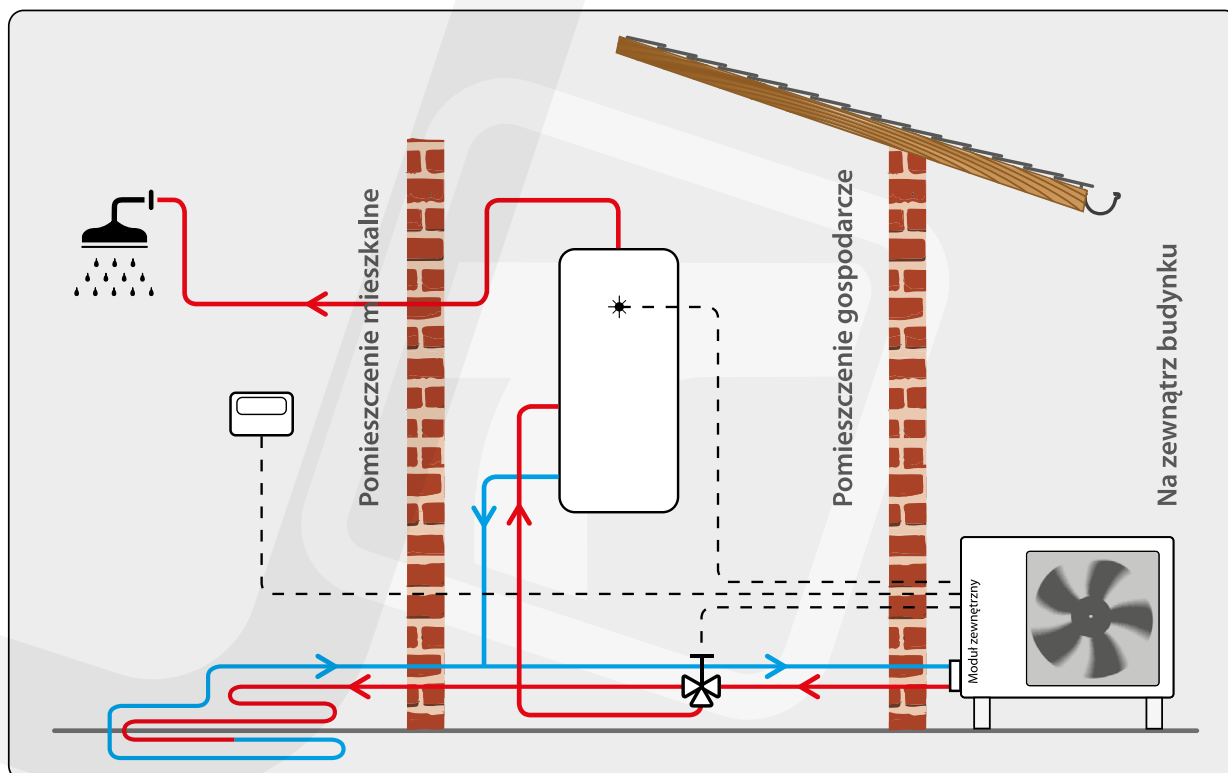
Budowa pompy ciepła

6a

Dlaczego split, a nie monoblok?

Obecnie na polskim rynku dostępne są dwa typy powietrznych pomp ciepła, które określane są mianem: **monoblok** lub **split**. Różnią się od siebie zasadniczo sposobem przenoszenia energii cieplnej od powietrza zewnętrznego do instalacji grzewczej budynku.

Pompy ciepła monoblok do przenoszenia energii cieplnej od pompy ciepła do budynku wykorzystują wodę grzewczą c.o.. Schemat instalacji grzewczej wraz z pompą ciepła typu monoblok pokazano na rysunku 6.1.



Rys. 6.1. Schemat instalacji z pompą ciepła typu monoblok.

Pompy ciepła monoblok zostały tak skonstruowane, że wszystkie elementy stanowiące obieg chłodniczy pompy ciepła zlokalizowane są w obudowie, którą z zasady montuje się na zewnątrz budynku. A zatem, aby przenieść energię cieplną wytwarzaną przez pompę ciepła do wnętrza budynku, należy wyprowadzić na zewnątrz rurociągi, które stanowią przedłużenie instalacji grzewczej budynku. Należy pamiętać, że pompa ciepła monoblok, to pompa ciepła typu: powietrze/woda, a zatem wymaganym przez producenta nośnikiem ciepła, który ma wyprowadzać z urządzenia energię cieplną jest: woda. Z uwagi na swoje niezwykle własności termodynamiczne, woda to najlepszy nośnik energii cieplnej, dlatego też tak chętnie jest stosowany przez energetyków w instalacjach grzewczych.

Niestety woda ma jedną, ale bardzo znaczącą wadę: gdy osiągnie temperaturę niższą niż 0°C – zamarza i staje się ciałem stałym, a w tym stanie przetłaczanie jej przez rurociągi hydraulicznie nie jest możliwe.

W związku z powyższym zastosowanie pompy ciepła monoblok niesie ze sobą pewne ryzyko eksploatacyjne: gdy w czasie sezonu grzewczego na zewnątrz będzie temperatura -15°C , a z przyczyn pogodowych (silnego wiatru, śnieżycy), na np. 8 godzin, wstrzymane zostanie dostarczanie energii elektrycznej do budynku, ta część instalacji hydraulicznej, która znajduje się na zewnątrz budynku – zamarznie! Dokładnie zamarznie woda w rurociągach i w skraplaczu pompy ciepła. Rozmrożenie rurociągów jest sprawą bardzo prostą, ale rozmrożenie wymiennika płytowego już niestety nie.

Oczywiście bardzo często dzieje się tak, że wielu wykonawców instalacji grzewczych z pompami ciepła typu monoblok rezygnuje z wody jako nośnika ciepła na rzecz płynu, który nie zamarza nawet do -35°C , czyli glikolu. Należy jednak przypomnieć, że producent pompy ciepła monoblok jasno określa jej typ jako: powietrze/woda. Czy wymiana wody na glikol jako nośnik ciepła zmieni coś w jej pracy?

Porównajmy wartości najważniejszego parametru, który świadczy o możliwości substancji do przenoszenia energii cieplnej, to: **właściwa pojemność cieplna**, wyrażona w kJ/kgK . Definiuje ona możliwość przeniesienia energii cieplnej w ilości 1 kJ przez 1 kg substancji podgrzanej o 1 stopień Kelvina. Wartość tego parametru dla wody wynosi: $4,18 \text{ kJ/kgK}$, zaś dla glikolu jest to: $3,17 \text{ kJ/kgK}$, a więc o 24% mniej. To oznacza, że zmiana konstrukcji pompy ciepła, dokonana przez wykonawcę lub projektanta z typu: powietrze/woda, na typ: powietrze/glikol, pociąga za sobą spadek wydajności grzewczej takiej pompy ciepła o 24%. Mówiąc wprost, pompa ciepła typu powietrze/woda o wydajności np. 10 kW po zmianie nośnika ciepła na glikol będzie miała wydajność ok. 7,5 kW, tylko dla tego, że zmieniony nośnik ciepła ma gorsze własności termodynamiczne.

Zatem jak zabezpieczyć użytkownika pompy ciepła przed możliwością zamarznięcia wody w rurociągach i skraplaczu zlokalizowanych na zewnątrz budynku?
Należy zmienić konstrukcję pompy ciepła!

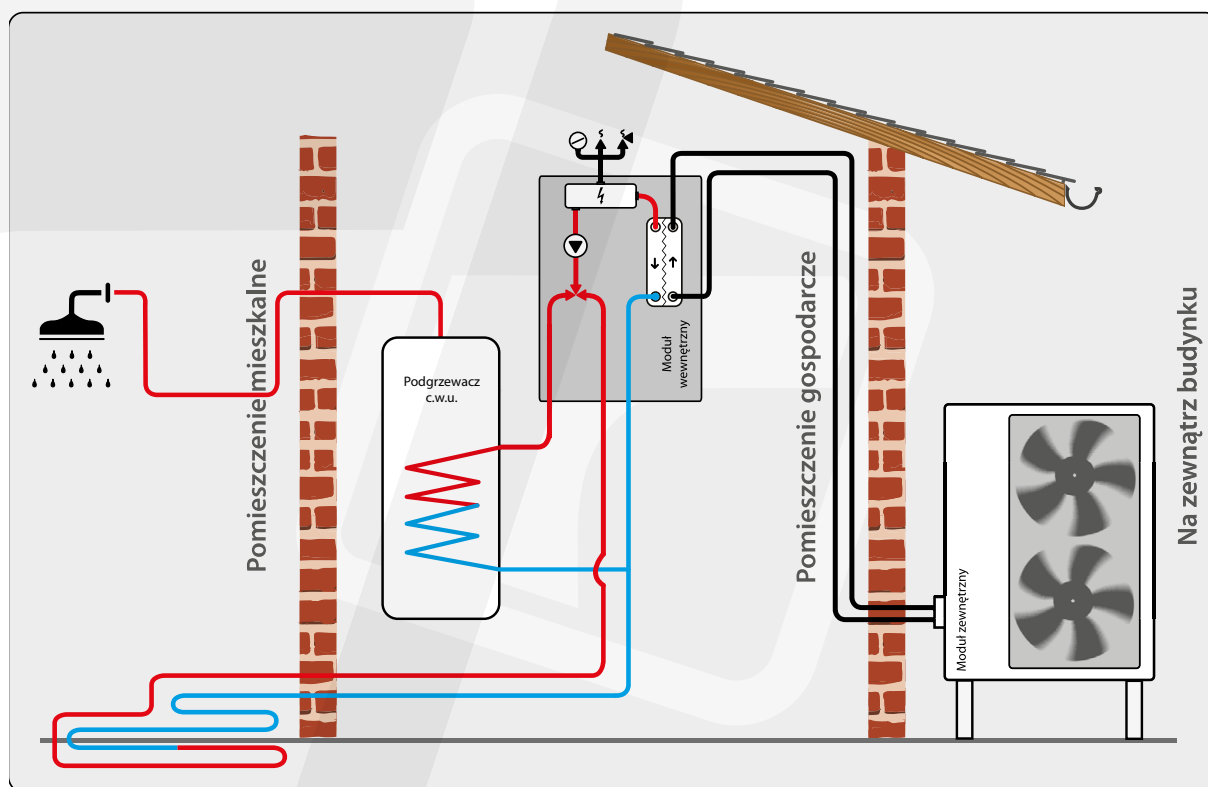
I tak powstały powietrzne pompy ciepła typu split.

6b

Technologia pomp ciepła typu split

Powietrzna pompa ciepła typu split została zaprojektowana tak, aby nie było nawet cienia zagrożenia, że coś w niej może zamarznąć, gdy np. z przyczyn pogodowych zakład energetyczny wyłączy prąd na kilka godzin w środku sezonu grzewczego. Różnica w stosunku do pompy ciepła monoblok polega na radykalnej zmianie jej konstrukcji poprzez „wyjęcie” z obudowy pompy ciepła skraplacza i przeniesienia go do wnętrza budynku. Pompa ciepła typu split zbudowana jest z dwóch, nierozdzielnie działających modułów: modułu zewnętrznego i modułu wewnętrznego, jak to pokazano na rysunku 6.2.

Jednak połączenie tych dwóch modułów odbywa się rurociągami, w których płynąć musi jakiś nośnik ciepła. Tym nośnikiem ciepła jest czynnik chłodniczy, w przypadku pomp ciepła EcoHeat Complex jest to opisany wcześniej R410A. Należy zadać sobie pytanie: czy i tu istnieje ryzyko, że ten czynnik zamarznie gdy wstrzymana zostanie dostawa prądu, a na zewnątrz będzie panowała sroga zima. Tak, jest taka możliwość, że i ten czynnik zamarznie w rurach, jednak zdarzy się to dopiero poniżej temperatury -139°C ponieważ tyle wynosi jego temperatura zamarzania. Jest pewnym, że w naszym klimacie nigdy się to nie zdarzy.



Rys. 6.2. schemat instalacji pompy ciepła typu split.

Jak pokazano to na rysunku 6.2, skraplacz pompy ciepła, a więc ten wymiennik ciepła, za pośrednictwem którego podgrzewana jest woda w instalacji grzewczej budynku oraz c.w.u. w podgrzewaczu, został „przeniesiony” do wnętrza budynku tworząc moduł wewnętrzny. Połączenie sprężarki ze skraplaczem odbywa się poprzez instalację chłodniczą, w której nośnikiem ciepła jest czynnik chłodniczy. Zatem w pompach ciepła typu split woda grzewcza nigdy nie jest wyprowadzona na zewnątrz budynku, ani nie ma konieczności wymieniać wody w instalacji grzewczej na glikol.

W związku z powyższym pompy ciepła typu split pozbawione są tych wszystkich wad jakie posiadają pompy ciepła typu monoblok.

6c

Budowa pompy ciepła EcoHeat Complex

Pompy ciepła EcoHeat Complex są wykonane z dwóch integralnie połączonych modułów: zewnętrzny i wewnętrzny. Moduł zewnętrzny instalowany (posadowiony) jest na zewnątrz budynku, zaś moduł wewnętrzny w pomieszczeniu technicznym, wewnątrz budynku. Moduły te połączone są rurociągami chłodniczymi z rur miedzianych.

Do modułu wewnętrznego podłącza się instalację grzewczą budynku oraz podgrzewacz ciepłej wody użytkowej. W instalacjach tych nośnikiem ciepła jest woda c.o..

6d

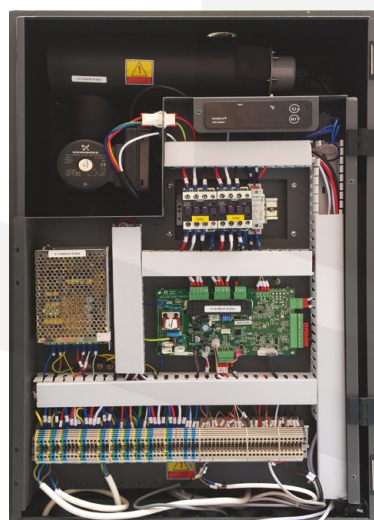
Budowa modułu wewnętrznego

Moduł wewnętrzny swoim wyglądem i sposobem montażu do złudzenia przypomina kocioł gazowy, tak jak to pokazano na rysunku 6.3. Montuje się go na ścianie wewnątrz pomieszczenia, za pomocą wieszaka dostarczonego wraz z elementami wyposażenia pompy ciepła. Moduł wewnętrzny podłącza się do jednofazowej instalacji elektrycznej oraz do instalacji grzewczej i podgrzewacza c.w.u., zupełnie tak jak kocioł gazowy. Wszystkie niezbędne elementy hydrauliczne konieczne do zrealizowania instalacji grzewczej c.o. i c.w.u., stanowią standardowe wyposażenie modułu wewnętrznego. W szczególności są to:

- skraplacz – wymiennik płytowy,
- elektroniczna pompa obiegowa,
- zawór trzydrogowy przełączający pomiędzy zasilaniem bufora c.o., a podgrzewaczem c.w.u.,
- grzałka elektryczna o mocy 3 kW,
- czujnik przepływu wody,
- dwa czujniki temperatury, na powrocie i zasilaniu wody c.o..



Widok zewnętrzny



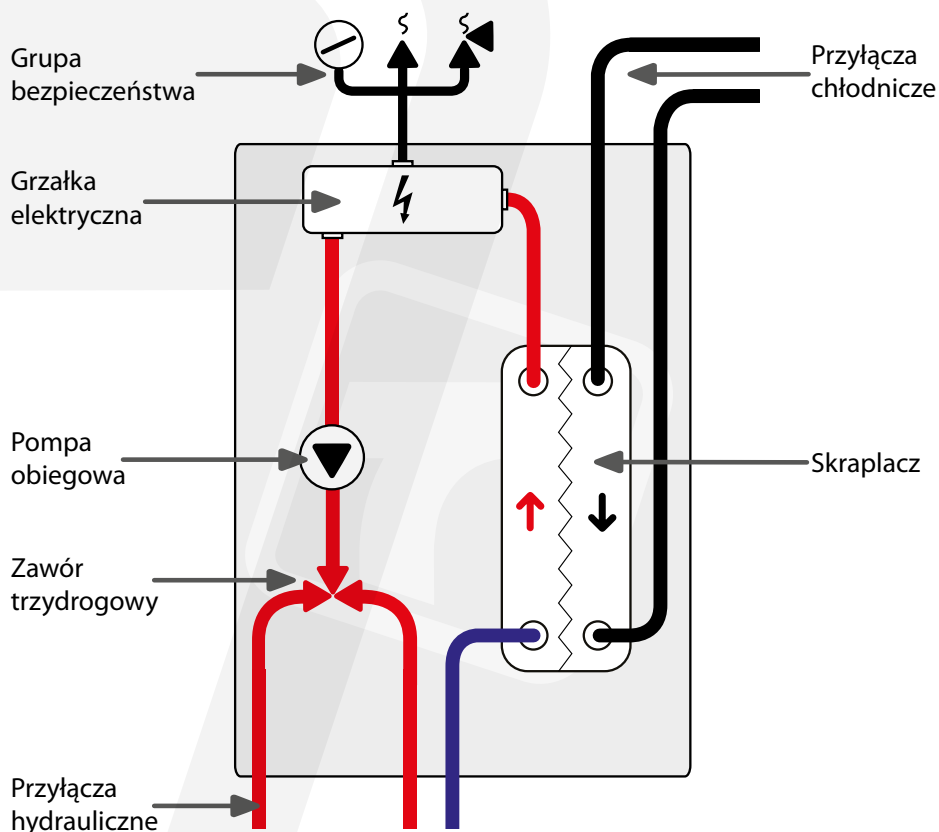
Widok wewnętrzny

Rys. 6.3. Widok zewnętrzny i wewnętrzny modułu wewnętrznego.

Wraz z pompą ciepła, w komplecie standardowo przekazywane jest instalatorowi następujące wyposażenie dodatkowe, niezbędne do prawidłowego zainstalowania pompy ciepła:

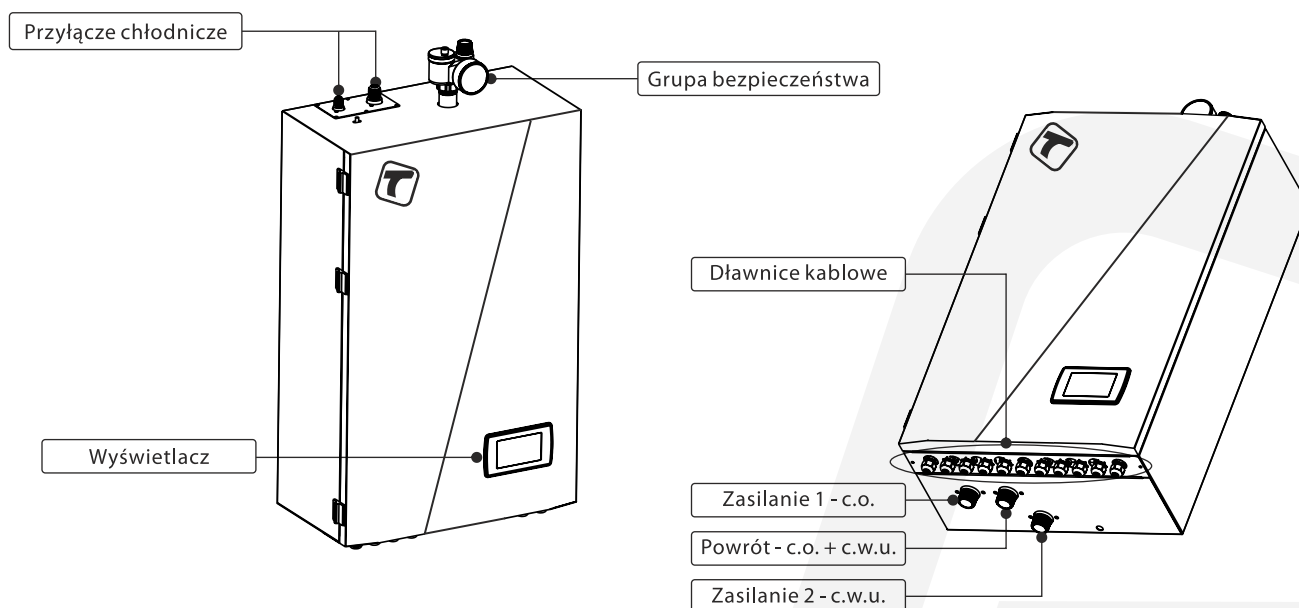
- czujnik temperatury bufora c.o.,
- czujnik temperatury podgrzewacza c.w.u.,
- dwa czujniki temperatury zasilania instalacji z zaworami mieszającymi,
- czujnik temperatury wewnętrznej,
- czujnik temperatury zewnętrznej,
- grupa bezpieczeństwa: zawór bezpieczeństwa 3 bary, manometr, odpowietrznik.

Schemat ideowy budowy modułu wewnętrznego pokazano na rysunku 6.4. Moduł wewnętrzny posiada pięć króćców przyłączeniowych, dwa dla połączenia modułu zewnętrznego (instalacja chłodnicza), jeden do zasilania instalacji grzewczej budynku, jeden do zasilania podgrzewacza c.w.u. oraz jeden stanowiący wspólny powrót z instalacji c.o. i c.w.u..



Rys. 6.4. Schemat ideowy budowy modułu wewnętrznego.

Na rysunku 6.5 pokazano widok ogólny modułu wewnętrznego z widocznymi miejscami położenia króćców przyłączeniowych.

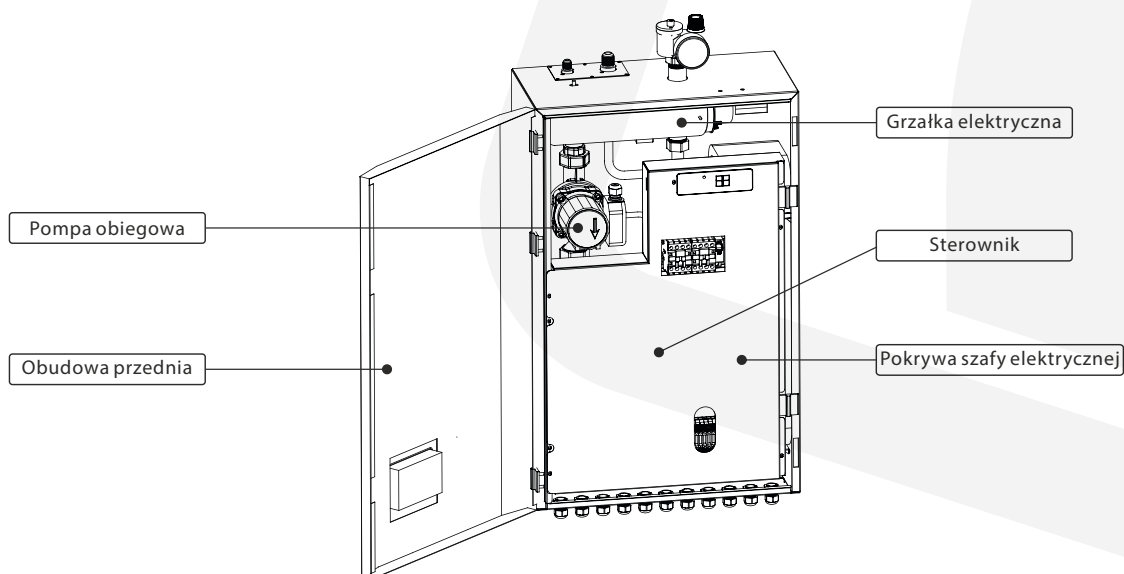


Rys. 6.5. Widok ogólny modułu wewnętrznego.

W dolnej części obudowy, moduł wewnętrzny posiada dławnice elektryczne, którymi wprowadza się przewody elektryczne zasilające i sterownicze.

Na przedniej obudowie modułu wewnętrznego znajduje się panel sterowniczy, za pośrednictwem którego użytkownik komunikuje się ze sterownikiem pompy ciepła.

Na rysunku 6.6 pokazano widok wnętrza modułu wewnętrznego z widocznymi charakterystycznymi elementami wyposażenia.



Rys. 6.6. Widok wnętrza modułu wewnętrznego z charakterystycznymi elementami wyposażenia.

Pod pokrywą szafy elektrycznej znajduje się sterownik główny pompy ciepła wraz z elektrycznymi elementami wykonawczymi (przełączniki, styczniki, przyłącze elektryczne).

6e

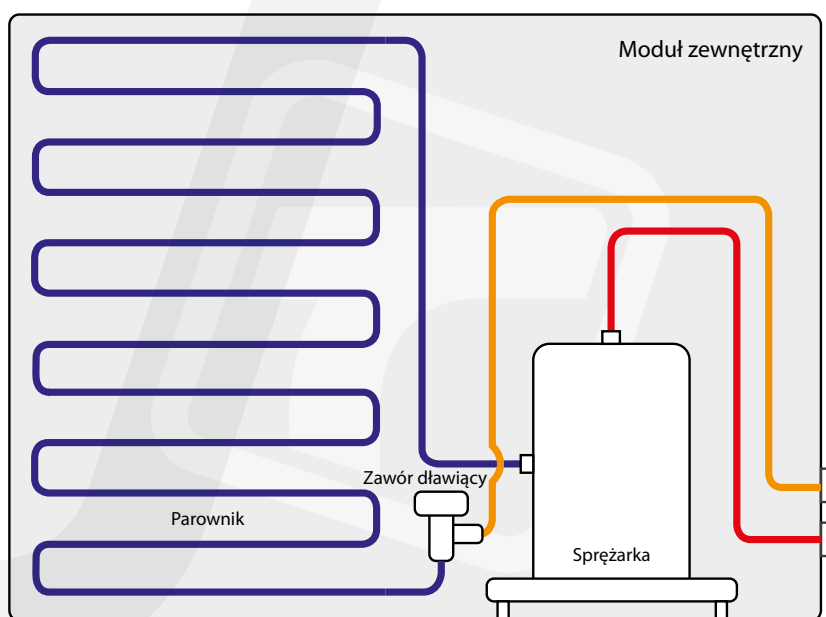
Budowa modułu zewnętrznego



Moduł zewnętrzny, którego wygląd pokazano na rysunku 6.7, stanowi integralny element pompy ciepła, który jest montowany na zewnątrz budynku. Charakterystycznym, widocznym na „pierwszy rzut oka” elementem modułu zewnętrznego jest wentylator lub wentylatory. W pompie ciepła EcoHeat Complex 13 S10 zamontowane są dwa wentylatory, zaś w pompie ciepła EcoHeat Complex 09 S10 i EcoHeat Complex 11 S10, jeden wentylator.

Rys. 6.7. Widok ogólny modułu zewnętrznego.

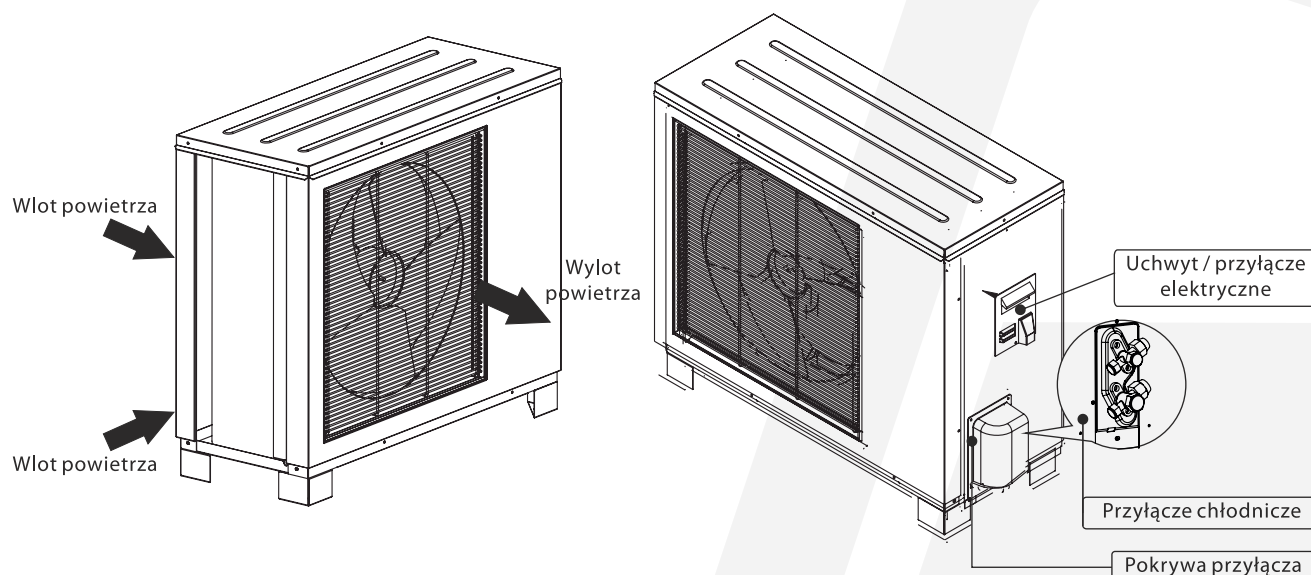
Moduł zewnętrzny pełni najważniejszą funkcję w pompie ciepła. Dzięki niemu pozyskiwana jest energia cieplna z powietrza zewnętrznego. Zatem to w module zewnętrznym znajduje się najważniejszy wymiennik ciepła, który pozyskuje energię odnawialną – parownik. Ponadto, znajdują się tam również pozostałe elementy instalacji chłodniczej pompy ciepła, a więc: sprężarka, zawór dławiący, zawór czterodrogowy, czujniki i przetworniki ciśnienia oraz elementy dodatkowe, bardzo ważne dla prawidłowej pracy pompy ciepła: wentylatory, grzałka karteru sprężarki, grzałka tacy ociekowej, czujniki temperatur, elektroniczny układ zasilania sprężarki – inwerter, instalacja elektryczna i sterownik. Na rysunku 6.8 pokazano schemat budowy wewnętrznej modułu zewnętrznego.



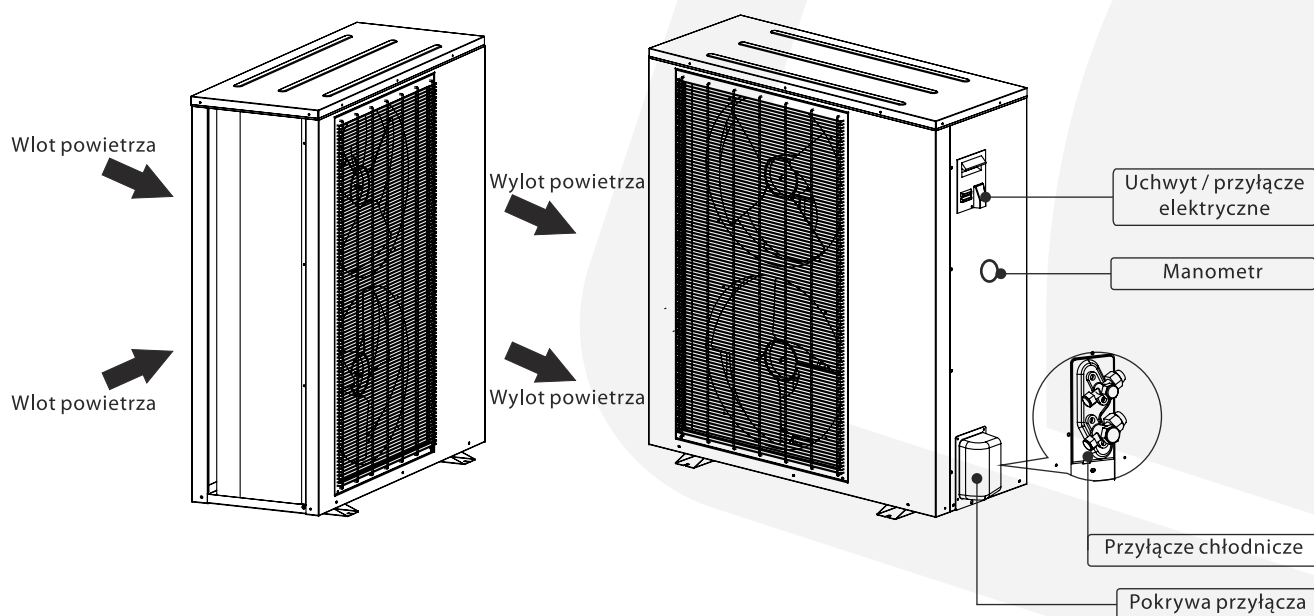
Rys. 6.8. Schemat ideowy budowy modułu zewnętrznego.

Należy pamiętać, że powietrze do pompy ciepła zasysane jest od tyłu urządzenia, zaś wytłaczane jest przez wentylatory z przodu urządzenia (patrzac na rysunek 6.7). Z tym wiąże się konieczność dochowania wszelkiej staranności w prawidłowym posadowieniu modułu zewnętrznego na zewnątrz budynku.

Na rysunku 6.9 oraz 6.10 pokazano widok modułu zewnętrznego z widocznym miejscem usytuowania króćców chłodniczych.



Rys. 6.9. Widok ogólny modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex 9 S10 i EcoHeat Complex 11 S10.



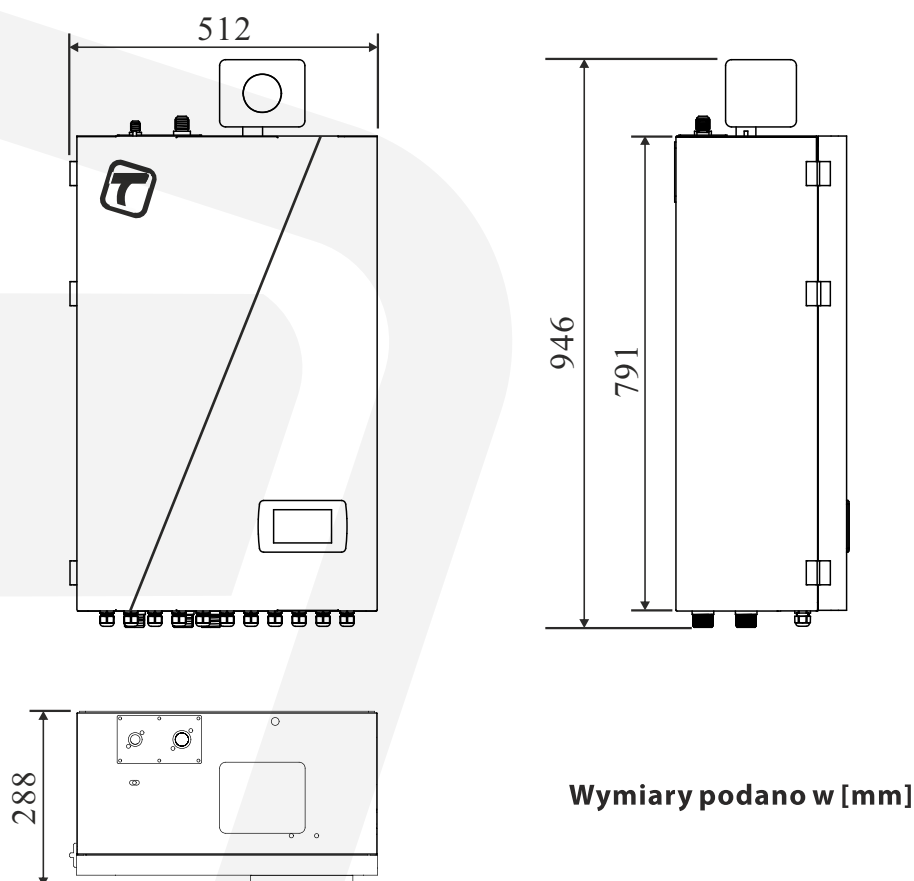
Rys. 6.10. Widok ogólny modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10.

Na prawym boku obudowy (w obu modelach), znajdują się przyłącza króćców chłodniczych. Do nich podłącza się chłodniczą instalację rurową prowadzącą od modułu wewnętrznego. Z punktu widzenia instalacyjnego, należy pamiętać, że moduł zewnętrzny wypełniony jest prawidłową ilością czynnika chłodniczego.

6f

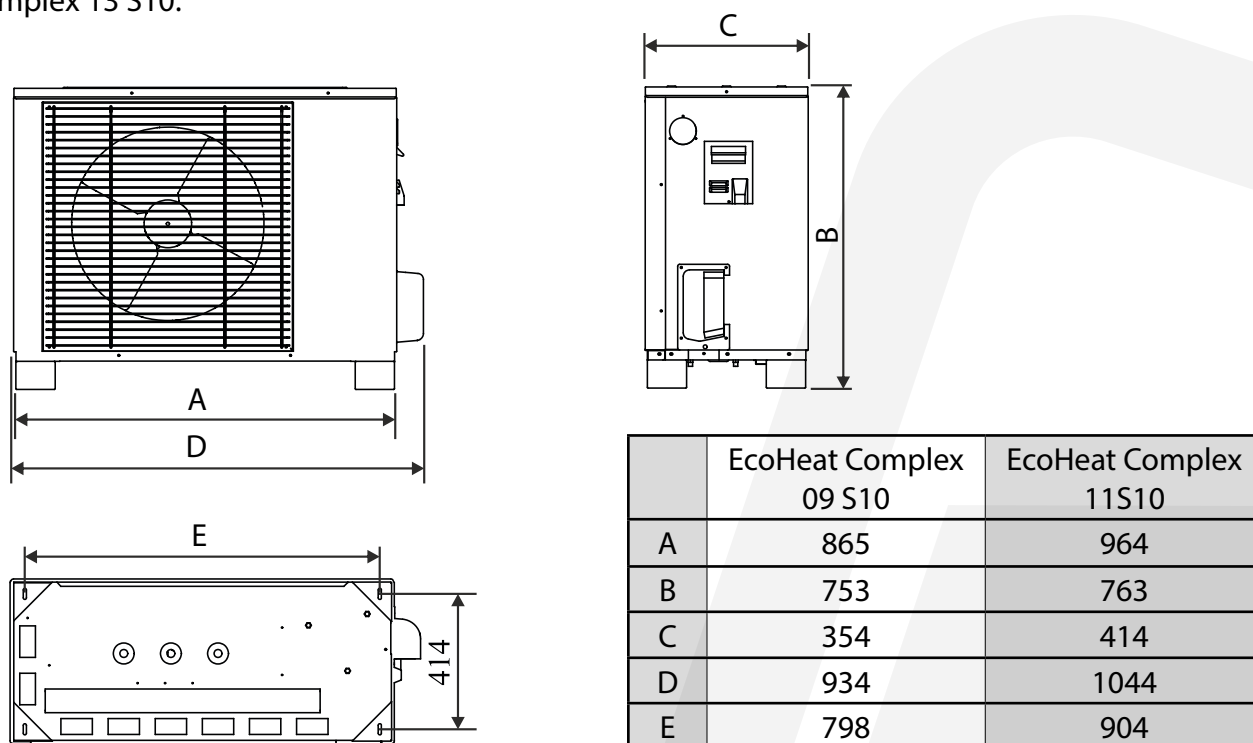
Wymiary gabarytowe pompy ciepła

Na rysunku 6.11 pokazano wymiary gabarytowe modułu wewnętrznego. Należy zauważyć, że moduł wewnętrzny jest identyczny pod względem wielkości dla modelu pompy ciepła EcoHeat Complex 9 S10, EcoHeat Complex 11 S10 oraz dla EcoHeat Complex 13 S10.

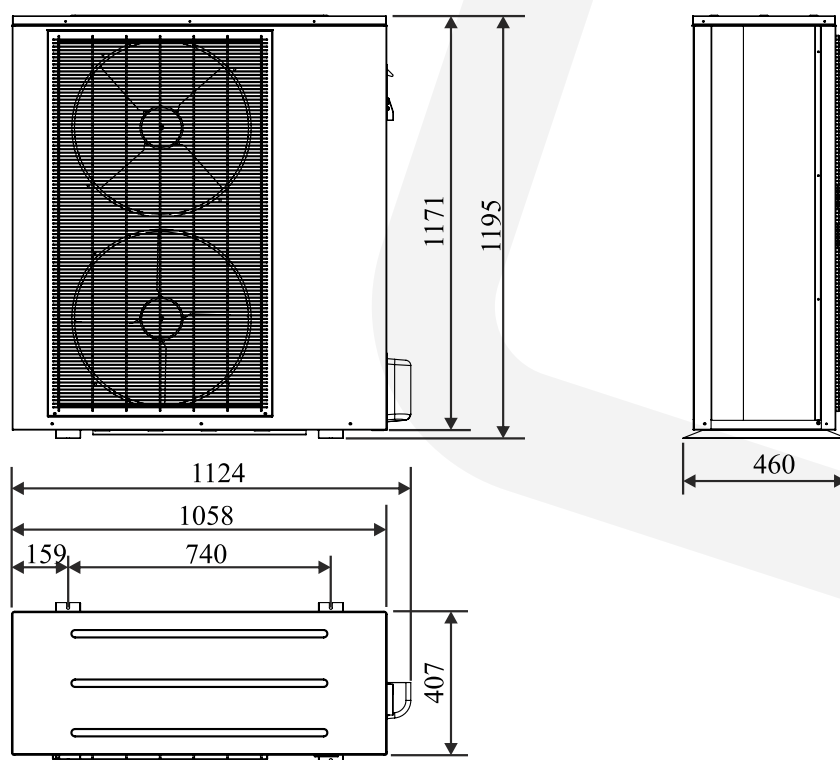


Rys. 6.11. Wymiary gabarytowe modułu wewnętrznego (EcoHeat Complex 9 S10, EcoHeat Complex 11 S10 i EcoHeat Complex 13 S10).

Na rysunku 6.12 pokazano wymiary gabarytowe modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex 9 S10 oraz EcoHeat Complex 11 S10, zaś na rysunku 6.13 pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10.



Rys. 6.12. Wymiary gabarytowe modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex 9 S10 i EcoHeat Complex 11 S10 (wymiar podany w mm).



Rys. 6.13. Wymiary gabarytowe modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10 (wymiar podany w mm).

6g

Dane techniczne pomp ciepła EcoHeat Complex

W tabeli 6.1 zamieszczono wszystkie dane techniczne pomp ciepła EcoHeat Complex. Należy zwrócić uwagę, że przyłącza chłodnicze, zgodnie z wieloletnią tradycją, mają wymiary podane w calach. Rurociągi chłodnicze wykonane z rur miedzianych mają średnice określone w calach, a nie jak w instalacjach grzewczych, w milimetrach. Więcej informacji znajduje się w rozdziale: 15. C. Połączenie chłodnicze jednostek.

Tabela 6.1. Dane techniczne pomp ciepła EcoHeat Complex.

Parametr	jednostka	EcoHeat Complex 09 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Średnia wartość SCOP wg ErP nr 813/2013	-	3,99	3,92	3,90
Wydajność cieplna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 35/30°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	10,10	11,50	12,60
Wartość COP przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 35/30°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	-	4,03	3,82	3,89
Wydajność cieplna minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 35/30°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	4,33 / 10,10	4,67 / 11,50	4,2 / 12,60
Pobór mocy elektrycznej przy grzaniu minimum/maksimum przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 35/30°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	0,975 / 2,15	0,915 / 3,03	0,926 / 3,07
Wartość COP minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 35/30°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	-	4,03 / 4,65	3,82 / 5,05	3,89 / 4,77
Wydajność cieplna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 45/40°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	9,53	10,70	11,50
Wartość COP przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 45/40°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	-	3,17	2,95	3,08
Wydajność cieplna minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 45/40°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	4,19 / 9,53	4,14 / 10,7	3,76 / 11,5
Pobór mocy elektrycznej przy grzaniu minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 45/40°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	kW	1,23 / 2,99	1,22 / 3,62	1,26 / 3,72
Wartość COP minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót c.o.: 45/40°C, powietrze zasysane wlot/wylot: 7/6°C	-	3,12 / 3,55	2,95 / 3,56	2,97 / 3,28
Wydajność chłodnicza maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	6,84	9,20	10,31

Współczynnik EER przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		-	2,09	2,68	3,29
Wydajność chłodnicza minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		kW	4,10 / 6,84	4,33 / 9,20	4,29 / 10,37
Pobór mocy elektrycznej przy chłodzeniu minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		kW	0,33 / 1,23	0,993 / 3,46	0,957 / 3,15 W
Współczynnik EER minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		-	2,09 / 3,23	2,68 / 4,11	3,29 / 4,63
Wydajność chłodnicza maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		kW	5,05	6,74	7,90
Współczynnik EER przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		-	1,58	2,15	2,63
Wydajność chłodnicza minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		kW	2,35 / 5,05	2,17 / 6,74	2,34 / 7,91
Pobór mocy elektrycznej przy chłodzeniu minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		kW	1,08 / 3,2	0,924 / 3,13	1,00 / 3,01
Współczynnik EER minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C		-	1,58 / 2,40	2,15 / 3,00	2,33 / 3,12
Zakres roboczy temperatury powietrza zewnętrznego przy ogrzewaniu		°C	od -25 do +45	od -25 do +45	od -25 do +45
Zakres roboczy temperatury powietrza zewnętrznego przy chłodzeniu		°C	od 0 do +55	od 0 do +55	od 0 do +55
Zakres temperatury wody c.o. na powrocie		°C	od +18 do +50	od +18 do +50	od +18 do +50
Maksymalny pobór mocy elektrycznej pompy obiegowej w module wewnętrznym		W	87	87	87
Zasilanie elektryczne		-	230 V / 50 Hz / 1 Ph	230 V / 50 Hz / 1 Ph	230 V / 50 Hz / 1 Ph
Ilość czynnika chłodniczego R410A w instalacji		kg	2,45	2,55	3,00
Typ sprężarki		-	Rotacyjna Panasonic	Rotacyjna Panasonic	Rotacyjna Panasonic
Wentylator jednostki zewnętrznej	ilość	szt.	1	1	2
	wydajność objętościowa	m ³ /h	3000	3100	4100
	łączna moc elektryczna silnika /silników	W	60	76	120
Emitowany hałas jednostki:	wewnętrznej	dB (A)	30	30	30
	zewnętrznej	dB (A)	56	56	59
Przepływ wody przez skraplacz	minimalny	dm ³ /s	0,26	0,31	0,37
	nominalny	dm ³ /s	0,43	0,52	0,61
	maksymalny	dm ³ /s	0,51	0,62	0,73
Budowa skraplacza		-	wymiennik płytowy	wymiennik płytowy	wymiennik płytowy

Króćce przyłączeniowe strony chłodniczej modułu wewnętrznego	cieczowy	cal	3/8	3/8	3/8
	parowy	cal	1/2	1/2	5/8
Króćce przyłączeniowe strony chłodniczej modułu zewnętrznego	cieczowy	cal	3/8	3/8	3/8
	parowy	cal	1/2	1/2	5/8
Króćce przyłączeniowe strony wodnej w module wewnętrznym	gwint zewnętrzny	cal	1	1	1
Wymiary modułu wewnętrznego	wysokość x szerokość x głębokość	mm	790 x 505 x 288	790 x 505 x 288	790 x 505 x 288
Wymiary modułu zewnętrznego	wysokość x szerokość x głębokość	mm	753 x 934 x 354	763 x 1044 x 414	1195 x 1123 x 400
Ciężar modułu wewnętrznego		kg	50	50	55
Ciężar modułu zewnętrznego		kg	62,5	75	113
pojemność wodna modułu wewnętrznego		kg	4,5	4,8	5,0

6h

Podstawowe pojęcia

COP – współczynnik wydajności cieplnej (ang.: Coefficient of Performance)

Jest to współczynnik, który określa sprawność obiegu chłodniczego pompy ciepła w trybie grzania. Definiowany jest jako stosunek mocy grzewczej (wydajności cieplnej) dostarczonej do instalacji grzewczej budynku do napędowej mocy elektrycznej, pobranej przez sprężarkę. Jeżeli COP wynosi 3, oznacza to, że 1 kWh energii elektrycznej pobrana przez sprężarkę powoduje dostarczenie do budynku energii cieplnej w ilości 3 kWh. COP jest najistotniejszym parametrem charakteryzującym pracę pompy ciepła.

$$COP = \frac{Q_k}{N_e} [-]$$

gdzie:

Q_k – wydajność cieplna [kW],

N_e – moc elektryczna pobierana przez sprężarkę [kW].

EER – współczynnik wydajności cieplnej (ang.: Energy Efficiency Ratio)

Jest to współczynnik, który określa sprawność obiegu chłodniczego pompy ciepła w trybie chłodzenia. Definiowany jest jako stosunek wydajności chłodniczej, czyli ilości energii cieplnej odprowadzonej z budynku w trybie chłodzenia do napędowej mocy elektrycznej, pobranej przez sprężarkę. Jeśli EER wynosi 3, oznacza to, że 1 kWh energii elektrycznej pobrana przez sprężarkę powoduje wyprowadzenie na zewnątrz budynku 3 kWh ciepła (w trybie chłodzenia).

$$EER = \frac{Q_o}{Q_e} [-]$$

gdzie:

Q_o – wydajność chłodnicza [kW],

Q_e – moc elektryczna pobierana przez sprężarkę [kW].

Sprężarka

Jest to maszyna energetyczna, stosowana w celu sprężania pary czynnika chłodniczego od ciśnienia parowania do ciśnienia skraplania w instalacji chłodniczej pompy ciepła.

Skraplacz

Jest to wymiennik ciepła, w którym zachodzi proces skraplania pary czynnika chłodniczego z jednoczesnym oddawaniem ciepła do wody obiegowej c.o.. W pompie ciepła EcoHeat Complex stosowane są skraplacze o budowie wymiennika płytowego.

Parownik

Jest to wymiennik ciepła, w którym następuje wrzenie czynnika chłodniczego, na skutek pobierania energii cieplnej od powietrza zewnętrznego. Parownik ma budowę lamelową.

Zawór dławiący

Jest to zawór regulacyjny, którego zadaniem jest prawidłowe zasilanie parownika w ciekły czynnik chłodniczy, przy jednoczesnym obniżaniu ciśnienia czynnika chłodniczego, od ciśnienia skraplania do ciśnienia parowania.

Zawór czterodrogowy

Jest to zawór stosowany w instalacji chłodniczej pompy ciepła do realizacji dwóch zadań: przełączania pompy ciepła z trybu grzania w tryb chłodzenia oraz umożliwienia odszraniania parownika w okresie zimowym.

Odszranianie

Jest to proces, który umożliwia cykliczne usuwanie szronu i lodu z powierzchni parownika pompy ciepła. Realizowane jest, dzięki chwilowej zmianie funkcji parownika i skraplacza, poprzez odwrócenie obiegu chłodniczego przez zawór czterodrogowy i doprowadzenie do parownika gorącej pary czynnika ze sprężarki.

Czynnik chłodniczy

Jest to substancja obiegowa, stosowana powszechnie w instalacjach chłodniczych i pompach ciepła. Posiada zdolność wrzenia (gotowania się) przy bardzo niskich temperaturach i skraplania się przy bardzo wysokich temperaturach. W pompach ciepła EcoHeat Complex stosuje się czynnik chłodniczy o symbolu R410A, którego normalna temperatura wrzenia wynosi $-51,6^{\circ}\text{C}$.

Grzałka karteru

Jest to grzałka o niewielkiej mocy elektrycznej, służąca do ogrzewania tej części sprężarki, w której zgromadzony jest olej smarny. Grzałka karteru uruchamiana jest tylko i wyłącznie przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych oraz podczas postoju sprężarki. Ma za zadanie zabezpieczyć olej smarny przed rozpuszczaniem się w nim czynnika chłodniczego.

Grzałka tacy ociekowej

Jest to grzałka umiejscowiona w dolnej obudowie modułu zewnętrznego pompy ciepła, która stanowi tacę ociekową dla skroplin. Podczas procesu odszraniania, szron i lód zamienia się w

wodę, która spływa do tacy ociekowej. Jeżeli temperatura zewnętrzna jest bardzo niska, sterownik uruchamia grzałkę tacy ociekowej, aby spływające skropliny nie zamarzały w tacy ociekowej, ale wypływały na zewnątrz obudowy pompy ciepła.

Punkt biwalentny

Jest to ustalona przez użytkownika temperatura powietrza zewnętrznego, poniżej której sterownik pompy ciepła uruchamia dodatkowe źródło ciepła, tzw. źródło szczytowe. Rozróżnia się dwa rodzaje pracy pompy ciepła w trybie biwalentnym.

Tryb biwalentny monoenergetyczny

To taki tryb, w którym szczytowym źródłem ciepła jest grzałka elektryczna, a więc urządzenie, które zasilane jest takim samym rodzajem energii napędowej jak pompa ciepła.

Tryb biwalentny równoległy

To taki tryb, w którym szczytowe źródło ciepła zasilane jest innym rodzajem energii napędowej np.: kocioł olejowy zasilany olejem opałowym.

Tryb monowalentny

To taki tryb, w którym pompa ciepła samodzielnie pokrywa zapotrzebowanie budynku na ciepło bez dołączania innych źródeł energii.

6i

Informacja środowiskowa

W obecnie stosowanych urządzeniach chłodniczych i pompach ciepła, jako czynnik roboczy stosuje się czynniki chłodnicze, które należą do grupy tzw. fluorowanych gazów cieplarnianych. Unia Europejska nakazuje ścisłą kontrolę stosowania tych substancji na terenie państw wspólnoty. W związku z powyższym konieczne jest oznakowanie każdej pompy ciepła i zamieszczenie na jej obudowie oraz w materiałach technicznych, informacji środowiskowej o tzw. F-gazach.

W pompach ciepła EcoHeat Complex zastosowano czynnik chłodniczy o symbolu R410A. W tabeli 6.2 przedstawiono informacje wymagane Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014.

Tabela 6.2. Informacja środowiskowa dotycząca F-gazów.

Dane	Jednostka	Model pompy ciepła		
		EcoHeat Complex 9 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Informacja o zastosowanej substancji	-	zawiera fluorowe gazy cieplarniane		
Rodzaj czynnika chłodniczego	-	R410A		
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego GWP dla R410A	-	2 088		
Ilość czynnika chłodniczego w obiegu chłodniczym pompy ciepła	kg	2,45	2,55	3,0
Ekwiwalent tCO ₂ -eq	t CO ₂	5,1	5,32	6,26
Typ obiegu chłodniczego		otwarty		

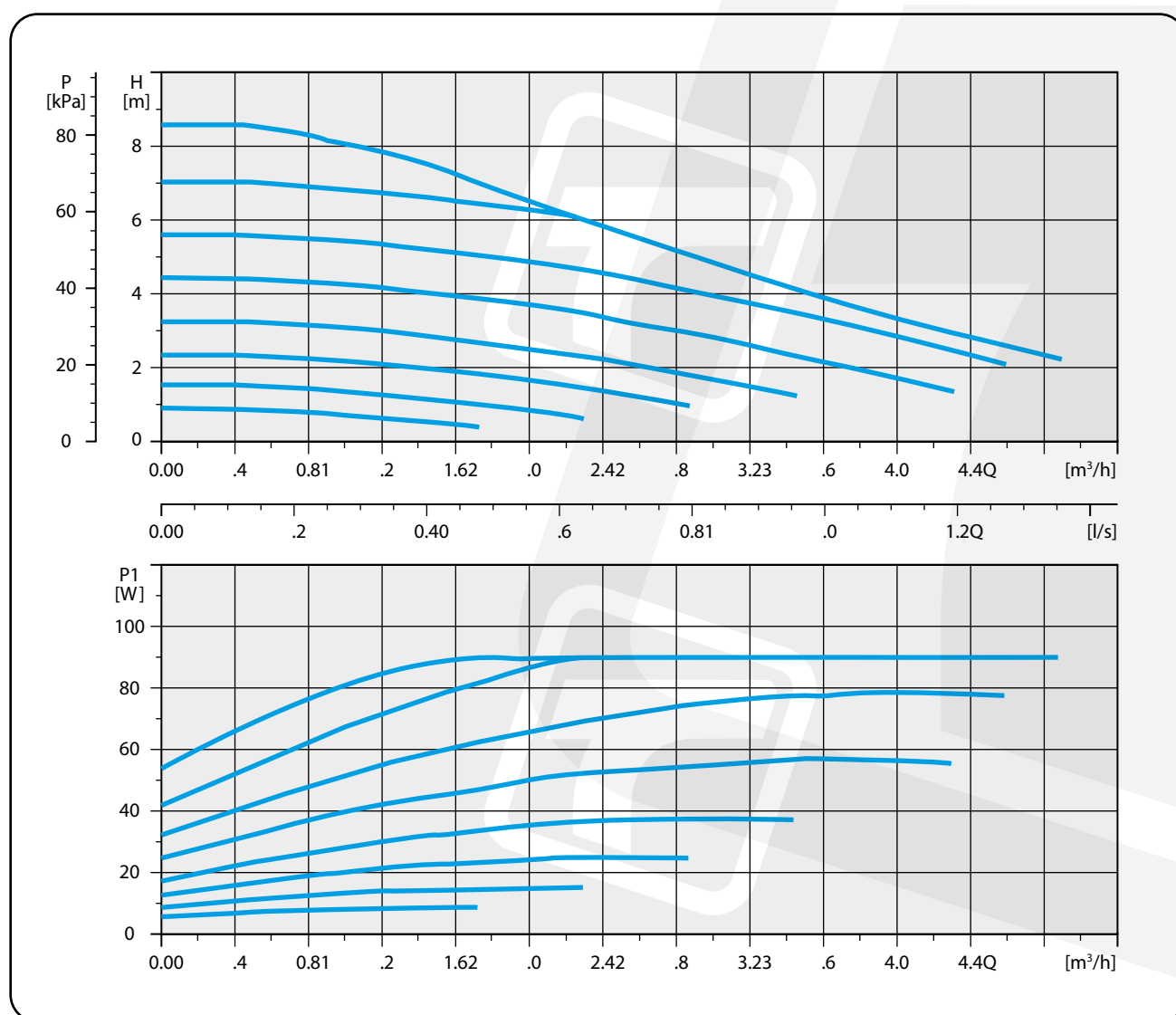
6j

Parametry techniczne pompy obiegowej

W module wewnętrznym pompy ciepła EcoHeat Complex zainstalowano elektroniczną pompę obiegową firmy Grundfos. We wszystkich modelach pomp ciepła EcoHeat Complex 9S10, EcoHeat Complex 11S10 i 13S10 znajdują się takie same pompy obiegowe o symbolu UPM GEO 25-85.

Sterowanie wewnętrzną pompą obiegową odbywa się za pośrednictwem sterownika pompy ciepła. Można ustawić kilka trybów pracy pompy obiegowej i dostosować jej pracę do charakterystyki instalacji odbiorczej.

Na rysunku 6.14 przedstawiono charakterystykę wydajności objętościowej w zależności od wysokości podnoszenia pompy obiegowej modułu wewnętrznego.



Rys. 6.14. Charakterystyka wydajności objętościowej w zależności od wysokości podnoszenia pompy obiegowej zainstalowanej w module wewnętrznym pompy ciepła EcoHeat Complex 9S10, 11S10 i 13S10.

Należy zauważyć, jak to opisano w tabeli 6.1, że nominalny przepływ wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła EcoHeat Complex 9S10 wynosi: $0,43 \text{ dm}^3/\text{sek.}$ czyli $1,55 \text{ m}^3/\text{h}$, dla modelu EcoHeat Complex 11S10 wynosi: $0,52 \text{ dm}^3/\text{sek.}$ czyli $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$, zaś dla modelu EcoHeat Complex 13S10 wynosi: $0,61 \text{ dm}^3/\text{sek.}$ czyli $2,2 \text{ m}^3/\text{h}$.

7

Charakterystyki energetyczne pompy ciepła EcoHeat Complex

Efektywność działania pompy ciepła ma bezpośredni wpływ na koszty ogrzewania budynku, a więc na to, ile użytkownik zapłaci za prąd elektryczny do napędu pompy ciepła – sprężarki. Miarą efektywności jest sprawność działania urządzenia. W przypadku pomp ciepła nie mówi się o sprawności, a o współczynniku wydajności grzewczej, ponieważ wartość tego parametru zawsze jest większa od 1, czyli od 100%. Dzieje się tak dlatego, że pompa ciepła nie produkuje energii cieplnej jak np. kocioł gazowy podczas spalania paliwa, ale przenosi energię cieplną od powietrza zewnętrznego do wnętrza budynku, czyli z parownika do skraplacza. Całą istotą wyższości pomp ciepła nad tradycyjnymi urządzeniami grzewczymi jest to, że potrafią one przenieść dużo więcej energii cieplnej niż zużywają do napędu sprężarki. Zatem, jeżeli sprawność pompy ciepła wynosi np. 3, czyli 300%, to oznacza, że 1 kW mocy elektrycznej pobrany przez sprężarkę powoduje dostarczenie do budynku strumienia ciepła w ilości 3 kW. Okazuje się, że 2 kW ciepła pompa ciepła pobrała z powietrza zewnętrznego. Potocznie, miejsce skąd pompa ciepła pobiera energię cieplną, nazywa się tzw. dolnym źródłem ciepła, zaś instalację grzewczą budynku źródłem górnym. ompa ciepła przenosi energię cieplną ze źródła dolnego do źródła górnego.

7a

Współczynnik wydajności cieplnej

Współczynnik ten, obecnie coraz częściej opisywany skrótem: COP – Coefficient of performance, określa sprawność obiegu chłodniczego pompy ciepła w trybie grzania. Definiowany jest jako: stosunek ilości ciepła dostarczonego do instalacji grzewczej budynku do ilości energii elektrycznej pobranej przez sprężarkę.

7b

Współczynnik wydajności chłodniczej

Współczynnik obecnie opisywany skrótem: ERR – Energy Efficiency Ratio, który określa sprawność obiegu chłodniczego pompy ciepła w trybie chłodzenia. Definiowany jest jako: stosunek ilości ciepła (chłodu) wyprowadzonego z instalacji chłodzenia budynku (instalacji klimatyzacji)

cyjnej) do ilości energii elektrycznej pobranej przez sprężarkę. Jeżeli ERR wynosi 3, oznacza to, że 1 kW energii elektrycznej pobrany przez sprężarkę podczas procesu chłodzenia, spowoduje wyrowadzenie z budynku strumienia chłodu w ilości 3 kW.

Zatem współczynniki COP i EER są miarą sprawności działania obiegu chłodniczego pompy ciepła w trybie grzania lub chłodzenia. Ich wartość zależy od temperatury zewnętrznej i temperatury zasilania instalacji grzewczej lub klimatyzacyjnej budynku. Koszt ogrzewania lub chłodzenia budynku jest tym mniejszy, im wyższa jest wartość tych współczynników.

7c

Co ma wpływ na wartość COP?

Wielu użytkowników pomp ciepła nie zdaje sobie sprawy z faktu, że wartość tego współczynnika zależy również od sposobu eksploatacji pompy ciepła.

Nieuzasadnione podniesienie temperatury zasilania instalacji grzewczej, ma bezpośredni wpływ na zmniejszenie współczynnika COP, a więc na podwyższenie kosztów eksploatacji pompy ciepła. O tym należy pamiętać już na etapie projektowania budynku. Aby w przyszłości pompa ciepła pracowała efektywnie, już na etapie projektowania należy wybrać ogrzewanie niskotemperaturowe, a więc ogrzewanie płaszczyznowe, najlepiej podłogowe. Jednocześnie należy pamiętać, aby tak projektować ogrzewanie podłogowe, by temperatura obliczeniowa była jak najniższa, np. $+35^{\circ}\text{C}$. Zatem lepiej jest, aby natężenie przepływu wody grzewczej w podłogówce było większe, a dzięki temu możliwe stanie się obniżenie temperatury zasilania.

Podczas eksploatacji pompy ciepła, bardzo niekorzystne jest obniżanie temperatury w pomieszczeniu poprzez zmniejszanie przepływu wody grzewczej przez system grzewczy (kryzowanie, zakręcanie zaworów termostatycznych). Dużo lepszym sposobem dla pompy ciepła, jest obniżenie temperatury zasilania instalacji grzewczej.

Innym parametrem, który ma istotny wpływ na efektywności działania pompy ciepła, jest temperatura powietrza zewnętrznego. Niestety ani projektant, ani użytkownik nie mają żadnego wpływu na temperaturę powietrza na zewnątrz. Pompy ciepła EcoHeat Complex, jako dolne źródło ciepła wykorzystują powietrze zewnętrzne, a zatem ich efektywność zależy od temperatury powietrza zewnętrznego w sezonie grzewczym. Obecnie zimy są coraz łagodniejsze, więc efektywność powietrznych pomp ciepła jest wysoka.

Użytkownikowi powinno zależeć na tym, aby powietrze zewnętrzne miało jak najwyższą temperaturę w okresie grzewczym. Im wyższa temperatura na zewnątrz, tym mniej pracy musi wykonać sprężarka pompy ciepła przy pozyskiwaniu oraz przeniesieniu energii cieplnej z parownika do skraplacza i dalej do instalacji grzewczej. Co za tym idzie, zużycie energii elektrycznej będzie mniejsze, czyli wzrośnie efektywność pracy pompy ciepła.

Na poniższych wykresach przedstawiono zależności wydajności cieplnej, współczynnika COP oraz zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła EcoHeat Complex w odniesieniu do temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

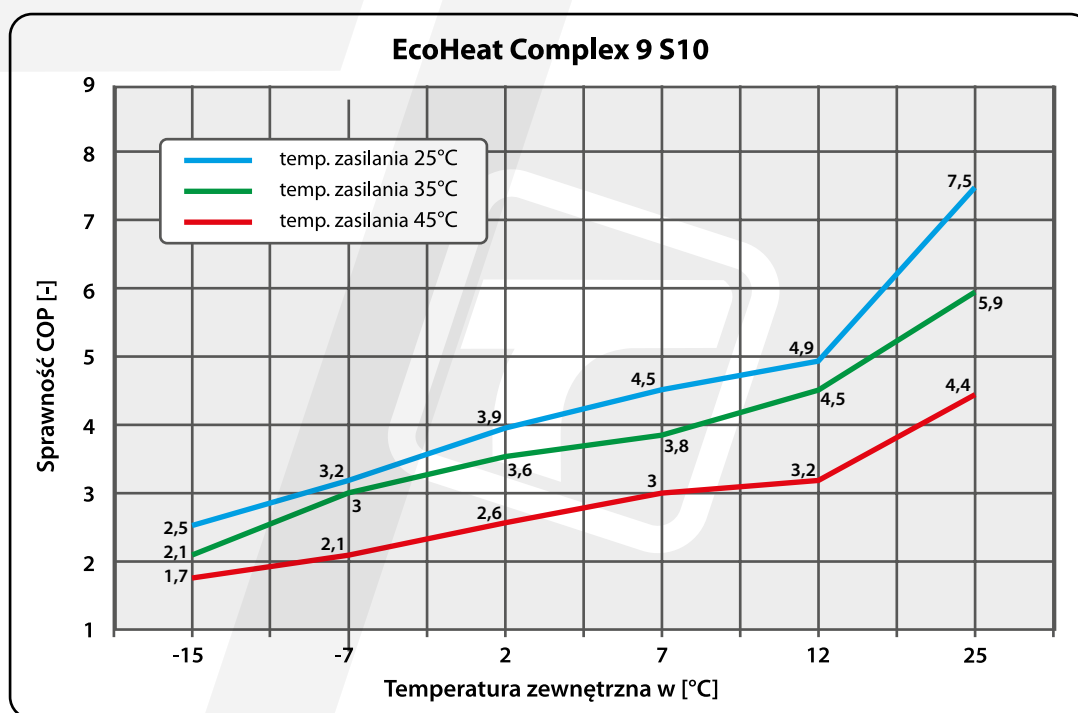
7d

Parametry pracy pomp ciepła
EcoHeat Complex

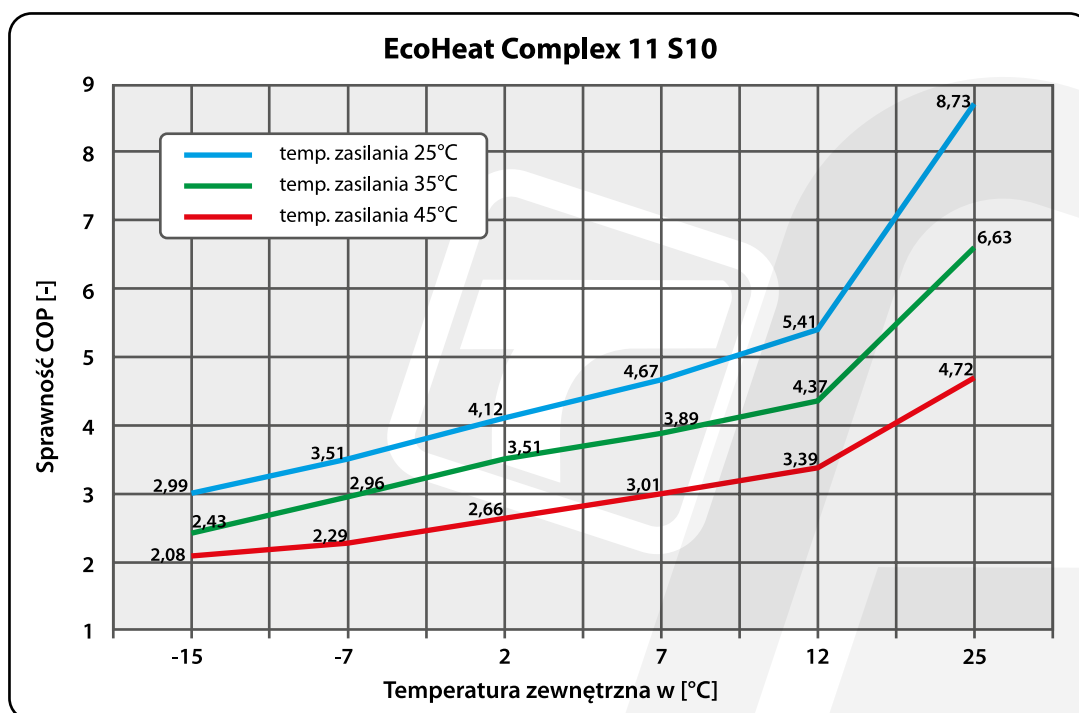
Współczynnik COP

Na rysunkach od 7.1 do 7.3 pokazano przebieg zmian współczynnika COP pomp ciepła EcoHeat Complex 11S10 oraz 13S10, w zależności od temperatury zewnętrznej i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

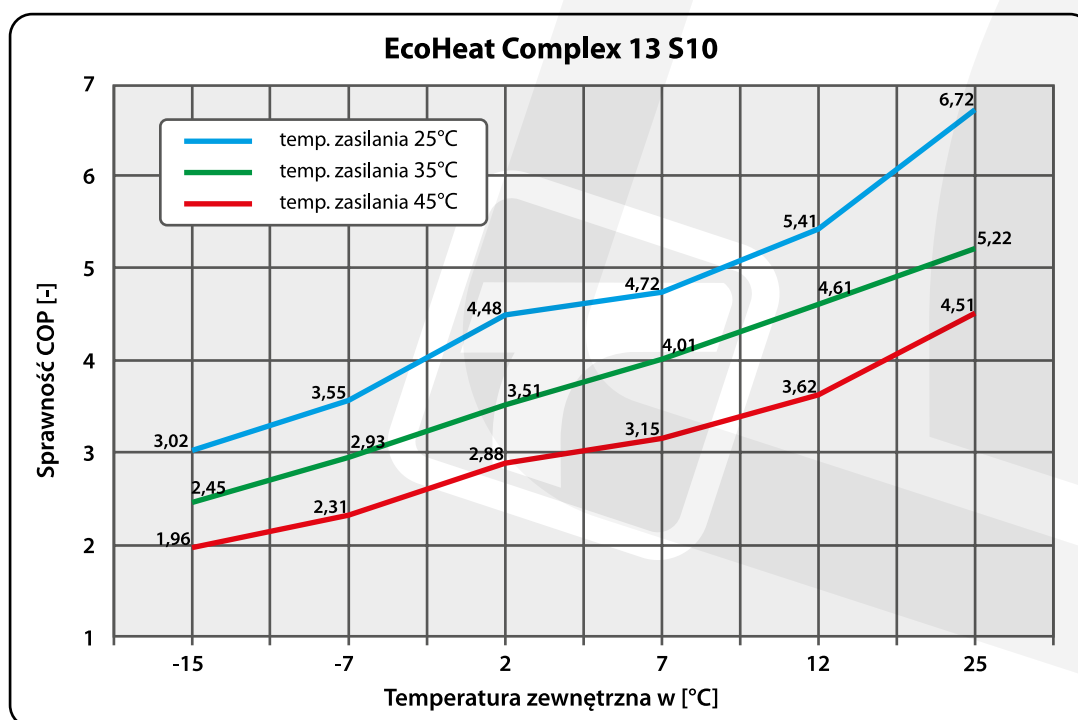
Przebieg charakterystyki efektywności działania pompy ciepła (COP) zgodny jest z opisem teoretycznym przytoczonym na wstępie. Im niższa jest temperatura powietrza zewnętrznego, tym mniejsza jest efektywność działania powietrznej pompy ciepła, czyli niższa wartość współczynnika COP. Przy współpracy pompy ciepła z ogrzewaniem podłogowym o wymaganej temperaturze zasilania pomiędzy +25°C a +35°C oraz przy temperaturze zewnętrznej ok. +7°C, wartość współczynnika COP dla pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10 będzie wynosić od 4,72 do 4,01. Jeżeli przyjąć, że średnia temperatura sezonu grzewczego np. w Warszawie to +8,0°C, w Krakowie to +7,8°C, w Rzeszowie +7,1°C, zaś w Szczecinie to +8,2°C, można stwierdzić, że efektywność pracy powietrznej pompy ciepła będzie stosunkowo wysoka. Wynika z tego niezbicie, że warto jest projektować i wykonywać dobre instalacje ogrzewania podłogowego o niskiej temperaturze zasilania.



Rys. 7.1. Charakterystyka zmian wartości współczynnika COP pompy ciepła EcoHeat Complex 9S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



Rys. 7.2. Charakterystyka zmian wartości współczynnika COP pompy ciepła EcoHeat Complex 11S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



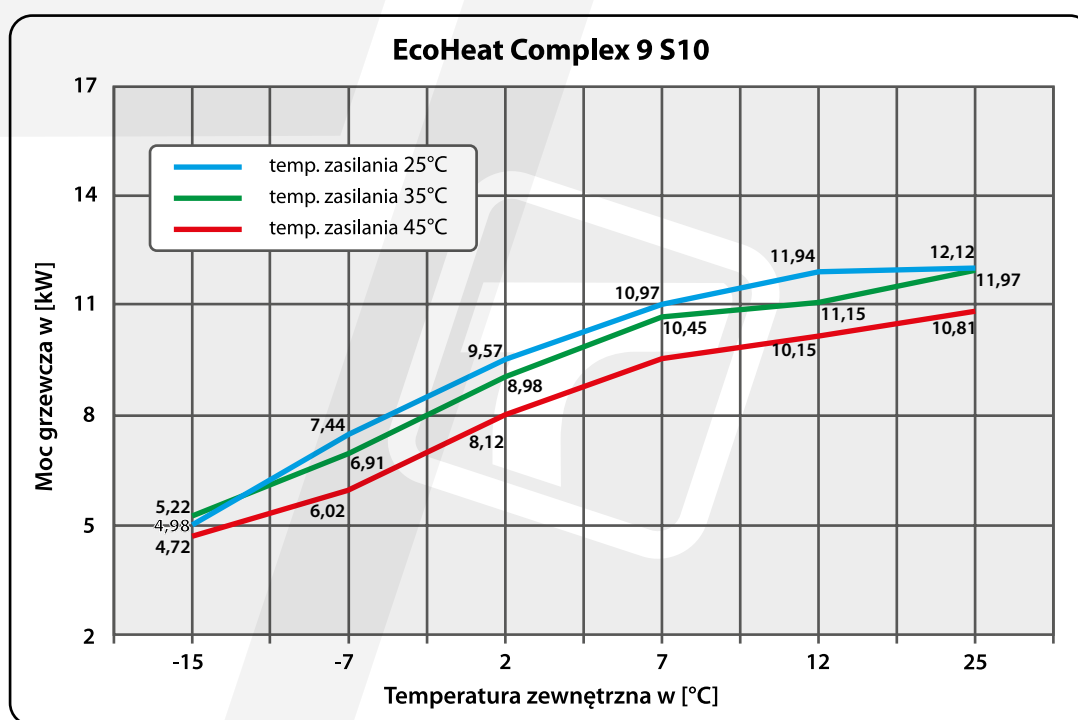
Rys. 7.3. Charakterystyka zmian wartości współczynnika COP pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

Wydajność cieplna

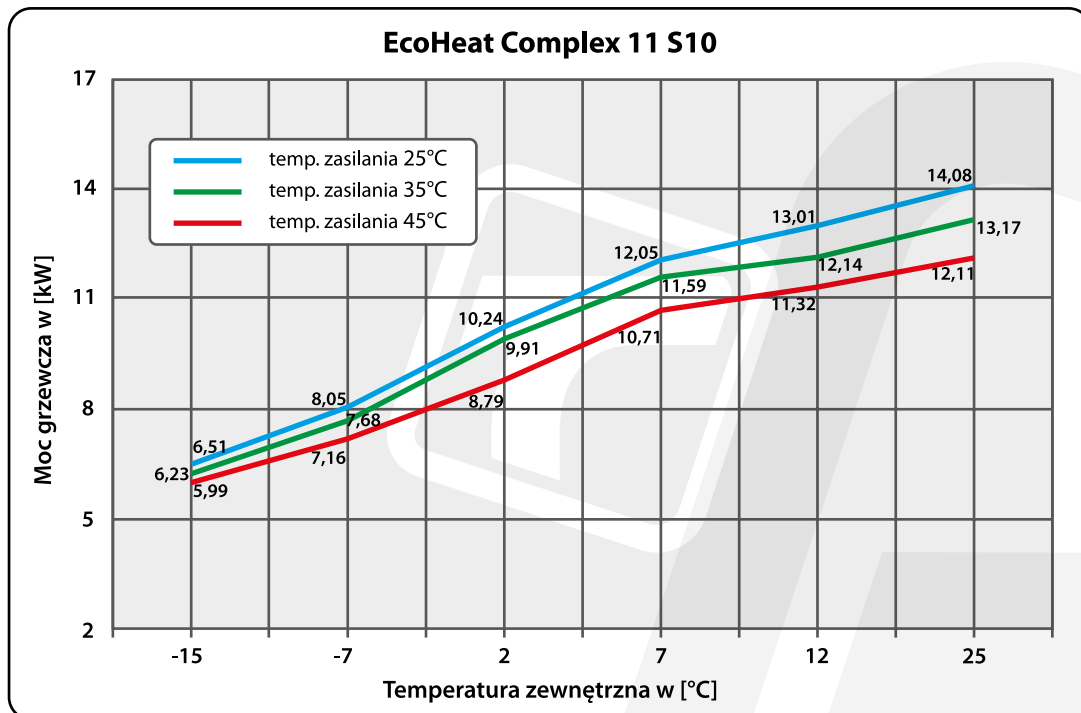
Na rysunkach 7.4 do 7.6 pokazano przebieg zmian wydajności cieplnej pomp ciepła EcoHeat Complex, w zależności od temperatury zewnętrznej i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

Na poniższych wykresach można zauważyć jedyną niedogodność powietrznych pomp ciepła, czyli wpływ zmian temperatury powietrza zewnętrznego na wydajność cieplną pompy ciepła. Niestety chłodnicze obiegi lewobieżne mają tę wadę, że przy bardzo niskich temperaturach na zewnątrz (niskich temperaturach parowania czynnika chłodniczego) ilość ciepła jaką pozyskują z powietrza zewnętrznego jest mniejsza, niż przy temperaturach wyższych. Na przeszkodzie stoją nowe, ekologiczne czynniki chłodnicze. Niestety ich własności termodynamiczne, szczególnie przy niskich temperaturach, są niezadowalające. Paradoksem jest to, że stare, nieekologiczne czynniki chłodnicze miały dużo lepsze własności termodynamiczne. Czynniki te w Unii Europejskiej wycofano z użytkowania ponad 10 lat temu, choć stosowane są do dnia dzisiejszego w pozostałej części świata (Rosja, USA i Chiny).

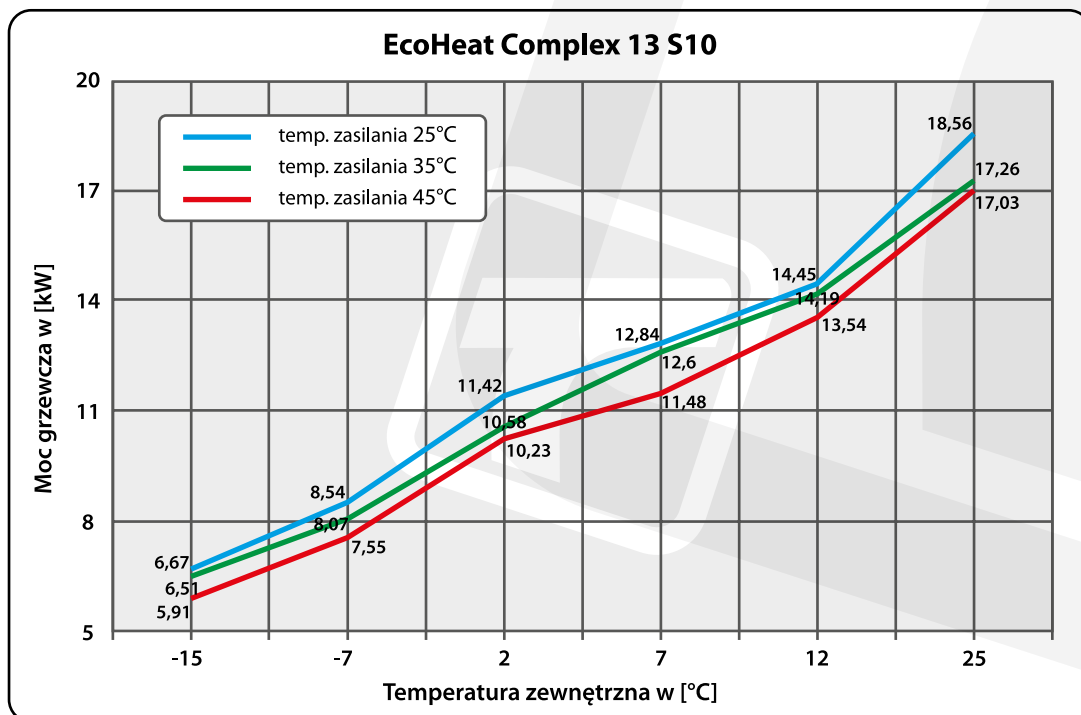
Należy zatem pamiętać dobierając wielkość (wydajność grzewczą) pompy ciepła, aby sprawdzić jej wydajność cieplną przy niższych temperaturach zewnętrznych.



Rys. 7.4. Charakterystyka zmian wydajności cieplnej pompy ciepła EcoHeat Complex 9S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



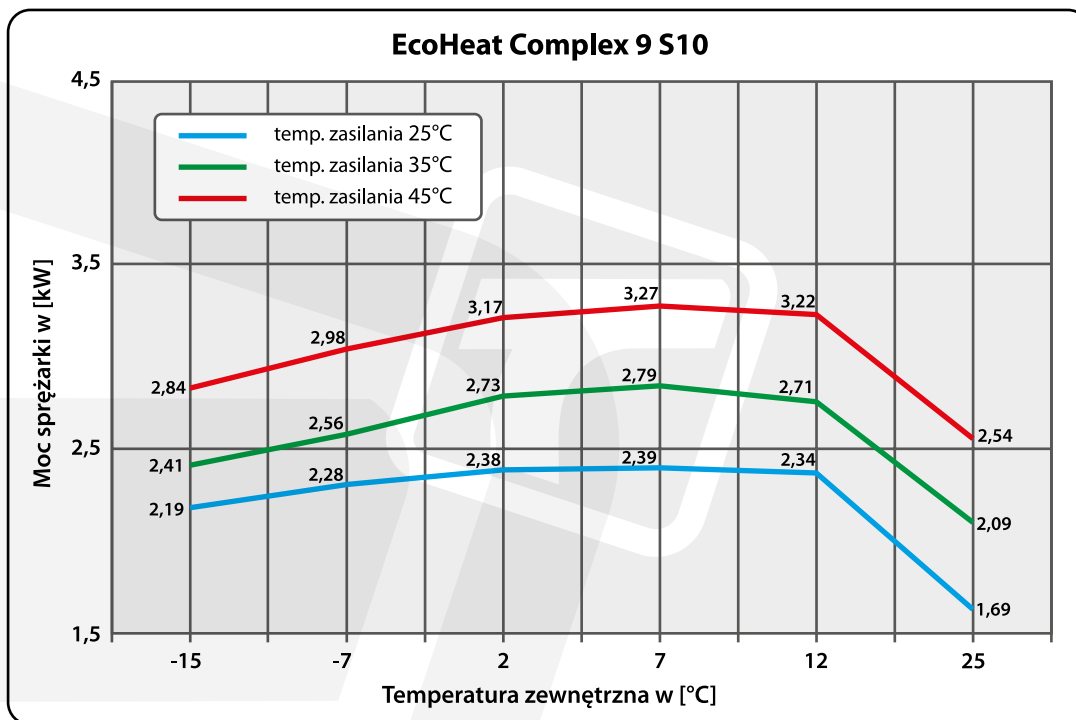
Rys. 7.5. Charakterystyka zmian wydajności ciepłej pompy ciepła EcoHeat Complex 11 S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



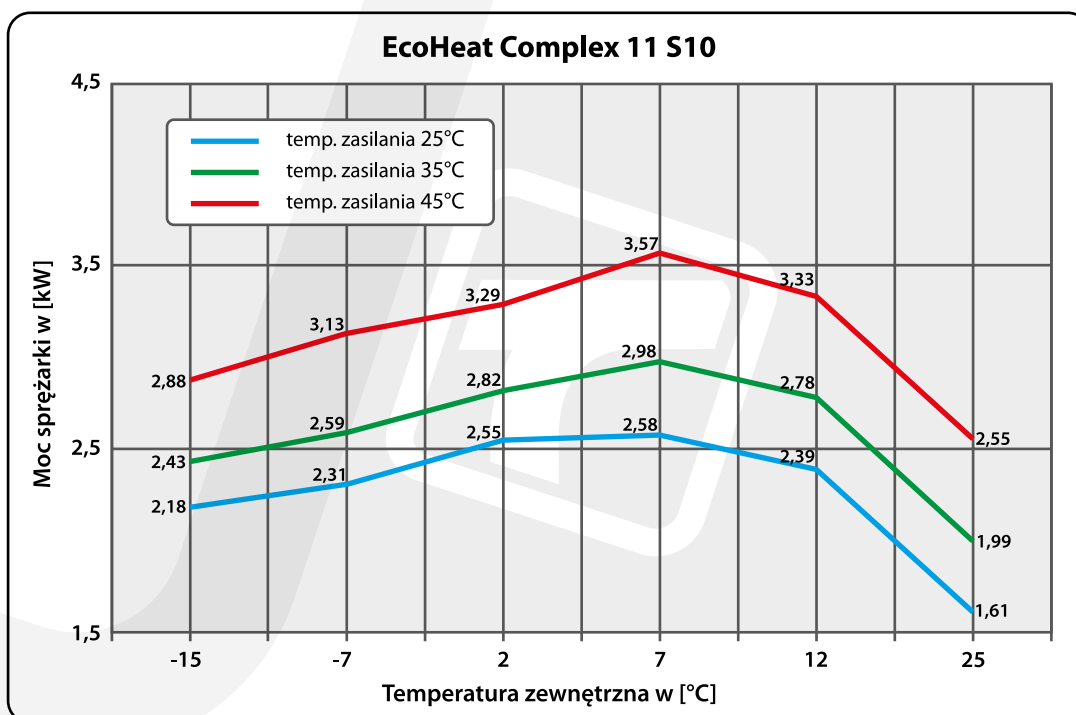
Rys. 7.6. Charakterystyka zmian wydajności ciepłej pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

Moc elektryczna sprężarki

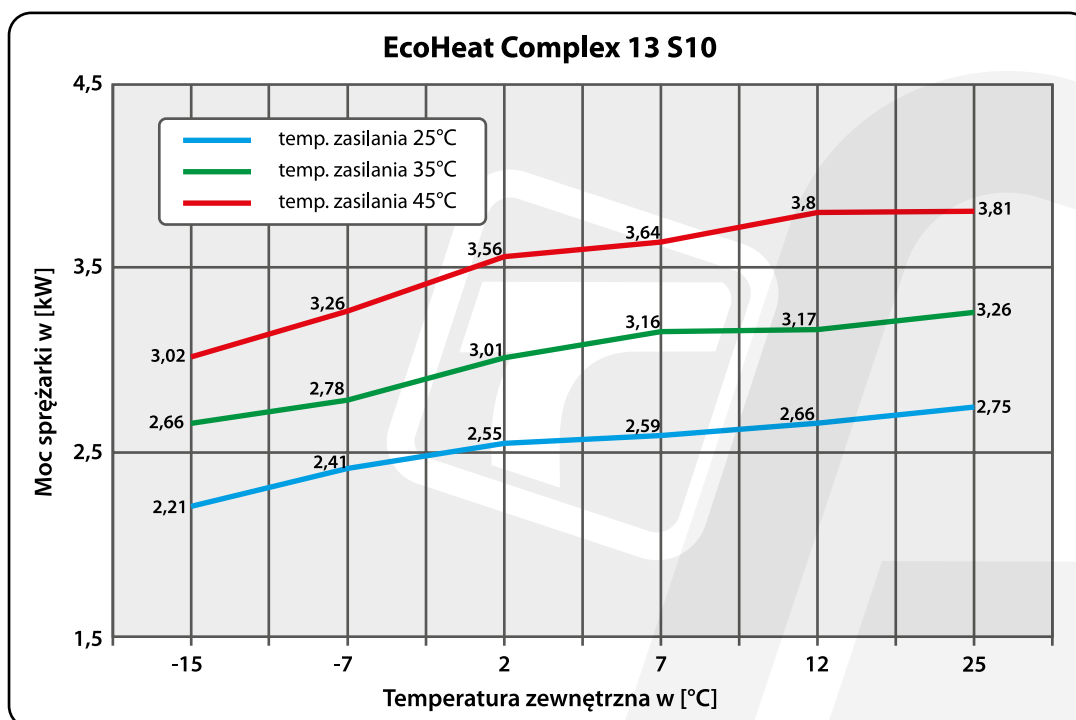
Na rysunkach od 7.7 do 7.9 pokazano przebieg zmian zapotrzebowania na moc elektryczną sprężarki pomp ciepła EcoHeat Complex, w zależności od temperatury zewnętrznej i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



Rys. 7.7. Charakterystyka zmian zapotrzebowania na moc elektryczną sprężarki pompy ciepła EcoHeat Complex 9S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



Rys. 7.8. Charakterystyka zmian zapotrzebowania na moc elektryczną sprężarki pompy ciepła EcoHeat Complex 11S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.



Rys. 7.9. Charakterystyka zmian zapotrzebowania na moc elektryczną sprężarki pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej.

8

Dyrektywa ErP

Unia Europejska chce zrealizować do roku 2020 bardzo ambitne cele w zakresie ochrony środowiska. Akcja ta została zainicjowana pod hasłem 20/20/20 (pakiet 3×20). Plan opiera się na zwiększeniu o 20% zużycia energii ze źródeł odnawialnych przy równoczesnym obniżeniu o 20% zużycia energii pierwotnej i zmniejszeniu o 20% emisji CO₂ w porównaniu do 1990 roku.

Unia Europejska wszystkie zabiegi skupione na ochronie środowiska nazwała skrótem – ErP (Energy related Products). Źródłem tej akcji jest treść Dyrektywy 2009/125/WE mówiącej o ustaleniach wymogów projektowania produktów uwzględniających poprawę ekologiczności urządzeń. Dyrektywa ErP dotycząca eko-projektu ustala minimalne poziomy sprawności energetycznej oraz maksymalne poziomy emisji zanieczyszczeń i hałasu różnych urządzeń energetycznych, w tym i pomp ciepła.

8a

Sezonowy współczynnik wydajności grzewczej SCOP

Dyrektywa ErP nakazała producentom pomp ciepła przedstawianie rzeczywistych wartości efektywności działania urządzeń, aby jak najbardziej odpowiadały realnej eksploatacji urządzenia. Wiadomym jest, że pompa ciepła nie pracuje przez cały sezon grzewczy z pełną (nominalną) wydajnością cieplną, jak również nie pracuje przy stałych temperaturach zasilania instalacji grzewczej. Zatem uważa się, że dotychczas podawane przez producentów wartości współczynnika wydajności cieplnej COP jest niemiernodajne dla użytkownika pompy ciepła. W związku z tym dyrektywa ErP wprowadziła nowe parametry określające efektywność energetyczną urządzeń grzewczych, pozwalające choćby w przybliżony sposób odnieść się do rzeczywistych warunków pracy pomp ciepła. Tak wprowadzono dwa nowe określenia i definicje. Wskaźnik efektywności podczas trybu grzania: SCOP i podczas trybu chłodzenia: SEER.

SCOP, jest to **sezonowy wskaźnik efektywności pompy ciepła** - oznacza całosciowy wskaźnik efektywności pracy urządzenia, wyznaczony dla całego sezonu grzewczego, w ramach danej strefy klimatycznej Europy (wartość wskaźnika SCOP odnosi się do wyznaczonego sezonu grzewczego), obliczany jako stosunek referencyjnego rocznego zapotrzebowania na ciepło do rocznego zużycia energii elektrycznej na potrzeby ogrzewania.

8b

Klasy efektywności energetycznej urządzeń

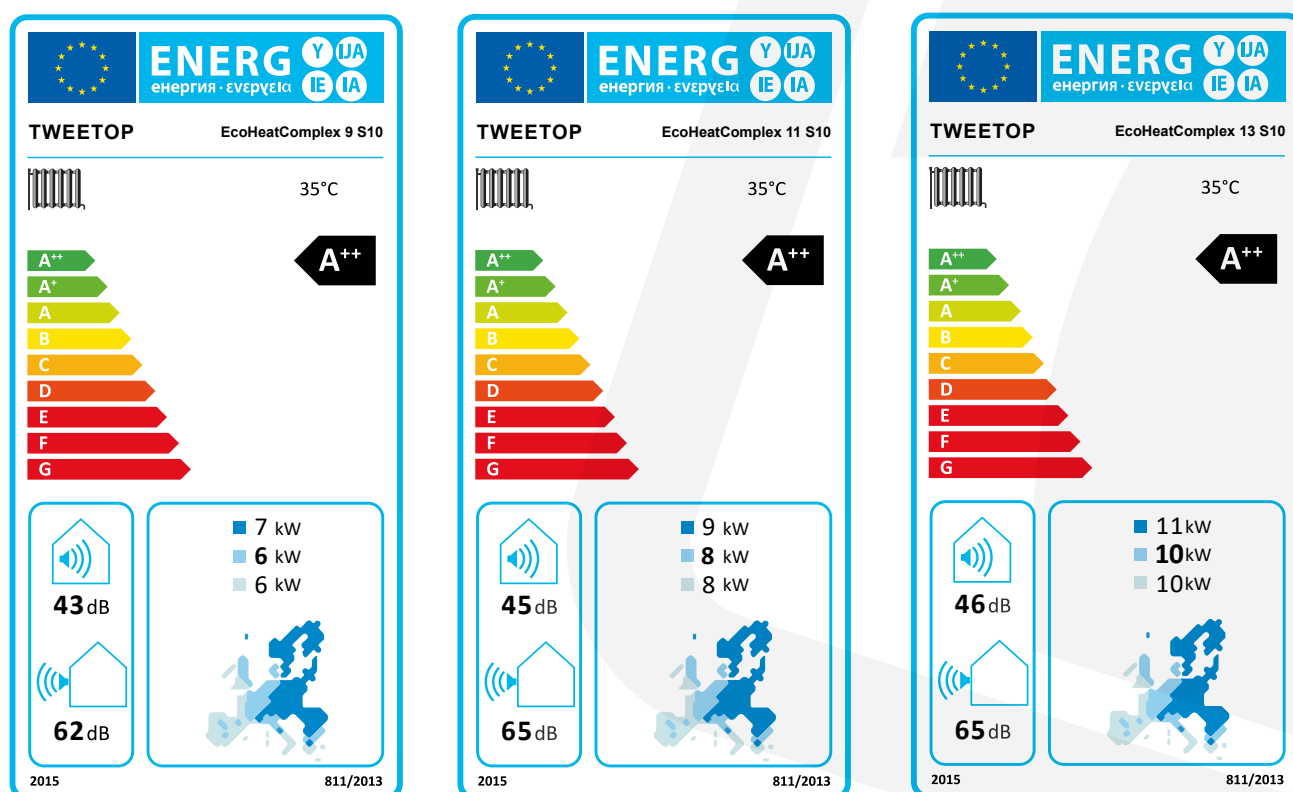
Dyrektywa ErP wprowadziła również konieczność publikowania, szczególnie do wiadomości przyszłego użytkownika, klasy energetycznej urządzenia, tzw. Etykiety energetycznej. Celem takiego etykietowania urządzeń jest zapewnienie konsumentom dokładnych, rozpoznawalnych i porównywalnych informacji o efektywności energetycznej i zużyciu energii przez poszczególne urządzenia, które wybierają. Przyklejona na każdym urządzeniu etykieta z oznakowaniem energetycznym zawiera różne informacje: najważniejsza to sprawność energetyczna (A+++ dla urządzeń o największej sprawności), roczne zużycie energii, nazwę producenta, poziom hałasu itd.

Ponad to, każdy producent urządzenia grzewczego, musi posiadać Kartę urządzenia, w której zawarto wiele informacji o parametrach pracy pompy ciepła w ustalonych warunkach klimatycznych. Co ważne, powyższe informacje można uzyskać jedynie na podstawie badań wykonywanych przez akredytowane laboratoria. Producent sam nie może badać swojego urządzenia. Badania pomp ciepła EcoHeat Complex były wykonane w laboratorium TÜV SÜD Product Service GmbH, a ich wyniki podano w tabeli 8.1.

Tabela 8.1. Charakterystyczne parametry pracy pompy ciepła EcoHeat Complex.

	jednostka	EcoHeat Complex 9 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Klasa efektywności energetycznej	-	A++	A++	A++
Sezonowy wskaźnik efektywności SCOP	-	3,99	4,68	4,89
Sezonowa efektywność energetyczna ogrzewania pomieszczeń dla klimatu umiarkowanego	%	156	145	153
Roczne zużycie energii QHE	kWh	3 318	4 021	5 066
Poziom mocy akustycznej (moduł wewnętrzny/zewnętrzny) LWA	dB	43/62	45/68	38/67

Na rysunku 8.1 pokazano wygląd etykiety energetycznej dla pomp ciepła EcoHeat Complex.



Rys. 8.1. Wygląd etykiety energetycznej dla poszczególnych modeli pomp ciepła EcoHeat Complex.

9

Efektywność energetyczna działania pompy ciepła EcoHeat Complex

Rozpatrując efektywność energetyczną pracy pompy ciepła, a później określając jej koszty eksploatacji, należy zastanowić się jakie parametry mają decydujący wpływ na sprawność pompy ciepła.

Czy już na etapie projektowania budynku, można ograniczyć zużycie prądu przez pompę ciepła w czasie jej eksploatacji?

Czy użytkownik pompy ciepła ma wpływ na wartość COP jaką uzyskuje jego pompa ciepła?

Okazuje się, że i projektant i użytkownik mają ogromny wpływ na przyszłe koszty eksploatacji pompy ciepła.

9a

Sprawność pompy ciepła, a temperatura zasilania instalacji grzewczej

Podwyższenie wartości współczynnika COP ma kluczowy wpływ na efektywność energetyczną działania pompy ciepła, co przekłada się wprost na koszty eksploatacyjne użytkownika instalacji grzewczej wyposażonej w pompę ciepła jako źródło energii cieplnej. Okazuje się, że na wartość COP ogromny wpływ ma wymagana temperatura zasilania instalacji grzewczej. Mówiąc wprost, sprowadza się to do wyboru sposobu rozprowadzania ciepła w budynku: czy zastosowane zostanie ogrzewanie podłogowe, czy ogrzewanie grzejnikowe. Z tym ściśle związana jest wymagana temperatura zasilania nośnika ciepła instalacji grzewczej, czyli wody c.o. krążącej w instalacji. Znanym powszechnie jest fakt, że dobrze zaprojektowane i wykonane ogrzewanie podłogowe pozwala na obniżenie temperatury zasilania wody c.o. do nawet $+32^{\circ}\text{C}$ w okresie zimowym, a w okresie jesienno-wiosennym wystarczy zaledwie $+27^{\circ}\text{C}$. Gdyby w tym samym budynku wykonać instalację grzewczą grzejnikową, wymagana temperatura wzrosła by do $+55^{\circ}\text{C}$, a w analogicznym okresie jesiennym i wiosennym nie spadłaby poniżej $+45^{\circ}\text{C}$. I to właśnie ma największy wpływ na współczynnik COP pompy ciepła, a więc na zużycie energii elektrycznej przez pompę ciepła. Im wyższa jest wymagana temperatura zasilania instalacji grzewczej, tym większe będzie zużycie energii elektrycznej przez sprężarkę. Mechanizm jest prosty: im wyższa temperatura, do której pompa ciepła ma podgrzać wodę obiegową c.o., tym wyższe ciśnienie skraplania musi wytworzyć sprężarka w obiegu chłodniczym (w skraplaczu). A jak sam się o tym przekonał każdy, kto czynnie korzysta z roweru, im wyższe ciśnienie chcemy wytworzyć w kole rowerowym, tym więcej pracy musimy włożyć w pompowanie koła.

Pierwszym i najlepszym sposobem na obniżenie kosztów związanych z ogrzewaniem domu powietrzną pompą ciepła, jest przemyślany wybór instalacji grzewczej budynku. Tylko ogrzewanie niskotemperaturowe pozwoli na osiągnięcie zadowalających kosztów ogrzewania naszego budyn-

ku (patrz rysunki od 7.1 do 7.3). Ogrzewanie niskotemperaturowe to takie, którego obliczeniowa temperatura zasilania w okresie grzewczym nie przekracza wartości $+35^{\circ}\text{C}$. Ten warunek spełnia tylko dobrze zaprojektowane i wykonane ogrzewanie podłogowe. Praktycznie nie ma możliwości stworzenia ogrzewania grzejnikowego, przy tak niskich temperaturach zasilania, z prostej przyczyny: - aby możliwe było obniżenie temperatury zasilania instalacji grzejnikowej do wartości $+35^{\circ}\text{C}$ bez utraty ciepła doprowadzanego do pomieszczenia, należałoby zwiększyć powierzchnię wymiany ciepła tego grzejnika, czyli zamontować odpowiednio większy grzejnik. Praktyka instalatorska dowodzi, że obniżenie temperatury zasilania grzejników poniżej wartości $+45^{\circ}\text{C}$, sprawi że nie wystarczy ścian w pomieszczeniu aby powiesić w nim odpowiednią ilość grzejników.

Wydaje się, że w ostatnich latach w praktyce inżynierskiej i instalatorskiej, udowodniono już, że jedynie słusznym dla obniżenia kosztów eksploatacji pompy ciepła jest zastosowanie dobrze zaprojektowanego i wykonanego ogrzewania podłogowego!

9b

Sprawność pompy ciepła, a temperatura wewnątrz budynku

Kolejnym parametrem, który ma bezpośredni wpływ na zużycie energii elektrycznej przez pompę ciepła, jest sam budynek. Warto tu zaznaczyć, że termin budynek należy podzielić na dwie części: budynek, czyli proces jego budowy i budynek, czyli proces jego eksploatacji.

Każdy kto obecnie buduje swój dom, wie że zastosowanie dobrych materiałów izolacyjnych w odpowiedniej ilości, ma ogromny wpływ na późniejsze koszty ogrzewania tego budynku. Jeżeli chcemy tanio ogrzewać swój dom, nie możemy już na etapie budowy, iść na nieuzasadnione kompromisy w kwestiach ochrony cieplnej budynku. Dotyczy to szczególnie izolowania fundamentów, ścian, czy dachu, nie mówiąc już o jakości okien i drzwi. Kolejny z parametrów budowlanych to wentylacja. Jak zostanie zrealizowana wentylacja w przyszłym budynku, czy będzie miała zastosowany tzw. odzysk ciepła? Czy wręcz odwrotnie, całe ciepło zakumulowane w powietrzu wentylacyjnym będzie uchodziło kominem na zewnątrz?

Wydaje się, że w obecnych czasach nie trzeba nikogo przekonywać o wyższości wentylacji wymuszonej z odzyskiem ciepła, szczególnie że jak dowodzą symulacje strat ciepła budynku, to przez wentylację obecnie budowane budynki tracą najwięcej ciepła. Używamy dobrych materiałów izolacyjnych, montujemy świetne okna, jednak nie możemy, z przyczyn higienicznych, wyłączyć wentylacji budynku. Wielu, dla obniżenia strat ciepła przez wentylację, zmniejsza ilość wymian powietrza, a więc zmniejsza ilość świeżego powietrza napływającego do wnętrza budynku. Stąd mamy choroby alergiczne, grzyby i pleśnie na ścianach oraz spływająca wodę po szybach od wewnątrz.

Jednak nie każdy zdaje sobie sprawę, że już po wybudowaniu budynku, my jako użytkownicy, mamy ogromny wpływ na zużycie ciepła przez budynek. Często nie zdajemy sobie sprawy, z tego jak ogromny jest ten wpływ. Temperatura wewnątrz budynku - to ten parametr odpowiada za zużycie ciepła przez budynek. Należy pamiętać, że każdy budynek zaprojektowany jest na temperaturę $+20^{\circ}\text{C}$ wewnątrz (jest to zgodne z Polską Normą). Ale, nikt nie zabrania, aby użytkownik utrzymywał wewnątrz budynku np. $+24^{\circ}\text{C}$. Należy tylko pamiętać, że podniesienie temperatury

wewnątrz budynku tylko o 1°C powoduje, że ten budynek traci nawet o 8% więcej ciepła niż gdyby wewnątrz było $+20^{\circ}\text{C}$! A co się stanie, jak wewnątrz będziemy chcieli utrzymywać $+24^{\circ}\text{C}$? Nasz budynek będzie tracił ok. 30% więcej ciepła. Za taką dodatkową utratę energii cieplnej trzeba zapłacić. Zapłacić musi użytkownik, poprzez zwiększoną pracę pompy ciepła. Więc kto ponosi winę, za wyższe koszty ogrzewania budynku z temperaturą $+24^{\circ}\text{C}$ wewnątrz? I tu należy, już na etapie projektowania przyszłego budynku, wyeliminować ten problem. Należy projektanta budynku jasno i zdecydowanie poinformować, że my będziemy utrzymywać wewnątrz budynku np. $+24^{\circ}\text{C}$, a on ma tak zaprojektować izolację cieplną budynku (fundamenty, ściany, podłoga, dach, okna itp.), aby nasz dom nie tracił więcej ciepła, mimo temperatury wewnątrz $+24^{\circ}\text{C}$, niż inne budynki z temperaturą wewnątrz $+20^{\circ}\text{C}$. Niestety często zapominamy o tym projektując i budując swoje domy.

9c

Sprawność pompy ciepła, a temperatura zewnętrzna

Jak pokazano to na wykresach zamieszczonych na rysunkach od 7.1 do 7.3, temperatura powietrza zewnętrznego ma ogromny wpływ na sprawność COP pompy ciepła. Im niższa jest temperatura powietrza zasysanego przez pompę ciepła, tym niższa jest sprawność COP. Niestety ani projektanci, ani użytkownicy pompy ciepła nie mają na to wpływu.

Oczywiście, że w pewien niewielki sposób, można złagodzić niekorzystny wpływ niskiej temperatury powietrza zewnętrznego na pracę pompy ciepła, poprzez postawienie jej przy ścianie budynku, od niezadrzewionej strony słonecznej. Warto jest również szukać miejsca przewiewnego, tak aby pompa ciepła zasysała zawsze powietrze „świeże”, czyli nie to, które sama schładza.

10

Dobór pompy ciepła

10a

Określenie zapotrzebowania na ciepło budynków

Ostatnie zmiany prawa budowlanego, polegające na konieczności określania zapotrzebowania na energię cieplną do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych, przyczyniają się do bardziej dokładnego i precyzyjnego dobierania urządzeń oraz elementów instalacji grzewczych. Niewątpliwie, dobór pompy ciepła w oparciu o zapotrzebowanie na energię cieplną do ogrzewania budynku, a nie jak to było do niedawna w oparciu o moc grzewczą, jest dużo lepszy, gdyż pozwala na precyzyjne określenie wielkości pompy ciepła niezbędnej do zainstalowania w danym budynku.

Bardzo ważnym wskaźnikiem przy doborze pompy ciepła, niestety pomijanym nagminnie,

a możliwym do precyzyjnego określenia dzięki obliczeniu zapotrzebowania na energię ciepłą budynku, jest określenie czasu pracy pompy ciepła na cele grzewcze budynku. Okazuje się bowiem, że wyznaczenie czasu pracy pompy ciepła to bardzo ważny parametr wpływający na żywotność urządzenia. Można dobrać mniejszą pompę ciepła dla danego budynku, której czas pracy w ciągu roku będzie bardzo duży, np. będzie przekraczał 5 000 godzin/rok, ale można również dobrać odpowiednio większą pompę ciepła dla tego samego budynku, której czas pracy w ciągu roku będzie dużo niższy, np. nie będzie przekraczał 3 000 godzin/rok. Czas pracy pompy ciepła ma ogromny i decydujący wpływ na trwałość działania sprężarki. Doświadczenie oraz zalecenia wielu producentów sprężarek mówią, że czas pracy sprężarki w ciągu roku, powinien zawierać się w granicach od 2 500 do 3 500 godzin. Przy takim czasie pracy sprężarki jej trwałość i bezawaryjność będzie optymalna.

Ponadto wyznaczenie zapotrzebowania na energię ciepłą do ogrzewania budynku, pozwala na dokładne oszacowanie przyszłych kosztów ogrzewania tego budynku przy wykorzystaniu pompy ciepła.

Podobnie ma się zapotrzebowanie na energię ciepłą do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Szczegółowo opisano to w punkcie 13.C.

10b

Tryb pracy pompy ciepła na cele grzewcze budynku

Najwięcej kontrowersji i sporów pomiędzy użytkownikiem, a projektantem lub instalatorem pompy ciepła powstaje w okresie zimowym, gdy powietrzna pompa ciepła „nie daje rady” ogrzać budynku.

Dlaczego „nie daje rady”?

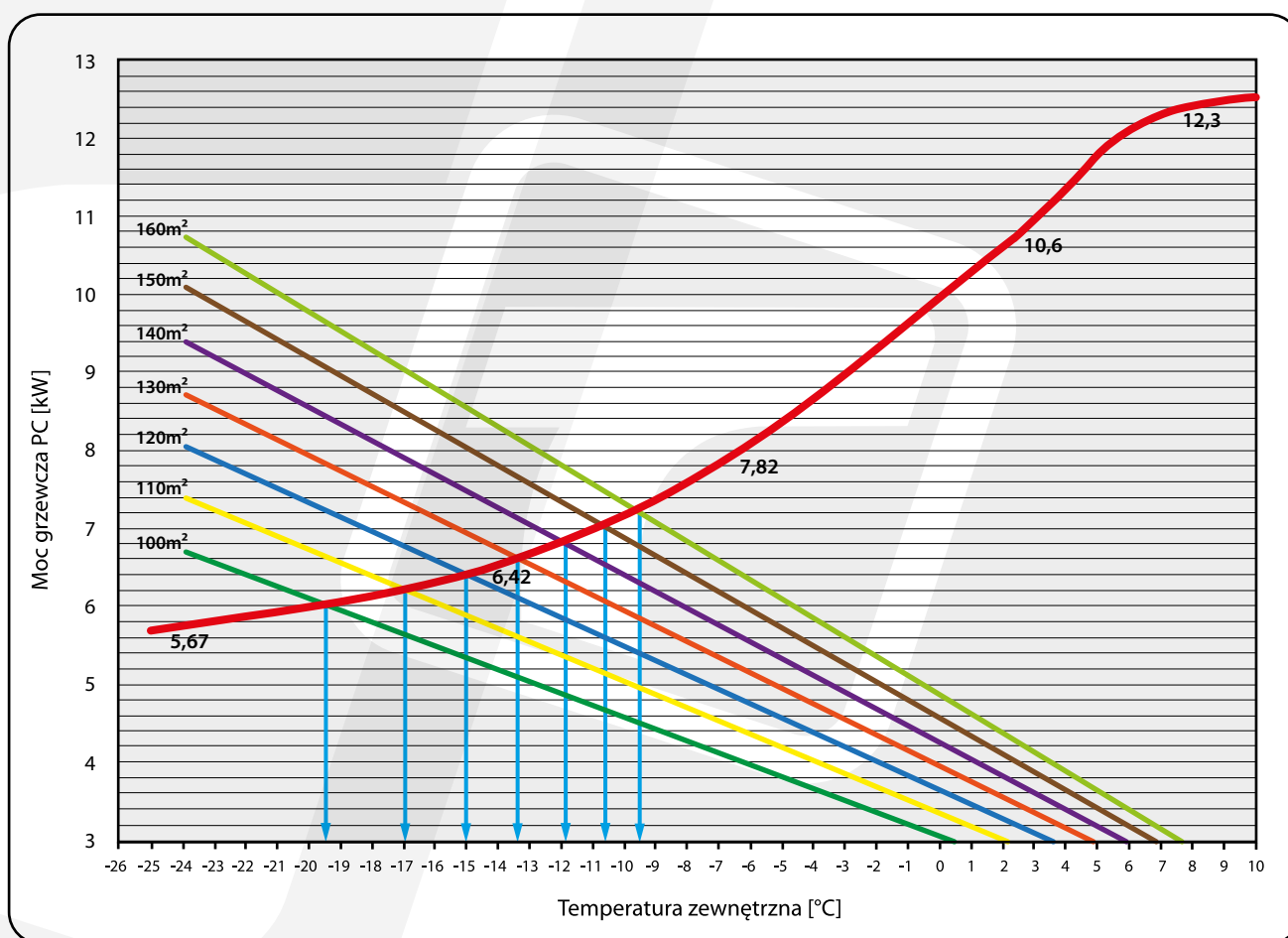
Ponieważ tak została dobrana, że przy pewnej temperaturze na zewnątrz ma prawo nie dać rady samemu ogrzać budynku. Chodzi tu o przytaczany wcześniej tzw. **punkt biwalentny**, czyli temperaturę zewnętrzną, przy której do pracującej pompy ciepła musi dołączyć się dodatkowe (szczytowe) źródła ciepła. W Polsce problem tkwi nie w tym, że się musi włączyć, ale w tym, że tym dodatkowym źródłem jest najczęściej grzałka elektryczna, co sprawia że koszt finansowy pracy takiego dodatkowego źródła ciepła jest duży.

Czy w ogóle konieczne jest korzystanie ze szczytowego źródła ciepła? Oczywiście, że nie. Można przecież dobrać pompę ciepła na **monowalentny tryb pracy**, czyli taki, w którym pompa ciepła samodzielnie pokrywa zapotrzebowanie budynku na ciepło, bez dołączania innych źródeł energii cieplnej.

Jeżeli odpowiednio dobierzemy powietrzna pompę ciepła tak aby samodzielnie ogrzała nasz dom nawet przy temperaturze -20°C na zewnątrz, dodatkowa grzałka nie będzie potrzebna. Należy jednak zauważyć, że z ekonomicznego punktu widzenia, dobieranie powietrznej pompy ciepła tak, aby sama zaopatrywała budynek w ciepło nawet przy minimalnych temperaturach na

zewnątrz jest nieuzasadnione ekonomicznie. Okazuje się bowiem w praktyce, że dni z tak niską temperaturą na zewnątrz, np. na poziomie -18°C jest w Polsce niewiele, a praktycznie nie więcej niż 10 do 20 w zależności od regionu Polski. Zatem dobór pompy ciepła, tak aby samodzielnie ogrzewała budynek nawet przy temperaturze -20°C jest inwestycyjnie nieopłacalny. Powinniśmy zgodzić się na dobór, który zakłada, że powietrzna pompa ciepła samodzielnie będzie ogrzewać budynek przez większość dni sezonu grzewczego, a dodatkowe źródło ciepła włączy się tylko przy ekstremalnie niskich temperaturach na zewnątrz. W poniższej symulacji pokazano to poprzez wyznaczenie czasu pracy pompy ciepła i czasu pracy grzałki elektrycznej. Jedynym spornym parametrem jest ów punkt biwalentny, a więc temperatura zewnętrzna, przy której ma się włączyć dodatkowe źródło ciepła (grzałka elektryczna). I tu konieczne jest jasne sprecyzowanie przez przyszłego użytkownika pompy ciepła, do jakiej temperatury zewnętrznej budynek ma ogrzewać tylko pompa ciepła, a po przekroczeniu jakiej, może uruchomić się dodatkowe źródła ciepła.

Zagadnienie to zobrazowano na wykresie, gdzie pokazano charakterystykę cieplną budynków od powierzchni 100 m^2 do 160 m^2 oraz charakterystykę wydajności cieplnej pompy ciepła EcoHeat Complex 13 S10, rysunek 10.1. Punkty przecięcia charakterystyk budynków z charakterystyką wydajności cieplnej pompy ciepła, stanowią punkty biwalentne dla każdego budynku.



Rys. 10.1. Punkty biwalentne dla budynków o powierzchni od 100 m^2 do 160 m^2 , gdzie kolorem czerwonym przedstawiono charakterystykę wydajności cieplnej pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10, zaś pozostałymi kolorami charakterystykę cieplną budynków.

Okazuje się, że pompa ciepła EcoHeat Complex 13S10 jest w stanie samodzielnie ogrzać budynki o powierzchni 160 m² do temperatury -9,5°C, budynek o powierzchni 140 m² do temperatury -12°C, zaś budynek o powierzchni 100 m² do temperatury -19,5°C.

Zatem, temperatura zewnętrzna, przy której może włączyć się szczytowe źródło ciepła, powinna być precyzyjnie przedyskutowana z przyszłym użytkownikiem pompy ciepła i poparta obliczeniami dla danego regionu Polski.

Należy zauważyć, że pompa ciepła EcoHeat Complex 13S10 będzie dobrana w trybie pracy monowalentnej (bez wspomagania dodatkowego źródła ciepła) dla budynku o powierzchni 100 m², szczególnie położonego w Szczecinie czy Gdańsku, gdzie temperatury zewnętrzne praktycznie nie spadają poniżej -19,5°C.

Dla budynku o powierzchni 140 m², pompa ciepła EcoHeat Complex 13S10, dobrana będzie w trybie pracy biwalentnej, monoenergetycznej, ponieważ temperatura zewnętrzna -12°C stanowi punkt biwalentny, poniżej której konieczne będzie uruchomienie grzałki elektrycznej.

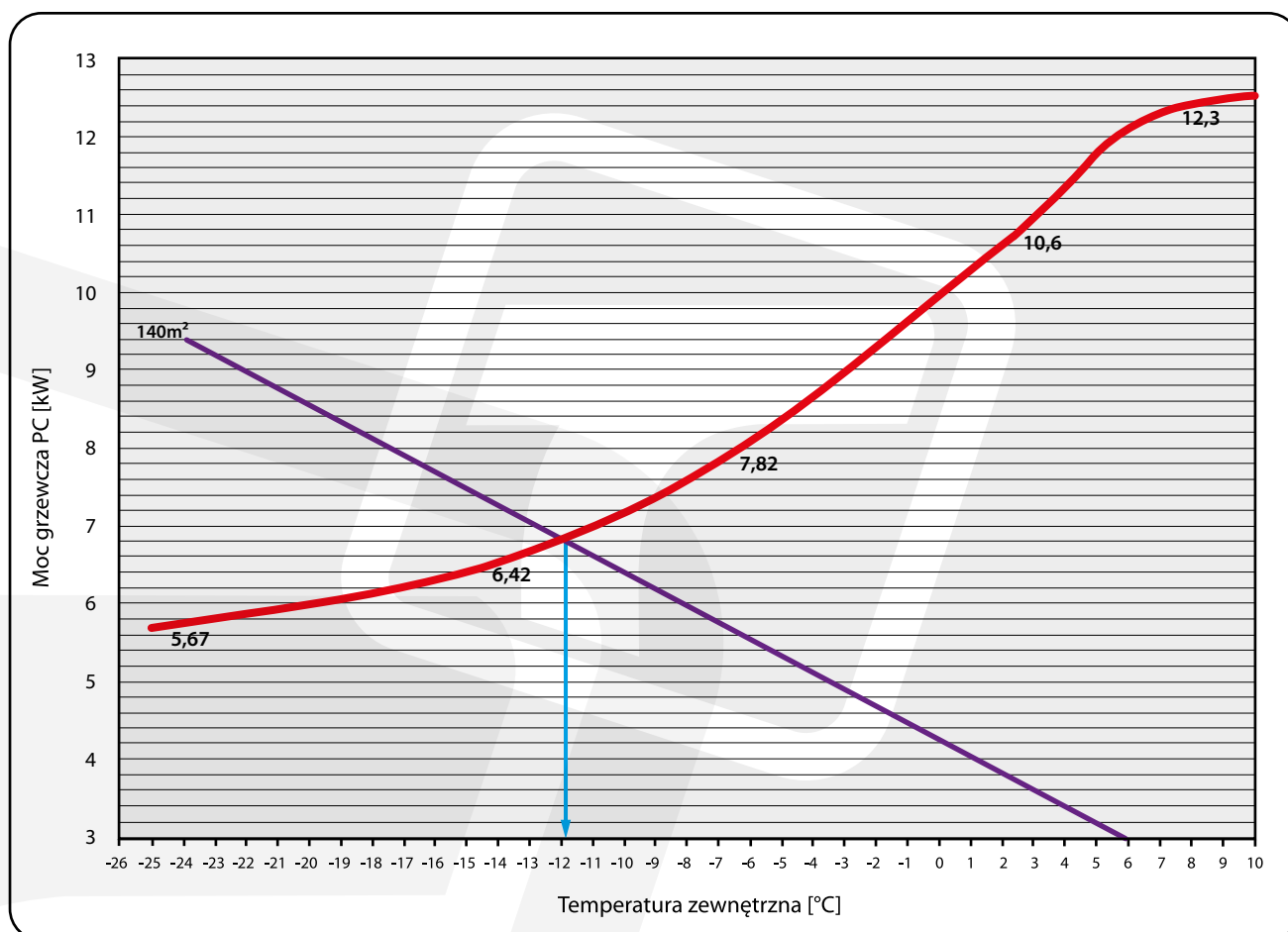
Zatem sposób doboru pompy ciepła dla danego budynku i odpowiedź na pytanie, czy grzałka ma się włączać, a jeżeli tak, to przy jakiej temperaturze powietrza zewnętrznego, zależy tylko i wyłącznie od decyzji przyszłego użytkownika oraz projektanta instalacji grzewczej.

10c

Określenie mocy grzewczej szczytowego źródła ciepła

Jeżeli wspólną decyzją inwestora i projektanta jest to, że praca pompy ciepła będzie przebiegać w trybie biwalentnym, a więc takim, gdzie przy pewnej temperaturze zewnętrznej sterownik pompy ciepła uruchomi dodatkowe źródło ciepła, konieczne staje się określenie mocy grzewczej dodatkowego źródła ciepła. Należy pamiętać, że szczytowym źródłem ciepła jest najczęściej grzałka elektryczna, zainstalowana w module wewnętrznym pompy ciepła EcoHeat Complex. Takim źródłem ciepła może być również kocioł gazowy, olejowy lub inne źródło ciepła już zainstalowane w budynku. Szczegółowo współpracę pompy ciepła EcoHeat Complex z dodatkowym źródłem ciepła w oparciu o różne nośniki energii (gaz, olej opałowy, pellets, itp.) opisano w rozdziale 14.

Na rysunku 10.2 pokazano charakterystykę cieplną budynku o powierzchni 140 m² oraz charakterystykę wydajności cieplnej pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10. Charakterystykę cieplną dla budynku o powierzchni 140 m² wyznaczono dla budynku energooszczędnego.



Rys. 10.2. Charakterystyka wydajności ciepłej pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10, oraz charakterystyka cieplna budynku o powierzchni 140 m².

Należy zauważyć, że przecięcie się dwóch charakterystyk czyli budynku 140 m² i pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10, określane mianem punktu biwalentnego, ma miejsce przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej ok. -11,8°C. Co oznacza ta wartość?

Jest to wartość temperatury zewnętrznej, przy której moc grzewcza pompy ciepła będzie równa zapotrzebowaniu na moc grzewczą budynku. Zatem pracująca pompa ciepła będzie utrzymywała w budynku zadaną temperaturę wewnętrzną bez konieczności uruchamiania dodatkowego źródła ciepła. Jeżeli temperatura zewnętrzna będzie niższa od -11,8°C, moc grzewcza pompy ciepła będzie za mała aby samodzielnie ogrzać budynek.

W związku z powyższym należy wyznaczyć moc grzewczą dodatkowego źródła ciepła, które musi współpracować z powietrzną pompą ciepła. Jeżeli przyjmiemy, że użytkownik pompy ciepła będzie ją eksploatował do temperatury zewnętrznej wynoszącej -25°C, wówczas z wykresu na rysunku 10.2 można odczytać, że budynek o powierzchni 140 m² będzie potrzebował: 9,75 kW mocy grzewczej. Przy tej temperaturze na zewnątrz moc grzewcza pompy ciepła będzie wynosiła: 5,3 kW. Zatem wymagana moc grzewcza dodatkowego źródła ciepła będzie można wyznaczyć z zależności:

$$P_{d\acute{z}c} = Q_b \text{ [kW]} - Q_{pc} \text{ [kW]}$$

gdzie:

- $P_{d\acute{z}c}$ – wymagana moc grzewcza dodatkowego źródła ciepła przy temperaturze -25°C ,
- Q_b – zapotrzebowanie na moc grzewczą do ogrzewania budynku przy temperaturze -25°C ,
- Q_{pc} – moc grzewcza pompy ciepła przy temperaturze -25°C .

Przedstawiając tę zależność na liczbach z omawianego powyżej przypadku, moc grzewcza dodatkowego źródła ciepła można obliczyć następująco:

$$P_{d\acute{z}c} = 9,75 \text{ kW} - 5,3 \text{ kW} = 4,45 \text{ kW}$$

Reasumując moc grzewcza dodatkowego źródła ciepła powinna wynosić: 4,45 kW. Należy pamiętać, że w module wewnętrznym pompy ciepła zainstalowana jest grzałka o mocy grzewczej równej 3 kW. Zatem wymagana moc grzewcza dodatkowego źródła ciepła powinna wynosić niepełna 1,5 kW, więc źródło ciepła o takiej mocy grzewczej należy zainstalować w instalacji grzewczej budynku. Tym dodatkowym źródłem ciepła może być dodatkowa grzałka elektryczna zainstalowana w buforze c.o. lub inne urządzenie grzewcze włączone do bufora c.o. instalacji grzewczej, jak to opisano szczegółowo w rozdziale 14.

Sterownik pompy ciepła EcoHeat Complex ma możliwość automatycznego sterowania dwoma dodatkowymi źródłami energii cieplnej. Jeżeli są to grzałki elektryczne, to uruchamia je w miarę potrzeb grzewczych sekwencyjnie, jedna po drugiej z zachowaniem ustawionych przez użytkownika zwłok czasowych. Jeżeli dodatkowym źródłem ciepła jest np. kocioł olejowy o stosunkowo dużej mocy grzewczej, należy zrezygnować z użytkowania wewnętrznej grzałki elektrycznej (zlokalizowanej w module wewnętrznym) na rzecz kotła olejowego. Pompa ciepła, jako źródło szczytowe, będzie uruchamiać kocioł olejowy, natomiast sterownik będzie regulował czasem pracy kotła olejowego. z uwzględnieniem ilości ciepła, jaka będzie potrzebna w danej chwili do ogrzania budynku.

10d

Chłodzenie budynku za pomocą pompy ciepła

Pompy ciepła EcoHeat Complex posiadają również możliwość chłodzenia budynku. Układ chłodniczy skonstruowany jest tak, że na okres letni zmieniane są funkcje wymienników ciepła: parownika i skraplacza. Oznacza to, że moduł wewnętrzny pompy ciepła przejmuje rolę parownika i dzięki temu realizowany jest proces chłodzenia wody c.o. instalacji grzewczej. W tym momencie instalacja grzewcza budynku staje się instalacją rozprowadzania chłodu po budynku.

Należy pamiętać, że aby prawidłowo chłodzić budynek trzeba zastosować odpowiednie aparaty wymiany ciepła, które pozwalają na ochładzanie i osuszanie powietrza wewnątrz budynku. W tym celu najczęściej stosuje się tzw. klimakonwektory. Niektórzy użytkownicy pomp ciepła jako instalację chłodzenia stosują wprost instalację ogrzewania podłogowego i chwalą sobie taki sposób chodzenia. W tym przypadku możemy uzyskać jedynie proces ochładzania powietrza bez jego osuszania. Jak powszechnie wiadomo, latem dla osiągnięcia pożądanego efektu ochładzania pomieszczeń konieczne jest ochładzanie powietrza i równoczesne jego osuszanie. Sam efekt ochł-

dzania powietrza jest niewystarczający dla odczuwania przez ludzi komfortu ciepłego latem. Bardzo dobrym sposobem rozprzodzenia chłodu po budynku jest wykorzystanie centrali wentylacyjnej. Warto do takiej centrali dołożyć moduł chłodzący, czyli chłodnicę powietrza z tacą ociekową, podłączyć do pompy ciepła i chłodzić powietrze nawiewane do budynku. Dzięki centrali wentylacyjnej uzyskamy dwa efekty: chłodzenie i osuszanie powietrza.

W tabeli 10.1 przedstawiono charakterystyczne parametry pracy pompy ciepła EcoHeat Complex podczas procesu chłodzenia.

Tabela 10.1. Parametry pompy ciepła podczas chłodzenia.

Parametr	Jednostka	EcoHeat Complex 9 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Wydajność chłodnicza maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	6,84	9,20	10,31
Współczynnik EER przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	-	2,09	2,68	3,29
Wydajność chłodnicza minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	4,10 / 6,84	4,33 / 9,20	4,29 / 10,37
Pobór mocy elektrycznej przy chłodzeniu minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	0,33 / 1,23	0,993 / 3,46	0,957 / 3,15
Współczynnik EER minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 18/23°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	-	2,09 / 5,05	2,68 / 4,11	3,29 / 4,63
Wydajność chłodnicza maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	5,05	6,74	7,90
Współczynnik EER przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	-	1,58	2,15	2,63
Wydajność chłodnicza minimalna/maksymalna przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	2,35 / 5,05	2,17 / 6,74	2,34 / 7,91
Pobór mocy elektrycznej przy chłodzeniu minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	kW	1,08 / 3,2	0,924 / 3,13	1,00 / 3,01
Współczynnik EER minimalny/maksymalny przy parametrach: zasilanie/powrót: 7/12°C, powietrze zewnętrzne: 35°C	-	1,58 / 2,4	2,15 / 3,00	2,33 / 3,12

W technice chłodniczej na medium stanowiące nośnik chłodu w instalacji klimatyzacyjnej budynku, mówi się często: „woda lodowa”. Wiadomo, że woda pod postacią lodu jest w stanie stałym, a nie płynnym, więc nie da się jej pompować przez rurociągi. Wiadomo też, że chodzi o skrót myślowy dla opisanie wody o niskiej temperaturze.

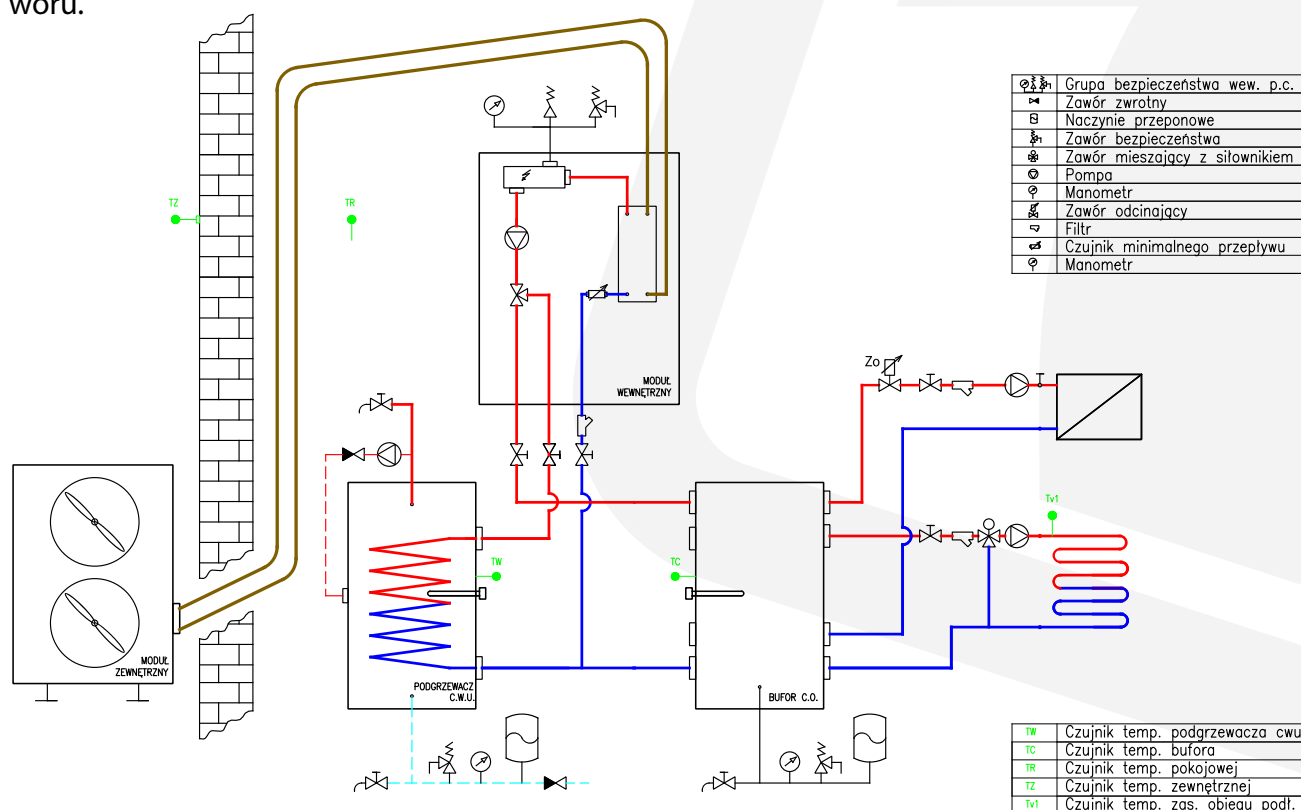
Jak można odczytać z tabeli 10.1, wydajność chłodnicza pompy ciepła ściśle zależy od temperatury wody ochładzanej (wody lodowej), do jakiej jest ona schładzana w pompie ciepła. I tak, jeżeli woda obiegowa ochładzana jest do temperatury +7°C, wówczas wydajność chłodnicza pompy ciepła wynosi: 5,05 kW, 6,74 kW i 6,9 kW - odpowiednio dla pompy ciepła EcoHeat Complex 09S10,

11S10 i 13S10. Jeżeli zaś wodę obiegową ochładzać będziemy do temperatury zaledwie $+18^{\circ}\text{C}$, wówczas wydajność chłodnicza wynosić będzie odpowiednio: 6,84, 9,2 i 10,3 kW.

Na rysunku 10.3 pokazano schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z instalacją grzewczą ogrzewania podłogowego oraz instalacją chłodzenia budynku. W zimie energia cieplna rozprowadzana jest za pomocą ogrzewania podłogowego. Latem pompa ciepła będzie produkować „chłód” na potrzeby instalacji klimakonwektorów lub instalacji wentylacyjnej budynku.

Podczas wykorzystania pompy ciepła do chłodzenia budynku należy zwrócić uwagę na następujące elementy instalacyjne: bufor i zawór odcinający, na schemacie oznaczony jako ZO. Należy pamiętać, że bufor zastosowany w takiej instalacji, musi być przystosowany do pracy przy niskich temperaturach wody obiegowej – wody lodowej. Zatem jego izolacja musi być dostosowana do pracy przy niskich temperaturach. Producenci tych elementów instalacyjnych określają, czy dany bufor może być wykorzystywany do pracy przy niskich temperaturach, czy tylko przy ogrzewaniu.

Należy również pamiętać, że konieczne jest zastosowanie zaworu odcinającego sterowanego elektrycznie, umiejscowionego na rurociągu zasilającym ogrzewania podłogowego lub ogrzewania grzejnikowego (patrz schemat 5.1. i 5.2. na www.tweetop.pl). Zawór ten ma za zadanie trwałe i skuteczne odcięcie przepływu wody lodowej do instalacji grzewczej budynku w okresie letnim, a dokładnie w okresie pracy pompy ciepła w trybie chłodzenia. Gdyby tego zaworu nie było i wystąpiłby latem nawet minimalny przepływ wody lodowej przez instalację grzewczą, a szczególnie część grzejnikową, to na powierzchni grzejników wykraplałaby się para wodna, a pod grzejnikiem pojawiłaby się kałuża wody. Reasumując, zawór ten ma za zadanie nie dopuścić do krążenia wody lodowej przez instalację grzewczą w lecie. Automatyka pompy ciepła steruje pracą tego zaworu.



Rys. 10.3. Schemat ideowy pracy pompy ciepła w trybie chłodzenia.

Pozostałe schematy technologiczne pokazujące pracę pompy ciepła w trybie chłodzenia dla pomp ciepła EcoHeat Complex dostępne są na stronie www.tweetop.pl w zakładce: Pliki do pobrania.

11

Koszty eksploatacji pompy ciepła

Jak zaznaczono to wcześniej, na koszty ogrzewania budynku ma wpływ nie tylko sama pompa ciepła, ale w dużej mierze sposób jej eksploatacji (temperatura wewnętrzna), rodzaj systemu grzewczego oraz jakość wykonania budynku, czyli sposób i jakość zaizolowania przegród budowlanych.

Dla przeprowadzenia analizy kosztów ogrzewania różnych budynków pompą ciepła EcoHeat Complex, zakładamy że budynek został wybudowany zgodnie z najnowszymi zaleceniami dotyczącymi ochrony cieplnej budynków i wykazuje własności budynku wysoko - energooszczędnego, ale nie pasywnego. Zakładamy, że system ogrzewania to dobrze zaprojektowane i wykonane ogrzewanie podłogowe, z maksymalną temperaturą zasilania wynoszącą $+35^{\circ}\text{C}$. Podobnie, utrzymywana wewnątrz budynku temperatura powietrza wynosi $+20^{\circ}\text{C}$. Dla tych parametrów założono pewien reprezentatywny wskaźnik, jakim jest zapotrzebowanie 1 m^2 powierzchni ogrzewanej budynku na moc cieplną. Wartość tego wskaźnika założono na poziomie 55 W/m^2 , gdzie domy pasywne charakteryzują się wartością na poziomie 25 W/m^2 , zaś budynki źle zbudowane i eksploatowane na poziomie 65 W/m^2 . Można zatem stwierdzić, że dane cieplne budynków, zawarte w poniższych tabelach i wykresach, przyjęte zostały jako budynki umiarkowanie dobrze zbudowane i eksploatowane. Jeżeli budynek będzie zbudowany lepiej, czyli jego charakterystyka cieplna będzie bliższa domu pasywnego, przyniesie to wymierne skutki w kosztach ogrzewania, a punkt biwalentny przesunie się w kierunku temperatur ujemnych, czyli później włączy się źródło szczytowe. Dodatkowo do obliczeń założono, że ciepła woda użytkowa będzie podgrzewana przez cały rok dla czteroosobowej rodziny. Dla takich parametrów i kilku miast Polski obliczono realne koszty ogrzewania budynków. W sposób graficzny pokazano to dla budynku o powierzchni 140 m^2 , zaś dla pozostałych budynków w formie tabeli. W tabeli 11.1 przedstawiono dane przyjęte do obliczeń.

Tabela 11.1. Dane obliczeniowe.

Pompa ciepła EcoHeat Complex	13S10	1 sztuka
Porównawcza stacja meteorologiczna	Warszawa	
Powierzchnia ogrzewana obiektu	140	m^2
Wskaźnik zapotrzebowania na ciepło budynku	55	W / m^2
Obliczone zapotrzebowanie obiektu na moc cieplną	7,7	kW
Szacunkowe zapotrzebowanie budynku na energię cieplną do ogrzewania i produkcji c.w.u.	20 670	kWh/rok
Obliczeniowa temperatura wewnątrz budynku	20	$^{\circ}\text{C}$
Obliczeniowa temperatura zasilania podłogowej instalacji grzewczej	35	$^{\circ}\text{C}$
Ilość osób, dla których podgrzewana będzie c.w.u.	4	osoby

W tabeli 11.2 przedstawiono wyniki obliczeń.

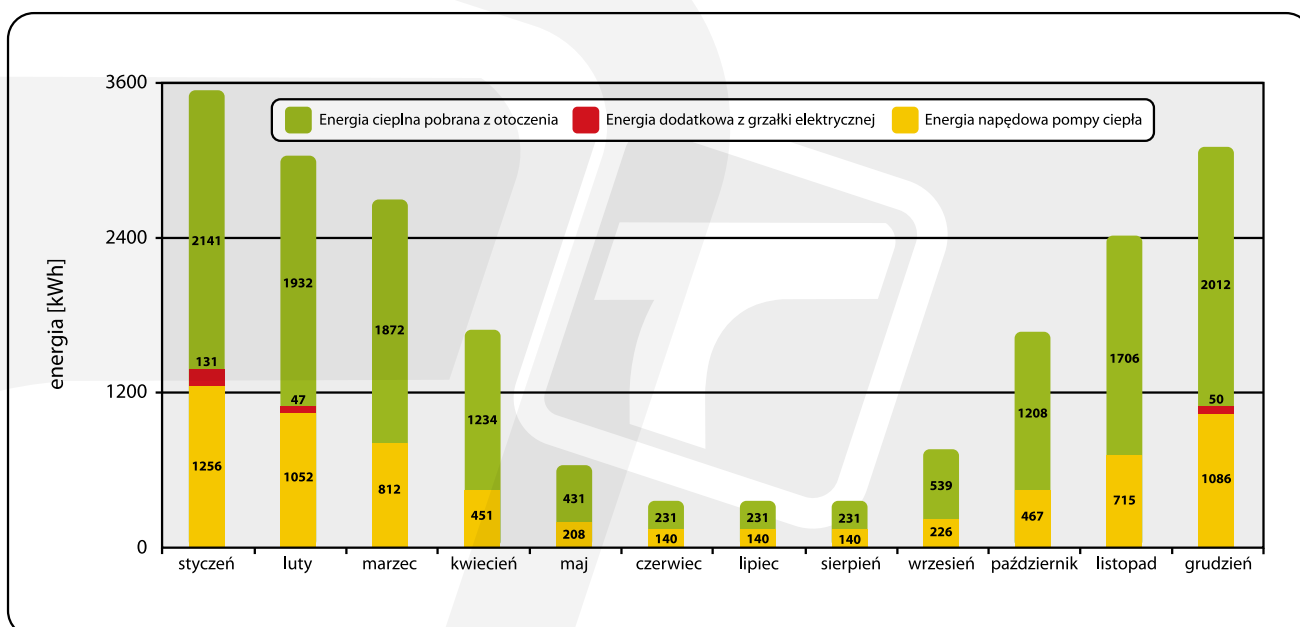
Tabela 11.2. Wyniki obliczeń.

Charakterystyka cieplna:	wartość	jednostka
Porównawcza stacja meteorologiczna	Warszawa	
Średnia minimalna zewnętrzna temperatura obliczeniowa	-17,4	°C
Średnia temperatura sezonu grzewczego	+8,0	°C
Temperatura zasilania instalacji grzewczej	+35,0	°C
Obliczeniowa temperatura wewnątrz budynku	+20,0	°C
Powierzchnia ogrzewana budynku	140	m ²
Zapotrzebowanie budynku na moc cieplną c.o.	7,7	kW
Zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o.	20 670	kWh/rok
W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u.	4 500	kWh/rok
Źródła produkcji energii cieplnej:		
Znamionowa wydajność cieplna (moc grzewcza) pompy ciepła przy parametrach A+7/W+35	12,6	kW
Ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	20 420	kWh/rok
Wymagana moc dodatkowego źródła ciepła (grzałka elektryczna)	7,7	kW
Ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	240	kWh/rok
Pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	99	%
Zużycie energii elektrycznej:		
Czas pracy pompy ciepła	2 010	h / rok
Napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła:	6 628	kWh/rok
Napędowa energia elektryczna zużyta przez dodatkowe źródła ciepła:	240	kWh/rok
Energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego:	13 530	kWh/rok
Szacunkowy koszt eksploatacji pompy ciepła w skali roku:		
Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła:	3 712	zł/rok
Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe:	134	zł/rok
(obliczono według stawki za 1 kWh = 0,56 zł/kWh, dla taryfy G12)		

Należy pamiętać, że dane zamieszczone w niniejszej symulacji mają charakter szacunkowy. Wyznaczone zostały na podstawie temperatur, jakie zostały zarejestrowane w danej stacji meteorologicznej kilka lat wstecz. Realne wartości parametrów mogą się różnić i zależą od rzeczywistej charakterystyki cieplnej budynku oraz od parametrów klimatycznych w danym regionie Polski.

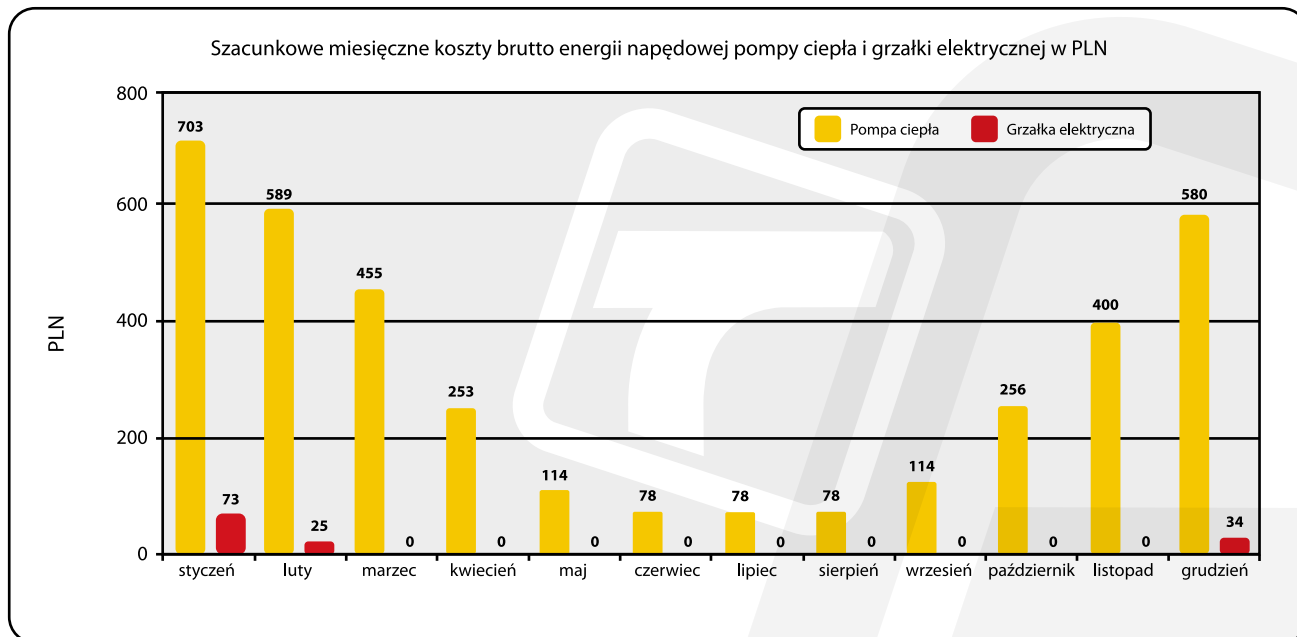
Analizując wyniki obliczeń zawarte w tabeli 11.2 należy zauważyć, że na podstawie parametru: **obliczone zapotrzebowanie obiektu na moc cieplną** oraz w oparciu o dane metrologiczne, wyznaczono najważniejszy parametr jaki będzie charakteryzował budynek i który to bezpośrednio

wpływa na koszty ogrzewania budynku: jest to **zapotrzebowanie budynku na energię cieplną do ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej**. Dla analizowanego budynku wynosi on: 20 670 kWh na rok, co stanowi ok. 74 GJ na rok. Informuje on użytkownika, że tyle energii cieplnej zużyje jego budynek w ciągu roku, mało tego, za wyprodukowanie takiej ilości energii cieplnej będzie musiał zapłacić. Na rysunku 11.1 pokazano jak rozkłada się to zapotrzebowanie budynku na energię cieplną do ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej na przestrzeni całego roku, z podziałem na poszczególne miesiące. Widać, że największe zapotrzebowanie na ciepło jest w styczniu i grudniu, zaś w miesiącach letnich, czyli czerwcu, lipcu i sierpniu, minimalne, wynikające tylko z podgrzewania wody użytkowej. Kolorem żółtym oznaczono ilość energii elektrycznej pobranej przez sprężarkę i przetworzonej na ciepło, kolorem czerwonym ilość energii elektrycznej pobranej przez grzałkę, zaś kolorem zielonym ilość energii cieplnej pobranej przez pompę ciepła z powietrza zewnętrznego.



Rys. 11.1. Podział zapotrzebowania budynku na energię cieplną do ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej na poszczególne miesiące roku.

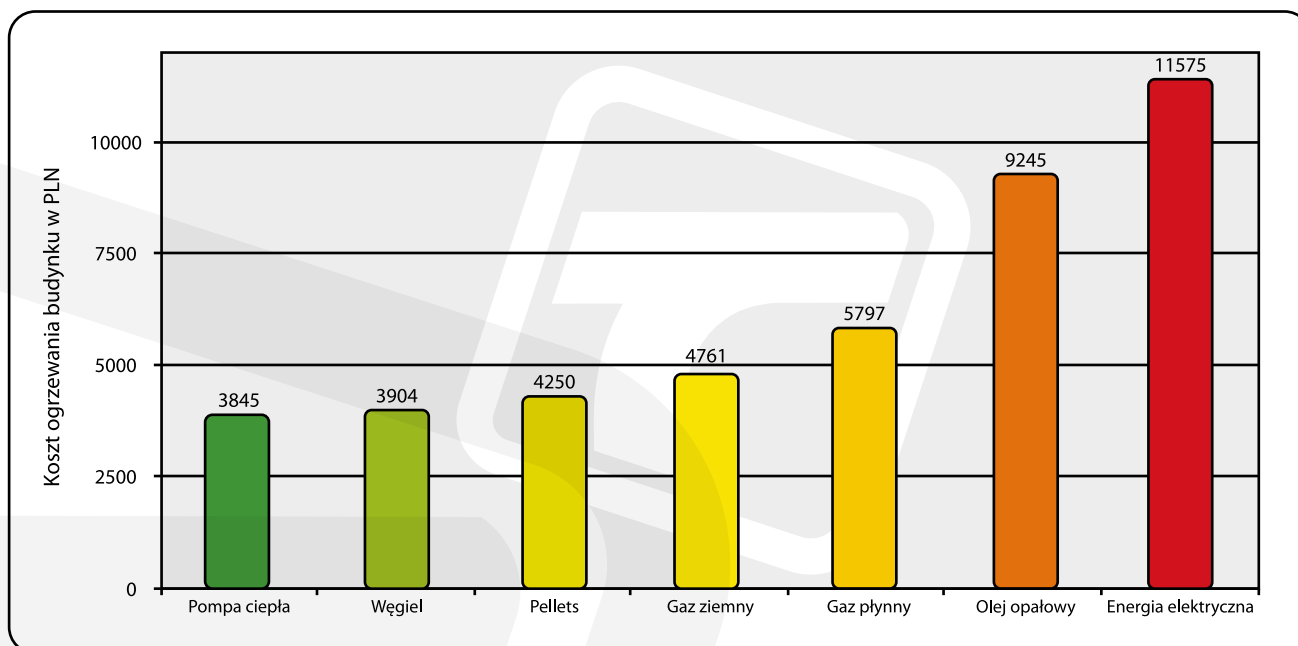
Najważniejszym parametrem określającym koszty ogrzewania budynku pompą ciepła, jest zużycie energii elektrycznej przez sprężarkę i dodatkowe źródło ciepła – grzałkę elektryczną. Na rysunku 11.2 pokazano koszty wyprodukowania energii cieplnej przez pompę ciepła. Zatem jest to odzwierciedlenie finansowe żółtych i czerwonych części wykresu z rysunku 11.1. Na rysunku 11.2, kolorem niebieskim oznaczono koszty pracy sprężarki, zaś kolorem czerwonym koszt pracy grzałki elektrycznej.



Rys. 11.2. Podział kosztów ogrzewania budynku i podgrzewania wody użytkowej na poszczególne miesiące roku.

Jak można zauważyć na rysunku 11.2, najwyższe koszty ogrzewania budynku wystąpią w styczniu. W styczniu, lutym i grudniu w ogrzewaniu budynku brać będzie udział również grzałka elektryczna (czerwone słupki). Jednak ilość energii elektrycznej zużytej przez grzałkę jest nieznaczna i nie przekracza w sumie 3,5% całego zużycia energii elektrycznej. Miesiące letnie, to koszty podgrzewania wody użytkowej dla czteroosobowej rodziny.

Na podstawie wyznaczonego wcześniej zapotrzebowanie budynku na energię ciepłą do ogrzewania i podgrzewania wody użytkowej wynoszącego 20 670 kWh/rok, można porównać koszty ogrzewania tego budynku powietrzną pompą ciepła i innymi nośnikami energii cieplnej, np. węglem, gazem ziemnym i płynnym, olejem opałowym oraz bezpośrednio prądem. Pokazano to na rysunku 11.3.



Rys. 11.3. Porównanie kosztów ogrzewania budynku, o wynoszącym 20 670 kWh/rok, z innymi nośnikami energii cieplnej.

Z rysunku 11.3 można odczytać, że najtańszym sposobem ogrzewania budynku 140 m² w Warszawie, jest wykorzystanie pompy ciepła. Ogrzewanie węglem nie jest dużo droższe, należy tu jednak pamiętać, że w ogrzewaniu węglowym nie wzięto pod uwagę kosztów własnych, jakie ponosi użytkownik podczas obsługi kotła węglowego - czy to zwykłego, czy też automatycznego na eko-groszek. Przy tym porównaniu należy uzmysłowić sobie, że ogrzewanie pompą ciepła jest zupełnie bezobsługowe dla użytkownika oraz nie powoduje unoszenia się kurzu i brudu w maszynowni i jest też źródłem emisji szkodliwego dymu do środowiska.

W tabelach od 11.3 do 11.10 przedstawiono zapotrzebowanie budynków na ciepło i koszty ich ogrzewania pompą ciepła EcoHeat Complex 13S10 w kilku miastach Polski, a są to: Gdańsk, Poznań, Wrocław, Kraków, Warszawa, Rzeszów, Białystok i Szczecin. Symulację wykonano dla budynków siedmiu wielkości, od 100 m² do 160 m². Założono przy tym następujące parametry budynku:

- temperatura wewnątrz budynku: +20°C,
- temperatura zasilania instalacji grzewczej: +35°C,
- zapotrzebowanie na moc grzewczą budynku: 55 W/m²,
- ciepła woda podgrzewana dla czterech osób.

Założono, że pompa ciepła będzie korzystać z energii elektrycznej w taryfie G12W, czyli według dziennego i nocnego rozliczenia zużycia energii elektrycznej. Na podstawie rzeczywistych odczytów energii elektrycznej podczas eksploatacji powietrznej pompy ciepła, określono że 1 kWh energii elektrycznej kosztuje 0,4914 zł/kWh.

W tabeli 11.3 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Szczecin. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-15,1^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+8,2^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.3. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Szczecin.

Szczecin	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 880	17 250	18 400	19 540	20 910	22 050	23 420
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 880	17 250	18 400	19 540	20 910	22 050	23 420
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła – sprężarkę	kWh/rok	4 300	4 610	4 860	5 110	5 400	5 630	5 930
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 580	12 650	13 530	14 430	15 510	16 420	17 490
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 770	3 010	3 210	3 400	3 610	3 760	3 920
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 113	2 265	2 388	2 511	2 654	2 767	2 914
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.4 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Gdańsk. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-12,1^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+7,2^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.4. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Gdańsk.

Gdańsk	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	5,5	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh	18 180	18 180	21 190	22 560	24 210	25 580	27 230
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh	18 180	18 180	21 190	22 560	24 210	25 580	27 230
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła - sprężarkę	kWh	4 970	4 970	5 630	5 940	6 280	6 560	6 920
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh	13 210	13 210	15 550	16 630	17 930	19 020	20 310
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h	3 230	3 230	3 760	3 970	4 200	4 360	4 530
Pokrycie - pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł	2 442	2 442	2 767	2 919	3 086	3 224	3 400
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.5 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Białystok. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-19,8^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+6,7^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.5. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Białystok.

Białystok	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	16 210	17 620	18 790	19 970	21 380	22 550	23 960
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	16 210	17 620	18 790	19 970	21 380	22 550	23 950
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	10
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła – sprężarkę	kWh/rok	4 740	5 080	5 370	5 640	5 970	6 240	6 570
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 470	12 540	13 430	14 330	15 400	16 310	17 380
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 910	3 160	3 360	3 540	3 750	3 900	4 070
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	99
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 329	2 496	2 639	2 771	2 934	3 066	3 228
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.6 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Poznań. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-16,2^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+8,2^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.6. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Poznań.

Poznań	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 680	17 020	18 140	19 260	20 610	21 730	23 070
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 680	17 020	18 140	19 260	20 610	21 730	23 070
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła - sprężarkę	kWh/rok	4 300	4 600	4 850	5 100	5 390	5 630	5 930
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 370	12 420	13 290	14 170	15 220	16 100	17 140
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 740	2 980	3 170	3 350	3 560	3 710	3 880
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 113	2 260	2 383	2 506	2 649	2 767	2 914
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.7 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Warszawa. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-17,4^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+8,0^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.7. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Warszawa.

Warszawa	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 720	17 070	18 190	19 320	20 670	21 790	23 140
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 720	17 070	18 190	19 320	20 670	21 790	23 140
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła – sprężarkę	kWh/rok	4 410	4 720	4 970	5 230	5 530	5 790	6 080
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 300	12 350	13 220	14 080	15 140	16 000	17 060
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 770	3 010	3 200	3 380	3 570	3 730	3 890
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 167	2 319	2 442	2 570	2 717	2 845	2 988
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.8 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Wrocław. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-16,0^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+8,3^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.8. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Wrocław.

Wrocław	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 560	16 890	17 990	19 100	20 430	21 540	22 870
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 560	16 890	17 990	19 100	20 430	21 540	22 870
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła - sprężarkę	kWh/rok	4 280	4 570	4 820	5 060	5 350	5 580	5 880
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 280	12 310	13 180	14 050	15 090	15 960	17 000
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 710	2 950	3 140	3 310	3 510	3 650	3 820
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 103	2 246	2 369	2 486	2 629	2 742	2 889
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.9 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Kraków. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-17,3^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+7,8^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.9. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Kraków.

Kraków	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 810	17 170	18 310	19 440	20 800	21 940	23 330
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 810	17 170	18 310	19 440	20 800	21 940	23 330
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	0	0	0	0	0	0	0
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła – sprężarkę	kWh/rok	4 450	4 760	5 010	5 270	5 570	5 820	6 120
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 360	12 420	13 290	14 170	15 230	16 120	17 180
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 790	3 030	3 220	3 400	3 600	3 750	3 910
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	100	100	100	100	100	100	100
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 187	2 339	2 462	2 590	2 737	2 860	3 007
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	0	0	0	0	0	0	0

W tabeli 11.10 pokazano wyniki obliczeń dla miasta Rzeszów. Należy zauważyć, że minimalna temperatura obliczeniowa dla tego miasta wynosi: $-20,2^{\circ}\text{C}$, zaś średnia temperatura okresu grzewczego wynosi: $+7,1^{\circ}\text{C}$.

Tabela 11.10. Wyniki obliczeń eksploatacji pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 dla miasta: Rzeszów.

Rzeszów	jednostka	Powierzchnia budynku w [m^2]						
		100	110	120	130	140	150	160
P_{bud} – Zapotrzebowanie na moc grzewczą	kW	5,5	6,1	6,6	7,1	7,7	8,2	8,8
Q_{bud} – zapotrzebowanie budynku na energię cieplną c.o. W tym zapotrzebowanie na energię cieplną do produkcji c.w.u	kWh/rok	15 420	16 740	17 830	18 930	20 240	21 340	22 650
Q_{pc} – ilość energii cieplnej pozyskanej z pompy ciepła	kWh/rok	15 400	16 720	17 800	18 900	20 210	21 310	22 610
$Q_{\text{grzałki}}$ – ilość energii cieplnej pozyskanej z dodatkowego źródła ciepła	kWh/rok	20	20	30	30	30	30	40
P_{pc} – napędowa energia elektryczna zużyta przez pompę ciepła - sprężarkę	kWh/rok	4 380	4 690	4 930	5 170	5 470	5 710	6 000
Q_{eco} – energia cieplna pozyskana z powietrza zewnętrznego	kWh/rok	11 020	12 030	12 870	13 730	14 740	15 600	16 610
T_{czas} – czas pracy pompy ciepła	h/rok	2 730	2 970	3 160	3 330	3 530	3 690	3 860
Pokrycie – pokrycie zapotrzebowania na ciepło przez pompę ciepła	%	99	99	99	99	99	99	99
K_{pc} – szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez pompę ciepła	zł/rok	2 152	2 305	2 423	2 541	2 688	2 806	2 948
K_{grz} – Szacunkowy koszt zużytej energii elektrycznej przez źródło szczytowe	zł/rok	10	10	15	15	15	15	20

Jak można odczytać z powyższych tabel, koszt ogrzewania budynku ściśle zależy od jego wielkości oraz lokalizacji w danym obszarze Polski. Jak się okazuje, najtaniej można ogrzać budynek np. o powierzchni 140 m^2 we Wrocławiu, a najdrożej w Gdańsku. Wydaje się, że jest to niezgodne z przewidywaniami. Przecież w Gdańsku jest najcieplej. I tak jest w rzeczywistości. Średnia z minimalnych temperatur w Gdańsku jest najwyższa spośród porównywanych miast, ponieważ wynosi tylko $-12,1^{\circ}\text{C}$, gdy w Poznaniu wynosi ona $-16,2^{\circ}\text{C}$ a w Krakowie aż -17°C , Rzeszowie $-20,2^{\circ}\text{C}$ zaś we Wrocławiu $-16,0^{\circ}\text{C}$. To jednak w Gdańsku koszty ogrzewania są najwyższe. Dzieje się tak, ponieważ właśnie w Gdańsku ilość dni z najniższą temperaturą zewnętrzną jest największa. Dużo większa niż w Krakowie, Poznaniu czy Wrocławiu. Okazuje się, że powyższa symulacja potwierdza ten fakt, ponieważ czas pracy pompy ciepła we Wrocławiu wynosi 3 510 godzin, zaś w Gdańsku aż 4 200 godzin.

Analiza ta dowodzi, że lepiej w procesie dobierania i analizowania parametrów eksploatacyjnych pompy ciepła posługiwać się parametrem, jakim jest zapotrzebowanie na energię cieplną wyrażoną w jednostkach energii (GJ czy kWh), niż chwilową mocą grzewczą, wyrażoną w kW.

Przedsiębiorstwo Tweetop sp. z o.o., nieodpłatnie wykonuje analizy energetyczne kosztów eksploatacji pomp ciepła EcoHeat Complex dla projektowanych przez Państwa budynków i instalacji grzewczych. Wystarczy skontaktować się z najbliższym przedstawicielem handlowym lub projektowym naszej firmy i przekazać mu następujące, niezbędne dane do obliczeń:

- *miejsce, w którym budynek jest lub będzie zlokalizowany,*
- *zapotrzebowanie na moc cieplną do ogrzewania w kW lub:*
- *zapotrzebowanie na energię cieplną do ogrzewania w kWh lub GJ,*
- *obliczeniową temperaturę zasilania instalacji grzewczej,*
- *przewidywaną temperaturę wewnątrz budynku,*
- *ilość osób korzystających z ciepłej wody użytkowej.*

Jeżeli nie jest znana moc cieplna potrzebna do ogrzewania, ani ilość energii cieplnej do ogrzewania, należy podać:

- *powierzchnię ogrzewaną budynku w m²,*
- *stan i jakość wykonanej izolacji cieplnej budynku.*

Powyższe dane są niezbędne do wykonania analizy energetycznej kosztów eksploatacji pomp ciepła EcoHeat Complex.

Nazwiska, adresy e-mail oraz numery telefonów do naszych przedstawicieli znajdziecie Państwo na końcu niniejszego poradnika.

12

Połączenie pompy ciepła z instalacją grzewczą budynku

12a

Czy warto montować bufor?

Można by stwierdzić, że jest to odwieczne pytanie zadawane przez instalatora i przyszłego użytkownika pompy ciepła.

Jeżeli bufor zostanie zainstalowany, to podniesie to koszty inwestycyjnie. Ale jeżeli nie zostanie zainstalowany, czy to w jakiś sposób wpłynie na pracę pompy ciepła w przyszłości?

Doświadczenie i monitoring eksploatowanych pomp ciepła mówi, że montaż bufora w instalacji grzewczej, w której źródłem ciepła jest pompa ciepła, to konieczność. Bufor w instalacji grzewczej spełnia kilka funkcji, a są to między innymi:

- Zagwarantowanie prawidłowego przepływu wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła,
- Zwiększenie zładu wody c.o. w instalacji grzewczej,
- Zwiększenie pojemności cieplnej instalacji grzewczej,
- Stabilna praca pompy ciepła,
- Wydłużenie czasu pracy sprężarki,
- Wydłużenie czasu postoju sprężarki.

Okazuje się, że bufor ma ogromny i pozytywny wpływ na pracę pompy ciepła. Można by wręcz rzec, że bufor łagodzi pracę sprężarki. Na pewno zastosowanie bufora wydłuży żywotność sprężarki.

Często okazuje się, że pojemność wodna instalacji grzewczej jest niewielka. Dla kotła gazowego to rzecz pozytywna, natomiast dla pompy ciepła jest to coś bardzo negatywnego. Mała ilość wody w instalacji c.o. prowadzi do niestabilnej pracy pompy ciepła, szczególnie w okresach przejściowych (jesień, wiosna). Gdy zapotrzebowanie budynku na energię cieplną jest niewielkie, np. 20% maksymalnego, wówczas wydajność cieplna (moc grzewcza) pompy ciepła jest wielokrotnie większa niż straty cieplne budynku. Prowadzi to do bardzo krótkich cykli pracy sprężarki. Po jej uruchomieniu, sprężarka nagrzewa bardzo szybko zład wody do odpowiedniej temperatury i wyłącza się. Z uwagi na to, że zład wody jest niewielki, szybko oddaje ciepło do wnętrza budynku i wychładza się. Więc po krótkim czasie sprężarka znowu zostaje włączona do pracy. Z wieloletniej praktyki chłodniczej wynika, że nie ma nic bardziej destrukcyjnego dla sprężarek chłodniczych niż ich częste włączanie i wyłączanie.

“Nie ma nic gorszego dla trwałości sprężarki niż krótkie cykle pracy i postoju.”

Ze względu na trwałość sprężarki, zamontowanie odpowiedniego bufora jest niezbędne i konieczne.

Drugim elementem, który przynosi korzyści z istnienia bufora w instalacji grzewczej, jest jego działanie jako sprzęgło hydrauliczne. Jednak warunkiem spełnienia tego wymogu jest zamontowanie bufora o budowie sprzęgła hydraulicznego, a więc takiego, który posiada najmniej cztery króćce przyłączeniowe, tak jak to pokazano na rysunku 12.1.

W tym przypadku bufor hydraulicznie rozłącza od siebie dwie instalacje, w których przepływ wody grzewczej c.o. jest najczęściej różny. Obieg pierwszy, to połączenie pompy ciepła z buforem. Tu sprawa jest jednoznaczna i prosta. Przez pompę ciepła zawsze musi płynąć tyle wody grzewczej c.o. ile producent określił w dokumentacji technicznej pompy ciepła (Tabela 6.1). Nie musi płynąć więcej wody niż jest to potrzebne, natomiast nie może płynąć jej mniej! Jeżeli bufor nie zostanie zainstalowany i zdarzy się tak, że w instalacji grzewczej większość grzejników zostanie zamknięta przez zawory termostatyczne na głowicach zaworów grzejnikowych, to przepływ wody w instalacji, a więc i pompie ciepła, obniży się znacząco. To spowoduje w pierwszej kolejności wzrost zużycia energii elektrycznej do napędu sprężarki, ponieważ ograniczony przepływ wody przez skraplacz (złe chłodzenie skraplacza) powoduje wzrost ciśnienia skraplania, a więc większą pracę sprężania. Jeżeli ten przepływ wody grzewczej przez skraplacz będzie dalej ograniczany, doprowadzi to do

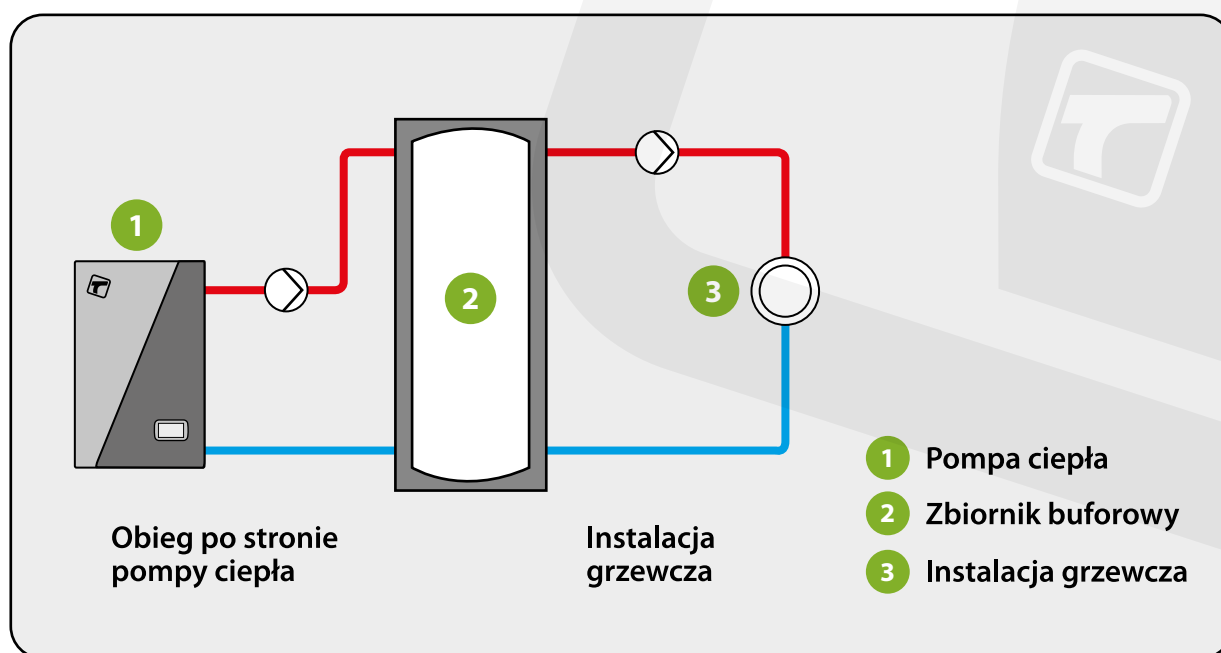
awaryjnego zatrzymania sprężarki, awarią HP – zbyt wysokie ciśnienia skraplania czynnika chłodniczego. Z uwagi na nieprawidłowe chłodzenie skraplacza, ciśnienie czynnika chłodniczego wzrośnie do takiej wartości, która zagraża sprężarce, więc sprężarka musi zostać wyłączona dla jej bezpieczeństwa.

Obieg drugi, to instalacja grzewcza budynku (instalacja odbiorcza). Dzięki zastosowaniu bufora o budowie sprzęgła hydraulicznego, nigdy nie dojdzie do awaryjnego zatrzymania sprężarki wyłącznikiem HP – wysokie ciśnienie w instalacji chłodniczej pompy ciepła. Gdyby nawet przepływ wody grzewczej przez instalację grzewczą wynosiłby 0 m³/h, czyli zamknięte by były wszystkie zawory na instalacji grzewczej, istnienie bufora uchroni pompę ciepła przed nienaturalną i niebezpieczną pracą, prowadzącą do zatrzymania awaryjnego. Pompa ciepła poprzez swoją pompę obiegową, będzie pobierać z bufora odpowiednią ilość wody grzewczej bez żadnych ograniczeń, tym samym zapewniając jej prawidłową pracę. Podgrzewać będzie bufor. Automatyka pompy ciepła, poprzez czujnik Tc zainstalowany w buforze, zauważy że bufor nienaturalnie szybko rozgrzewa się, więc w odpowiednim momencie, gdy temperatura wody w buforze wzrośnie o 5°C (o wartość histerazy), wyłączy sprężarkę. Stanie się tak na długo wcześniej, niż mogłaby wystąpić potencjalna awaria HP.

Należy zatem stwierdzić, że bufor o odpowiedniej pojemności i konstrukcji, zawsze jest potrzebny, a nawet niezbędny dla zagwarantowania prawidłowej pracy pompy ciepła EcoHeat Complex.

Najlepszy sposób podłączenia bufora do instalacji grzewczej, w której źródłem ciepła jest pompa ciepła EcoHeat Complex, jest schemat pokazany na rysunku 12.1. Bufor takiej konstrukcji i tak połączony z pompą ciepła oraz instalacją grzewczą budynku, gwarantuje pełną bezawaryjność pracy pompy ciepła oraz jej długą eksploatację.

Przedsiębiorstwo Tweetop sp. z o.o. zaleca (wymaga) montaż bufora c.o. tak jak to pokazano na rysunku 12.1.



Rys. 12.1. Schemat ideowy instalacji grzewczej z pompą ciepła EcoHeat Complex i buforem c.o..

12b

Wielkość bufora c.o.

Dobór wielkości bufora c.o. do instalacji grzewczej z pompą ciepła EcoHeat Complex, jest zupełnie prosty.

Należy dobrać bufor o takiej pojemności, aby cały zbiór wody grzewczej, w całej instalacji grzewczej budynku, spełniał poniższy warunek:

$$V_{\text{cał inst}} = Q_k \cdot v_k \text{ [dm}^3\text{]}$$

gdzie:

$V_{\text{cał inst}}$ – pojemność całkowita instalacji grzewczej [dm³],

Q_k – wydajność cieplna pompy ciepła w [kW]

v_k – współczynnik ilości wody w instalacji grzewczej odniesiony do wydajności grzewczej pompy ciepła wyrażony w [dm³/kW]

Należy określić wartość współczynnika v_k -ilości wody w instalacji grzewczej odniesiona do wydajności grzewczej pompy ciepła [dm³/kW]. Wartość tego współczynnika powinna zawierać się w granicach od 20 do 50 [dm³/kW].

Wartością optymalną, rekomendowaną dla pomp ciepła EcoHeat Complex, jest wielkość 30 [dm³/kW].

Zatem określenie wielkości (pojemności) bufora jest następujące:

$$V_{\text{buf}} = V_{\text{cał inst}} - V_{\text{inst}}$$

gdzie:

V_{buf} – pojemność bufora [dm³],

V_{inst} – pojemność instalacji grzewczej to suma pojemności: rury ogrzewania podłogowego lub grzejniki + rury dosyłowe do rozdzielaczy lub grzejników [dm³],

Reasumując, pojemność bufora stanowi różnicę całkowitej i wymaganej (wielkością pompy ciepła) pojemności instalacji grzewczej, pomniejszonej o pojemność samych rur lub grzejników instalacji grzewczej.

Założmy, że pompa ciepła EcoHeat Complex 13S10 będzie ogrzewać budynek mieszkalny o powierzchni 140m². Budynek będzie wyposażony w dobrze zaprojektowane i dobrze wykonane ogrzewanie podłogowe. Zatem pojemność całkowita ogrzewania podłogowego wraz z instalacjami doprowadzającymi będzie wynosić ok. 180 litrów (dm³).

Wymagana, z punktu widzenia wielkości pompy ciepła, pojemność całkowita instalacji grzewczej (podłógówka + bufor) będzie wynosić:

$$V_{\text{cał inst}} = 12,6 \text{ kW} \cdot 30 \text{ dm}^3/\text{kW} = 378 \text{ dm}^3$$

Pojemność bufora powinna wynosić:

$$V_{\text{buf}} = 378 \text{ dm}^3 - 180 \text{ dm}^3 = 198 \text{ dm}^3$$

Największym problemem, w nowych budynkach, jest brak miejsca na posadowienie takiego bufora. Obecne pomieszczenia techniczne przeznaczone na węzły cieplne mają ograniczoną powierzchnię użytkową. Niejednokrotnie okazuje się, że nie ma w nich miejsca na bufor c.o. i podgrzewacz c.w.u..

Praktyka inżynierska mówi zatem, że pojemność bufora dla pomp ciepła EcoHeat Complex powinna zawierać się od 80 do 180 litrów.

13

Podgrzewanie c.w.u. za pomocą pompy ciepła EcoHeat Complex

13a

Budowa podgrzewacza c.w.u. dla pompy ciepła EcoHeat Complex

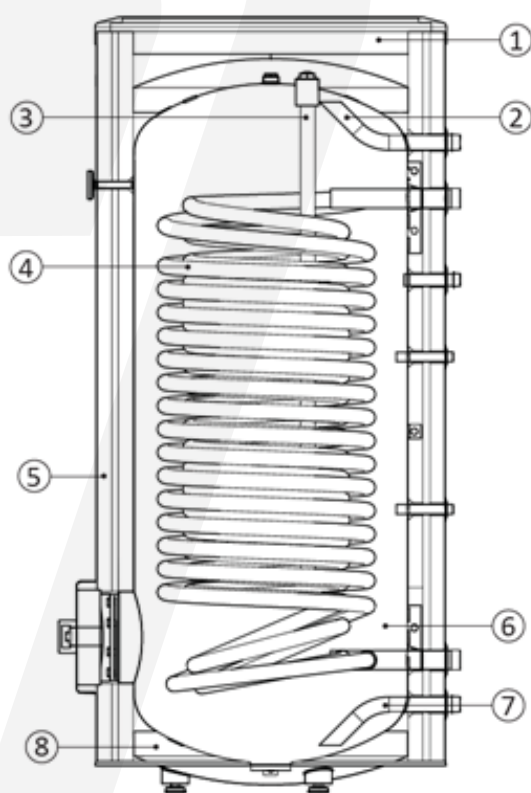
Proces podgrzewania wody użytkowej przez pompy ciepła jest procesem trudnym, szczególnie że pompa ciepła należy do urządzeń tzw. niskotemperaturowych. Oczekujemy, że ciepła woda w kranie będzie miała wysoką temperaturę, co najmniej +55°C. Aby to osiągnąć, urządzenie grzewcze musi uzyskać odpowiednio wyższą temperaturę na zasilaniu wymiennika ciepła (podgrzewacza wody, np. węzownicy w zasobniku). Praca pompy ciepła na bardzo wysokich temperaturach zasilania, jest mało ekonomiczna, a wynika to z własności lewo-bieżnych obiegów chłodniczych. Jednak prawa wymiany ciepła przychodzą nam z pomocą. Jeżeli nie możemy podnieść temperatury wody zasilającej wymiennik ciepła, zgodnie z równaniem Pecleta możemy zwiększyć powierzchnię wymiany ciepła wymiennika oraz przepływ nośnika ciepła. I tak właśnie praktykuje się w przypadku pomp ciepła. Jako podgrzewacze wody użytkowej współpracujące z pompą ciepła, stosuje się wymienniki ciepła o stosunkowo dużej powierzchni wymiany ciepła węzownicy, w porównaniu do wymienników współpracujących np. z kotłem gazowym. Dzięki odpowiednio dużej powierzchni wymiany ciepła, możliwe jest podgrzewanie wody użytkowej do odpowiedniej temperatury przy stosunkowo niskiej temperaturze zasilania wymiennika ciepła. W tabeli 13.1 podano minimalne powierzchnie wymiany ciepła w podgrzewaczach węzownicowych dla pomp ciepła EcoHeat Complex.

Tabela. 13.1. Wymagane powierzchnie wymiany ciepła w węzownicowych podgrzewaczach c.w.u..

Model		EcoHeat Complex 9 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Wymagana powierzchnia wymiany ciepła w podgrzewaczu c.w.u.	m ²	3,0	3,2	3,5

Należy tu zwrócić szczególną uwagę na konstrukcję podgrzewacza węzownicowego, a w szczególności na konstrukcję samej węzownicy. Okazuje się, że większość dostępnych na rynku podgrzewaczy c.w.u., mimo że spełnia warunek powierzchni wymiany ciepła podany w tabeli 13.1, to jednak nie będzie prawidłowo współpracowało z pompą ciepła EcoHeat Complex. Najczęściej podgrzewacze te noszą nazwę: solarnych lub biwalentnych, czyli takich, w których zamontowano dwie węzownice grzewcze, jedną do podłączenia kotła gazowego, drugą do podłączenia instalacji solarnej. Instalatorzy łączą te węzownice szeregowo, spełniając wymogi tabeli 13.1. Niestety szeregowe połączenie obu węzownic i stosunkowo duże natężenie przelewu wody grzewczej z pompy ciepła, sprawia że opór hydrauliczny na jaki napotyka woda grzewcza na dwóch, szeregowo połączonych węzownikach jest olbrzymi. Opór ten często przekracza możliwości (wysokość podnoszenia) pompy obiegowej zainstalowanej w module wewnętrznym pompy ciepła, w wyniku czego pompa ciepła nie jest w stanie dogrzać wody użytkowej do zadanej temperatury.

Podgrzewacz ciepłej wody użytkowej, który jest rekomendowany dla pomp ciepła EcoHeat Complex, powinien posiadać dwie węzownice, jednak ich połączenie musi być zupełnie inne niż opisane wcześniej. Węzownice muszą być połączone równoległe! Widok takiego podgrzewacza pokazano na rysunku 13.1.



Rys. 13.1. Przekrój podgrzewacza wody użytkowej przeznaczony do współpracy z pompą ciepła EcoHeat Complex, gdzie: 1 – górna pokrywa zbiornika, 2 – rura poboru c.w.u., 3 – anoda, 4 – podwójna węzownica grzewcza, 5 – izolacja cieplna, 6 – zbiornik, 7 – wlot zimnej wody, 8 – dolna pokrywa zbiornika.

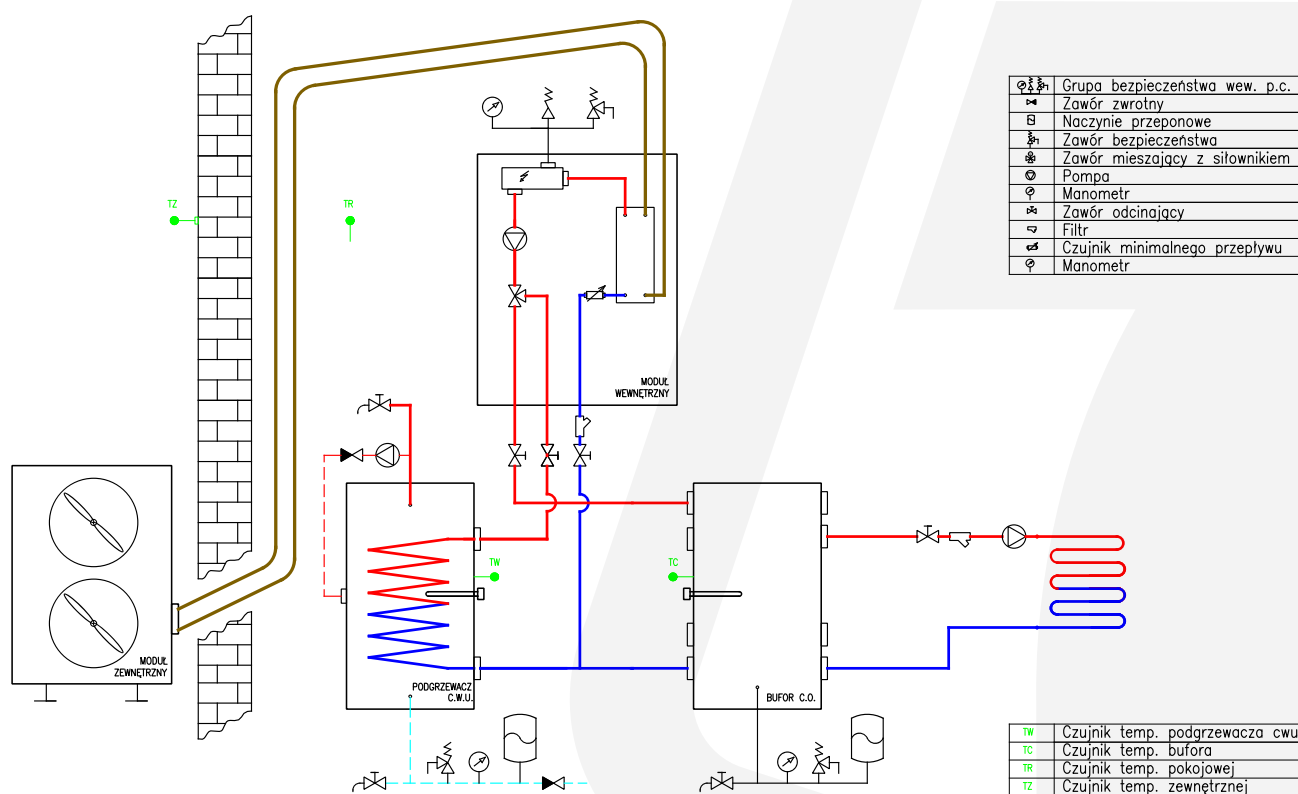
Istotą konstrukcji tego podgrzewacza są dwa rozdzielacze, do których wstawiane są obie węzownice, dzięki czemu połączenie węzownic jest równoległe. Obie węzownice mają identyczną długość, mimo że węzownica wewnętrzna ma mniejszą średnicę. Gwarantuje to, że przepływ wody grzewczej jest taki sam w każdej węzownicy.

Zastosowanie podgrzewacza wody o takiej konstrukcji, jak pokazano to na rysunku 13.1 oraz zastosowanie się do wskazówek zawartych w tabeli 13.1, gwarantuje że c.w.u. będzie podgrzewana prawidłowo przez pompy ciepła EcoHeat Complex.

13b

Proces podgrzewania ciepłej wody przez pompę ciepła EcoHeat Complex

Na podstawowym schemacie technologicznym podłączenia pompy ciepła EcoHeat Complex, który zamieszczono na rysunku 13.2, pokazano sposób podłączenia podgrzewacza c.w.u..



Rys. 13.2. Schemat podstawowy. Połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z podłogową instalacją grzewczą i podgrzewaczem c.w.u. (schemat nr 1.1. PC EHC + 1 x Obieg Podłogowy bez mieszacza).

Jak pokazano na rysunku 13.2, moduł wewnętrzny pompy ciepła wyposażony jest w zawór trzydrogowy przełączający pomiędzy zasilaniem instalacji grzewczej c.o., a zasilaniem podgrzewacza wody c.w.u. oraz pompą obiegową. Sterownik pompy ciepła decyduje o tym, która część instalacji będzie w danym momencie zaopatrywana w ciepło. Należy pamiętać, że z uwagi na różne wymagane temperatury zasilania, nigdy nie jest tak, aby oba procesy, podgrzewanie c.w.u. i podgrzewanie bufora c.o., były realizowane równocześnie. Podgrzewanie wody użytkowej c.w.u. ma charakter priorytetowy dla sterownika, co oznacza, że zawsze w pierwszej kolejności pompa ciepła

będzie podgrzewać c.w.u.. Gdyby jednak proces podgrzewania wody trwałby zbyt długo spowodowany ciągłym poborem ciepłej wody, wówczas pompa ciepła i tak przełączy się na uzupełnienie ciepła w instalacji grzewczej, a po chwili powróci do podgrzewania c.w.u. (ustawienie w sterowniku: maksymalny czas pracy pompy ciepła na c.w.u.).

Pompa obiegowa, która jest zamontowana w module wewnętrznym, zapewnia przepływ wody grzewczej przez skraplacz pompy ciepła i dalej na podgrzewacz c.w.u. lub do bufora c.o.. Pompa obiegowa posiada sterowanie elektroniczne, a zatem sama dostosowuje prędkość obrotową do oporów hydraulicznych instalacji. Gdy zawór trzydrogowy przełączy się z zasilania bufora c.o. i ponownie przełączy się na zasilanie podgrzewacza c.w.u., pompa obiegowa dostosuje swoje obroty do większych oporów hydraulicznych wymiennika węzownicowego, więc nie ma potrzeby dobierania tych dwóch elementów: zaworu trzydrogowego przełączającego i pompy obiegowej w pompie ciepła EcoHeat Complex.

W powietrznych pompach ciepła ilość, czyli szybkość podgrzewania ciepłej wody, zależy w głównej mierze od chwilowej mocy cieplnej pompy ciepła, a ta zależy wprost od temperatury zewnętrznej (jak to opisano w rozdziale 7). Latem, gdy temperatury zewnętrzne są wysokie, chwilowa moc cieplna pompy ciepła jest wyższa niż jej moc nominalna, zatem szybkość (ilość) podgrzewania wody jest duża.

13c

Określenie zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewania c.w.u.

Obecnie uważa się, że określenie zapotrzebowania na energię cieplną do procesu podgrzewania wody użytkowej w budynku, jest precyzyjniejsze i pozwala na dokładniejsze wyznaczenie ilości energii cieplnej niezbędnej do pozyskania ze źródła w ciągu roku. Dzięki takiemu podejściu do sposobu podgrzewania wody użytkowej, możliwe jest precyzyjne określenia całkowitego zapotrzebowania na energię cieplną budynku.

Określenie zapotrzebowania na energię cieplną do podgrzewania c.w.u. wymaga sprecyzowania sposobu używania ciepłej wody przez mieszkańców budynku. Szczegółowe wartości zapotrzebowania na energię cieplną, z podziałem na ilość mieszkańców i sposób zużycia ciepłej wody, podano w tabeli 13.2.

Tabela 13.2. Zapotrzebowanie na energię cieplną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

	Ilość energii cieplnej niezbędnej do podgrzewania c.w.u. w [kWh/rok]				
Ilość osób korzystających z c.w.u.	1 osoba	2 osoby	3 osoby	4 osoby	5 osób
Prysznic + zlew	3 000	3 500	4 000	4 500	5 000
Wanna + zlew	3 300	3 850	4 400	4 950	5 500
Wanna z hydromasażem + zlew	3 600	4 200	4 800	5 400	6 000

14

Schematy technologiczne podłączenia pomp ciepła EcoHeat Complex

14a

Schematy połączenia jednej pompy ciepła

Prawidłowe połączenie pompy ciepła z instalacją grzewczą budynku musi być tak wykonane, aby pompa ciepła mogła pracować bez żadnych awarii przez cały sezon grzewczy i cały czas jej eksploatacji. Jak się okazuje w praktyce, prawidłowe połączenie to takie, które zapewnia prawidłowy przepływ wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła, jak to opisano w rozdziale 12. Prawidłowy, czyli wymagany przez producenta. Wymagane minimalne i nominalne przepływy wody c.o., przez skraplacz poszczególnych modeli pomp ciepła podano w tabeli 14.1.

Tabela. 14.1. Wymagany przepływ wody przez skraplacz pompy ciepła.

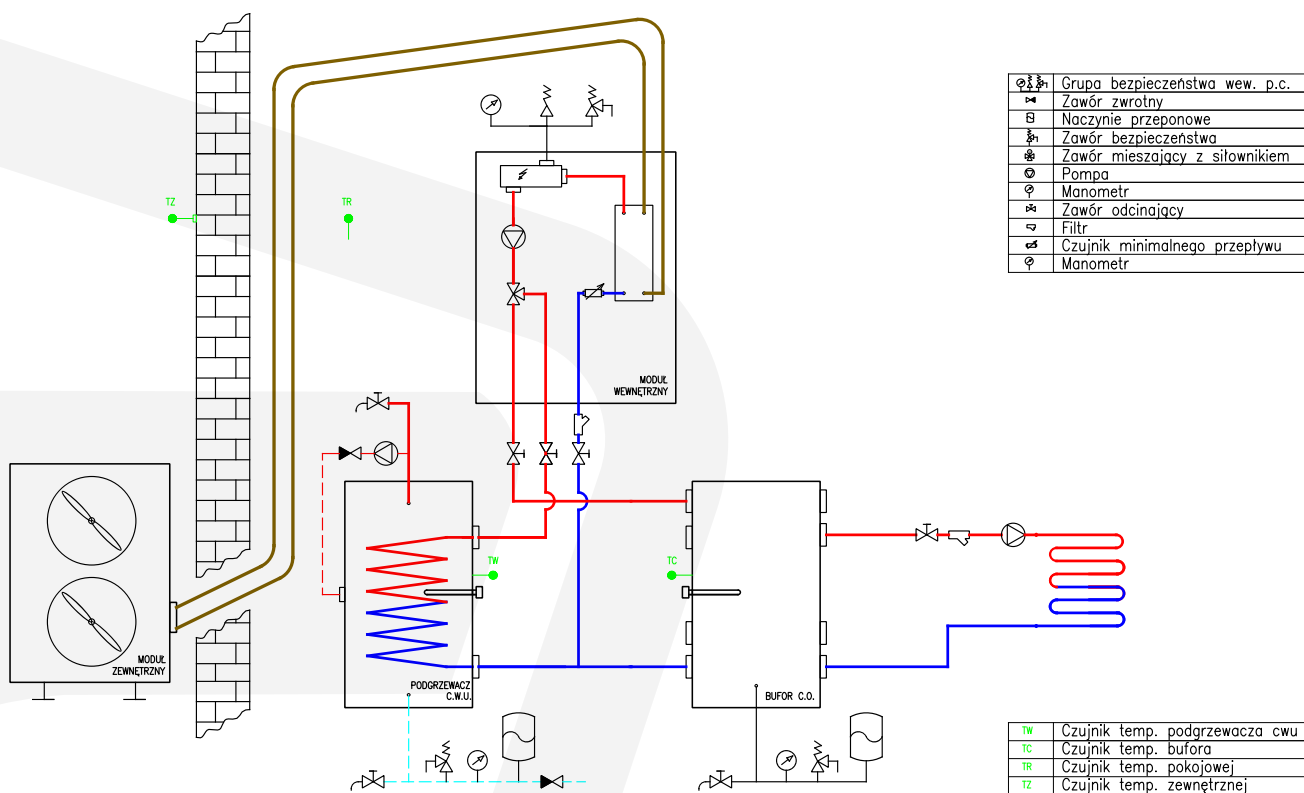
Model		EcoHeat Complex 9 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Przepływ wody przez skraplacz [dm ³ /s]	Minimalny	0,26	0,31	0,37
	Nominalny	0,43	0,52	0,61
	Maksymalny	0,51	0,62	0,73

Połączenie pompy ciepła z instalacją grzewczą budynku musi zapewnić prawidłowy przepływ wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła. Dlatego też najlepszym i najpewniejszym połączeniem hydraulicznym pompy ciepła z instalacją grzewczą jest to, w którym wykorzystuje się bufor wodny c.o.. Jego podstawowym zadaniem jest zagwarantowanie prawidłowego przepływu wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła, nawet w przypadku, gdy przepływ wody c.o. przez instalację grzewczą jest dużo mniejszy niż wymagany dla pompy ciepła. Bufor c.o. łączy dwie instalacje, w których przepływy wody c.o. są różne. W jednej, związanej ze skraplaczem pompy ciepła, przepływ musi być stały i utrzymywany na zadanym przez producenta poziomie. W drugiej, instalacji grzewczej budynku, przepływ wody c.o. jest różny i zmienia się w zależności od ustawienia elementów regulacyjnych, np. zaworów termostatycznych lub siłowników na obiegach ogrzewania podłogowego. Istotą konstrukcji bufora c.o. jest to, aby stanowił on sprzęgło hydrauliczne, czyli był wyposażony co najmniej w cztery króćce przyłączeniowe.

Na poniższych rysunkach zamieszczono podstawowe schematy technologiczne przedstawiające połączenie pomp ciepła EcoHeat Complex z instalacją grzewczą.

Schemat nr 1

Na rysunku 14.1 przedstawiono schemat podstawowy. Stanowi on połączenie pompy ciepła z podłogową instalacją grzewczą budynku.



Rys. 14.1. Schemat podstawowy. Połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z podłogową instalacją grzewczą (schemat nr 1.1. PC EHC + 1 x Obieg Podłogowy bez mieszacza).

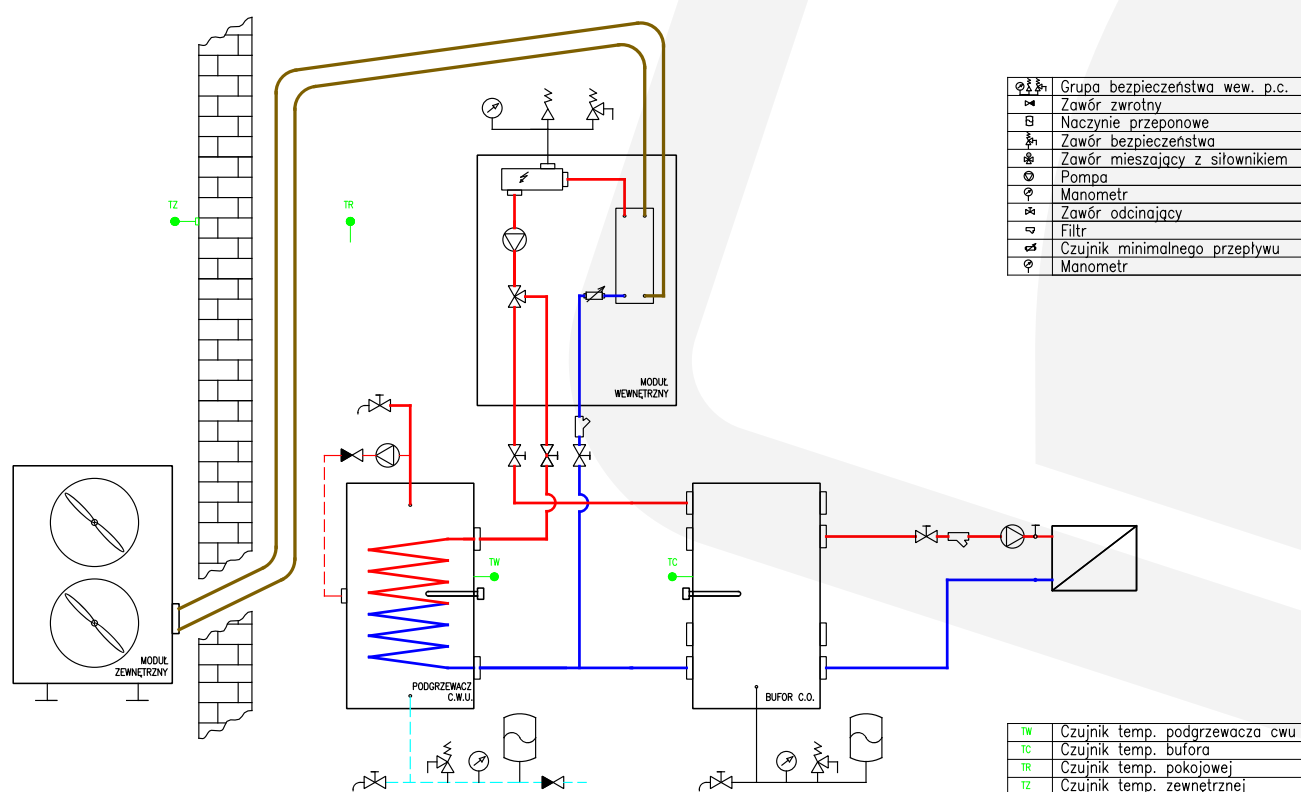
Schemat podstawowy przedstawia ideę łączenia pompy ciepła z instalacją grzewczą. Po między pompą ciepła, a instalacją grzewczą musi być zainstalowany bufor c.o.. Stanowi on sprzęgło hydrauliczne, gdyż jest wyposażony w cztery króćce przyłączeniowe. Do dwóch, zasilania i powrotu, podłączono pompę ciepła, natomiast do dwóch pozostałych, zasilanie i powrót z instalacji grzewczej. Na zasilaniu instalacji grzewczej, należy zainstalować pompę obiegową, która powinna być dobrana do parametrów cieplnych i hydraulicznych ogrzewania podłogowego, uwzględniających wymagany przepływ wody c.o. oraz opór hydrauliczny instalacji grzewczej. Pompa obiegowa instalacji grzewczej, jak i pompa obiegowa w module wewnętrznym pompy ciepła, powinny być zabezpieczone filtrami siatkowymi. Ponadto instalacja grzewcza powinna posiadać prawidłowo dobrane naczynie przeponowe i zawór bezpieczeństwa. Moduł wewnętrzny pompy ciepła zabezpieczony jest zaworem bezpieczeństwa wkręconym do korpusu grzałki elektrycznej. Sama grzałka elektryczna, prócz funkcji dogrzewacza c.o. i c.w.u., stanowi separator powietrza. Z uwagi na swoją dużą średnicę (DN100), przepływająca przez nią woda c.o. znacząco zmniejsza swoją prędkość, przez co odpowietrza się i odgazowuje. Powietrze z korpusu grzałki uchodzi odpowietrznikiem wkręconym w jej górnej części. Należy pamiętać, że zawór bezpieczeństwa, odpowietrznik i manometr, które należy wkręcić do korpusu grzałki, stanowią wyposażenie instalacyjne pompy ciepła (dostarczane przez producenta).

Należy zauważyć (rys. 14.1.), że obieg ogrzewania podłogowego nie jest wyposażony w zawór mieszający. W takim rozwiązaniu technologicznym jest on zupełnie niepotrzebny, ponieważ pompa ciepła potrafi bez żadnych przeszkód technicznych pracować przy bardzo niskiej temperaturze wody powrotnej z instalacji grzewczej. Mało tego, im niższa będzie temperatura wody powrotnej z c.o., tym większą sprawność COP uzyska pompa ciepła. Sterowanie temperaturą zasilania instalacji grzewczej odbywa się poprzez regulację pogodową. Nie ma zatem mowy o przekroczeniu maksymalnej temperatury zasilania instalacji podłogowej, zatem montaż zaworu mieszającego jest **niewskazany**.

Bardzo ważnym elementem pozwalającym na prawidłową pracę pompy ciepła jest prawidłowe umiejscowienie czujnika temperatury **Tc**, za pośrednictwem którego, sterownik pompy ciepła reguluje temperaturę na zasilaniu instalacji grzewczej. Bezwzględnie czujnik **Tc** musi być umiejscowiony w buforze c.o., w połowie jego wysokości i połowie jego średnicy, jednym słowem w środku bufora. Takie umiejscowienie czujnika **Tc** gwarantuje poprawną pracę pompy ciepła poprzez aktualny odczyt temperatury wody c.o. w buforze. Na podstawie szybkości wzrostu lub spadku temperatury wody w buforze, sterownik pompy ciepła wie, jakie jest zapotrzebowanie budynku na ciepło i może prawidłowo sterować inwerterem sprężarki, tak aby dostosować wydajność cieplną pompy ciepła do chwilowego zapotrzebowania budynku na ciepło. Montaż czujnika temperatury w innej lokalizacji instalacji jest niedopuszczalny.

Schemat nr 2

Na rysunku 14.2 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z grzejnikową instalacją grzewczą budynku.



Rys. 14.2. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z grzejnikową instalacją grzewczą (schemat nr 1.2. PC EHC + 1 x Obieg Grzejnikowy bez mieszacza).

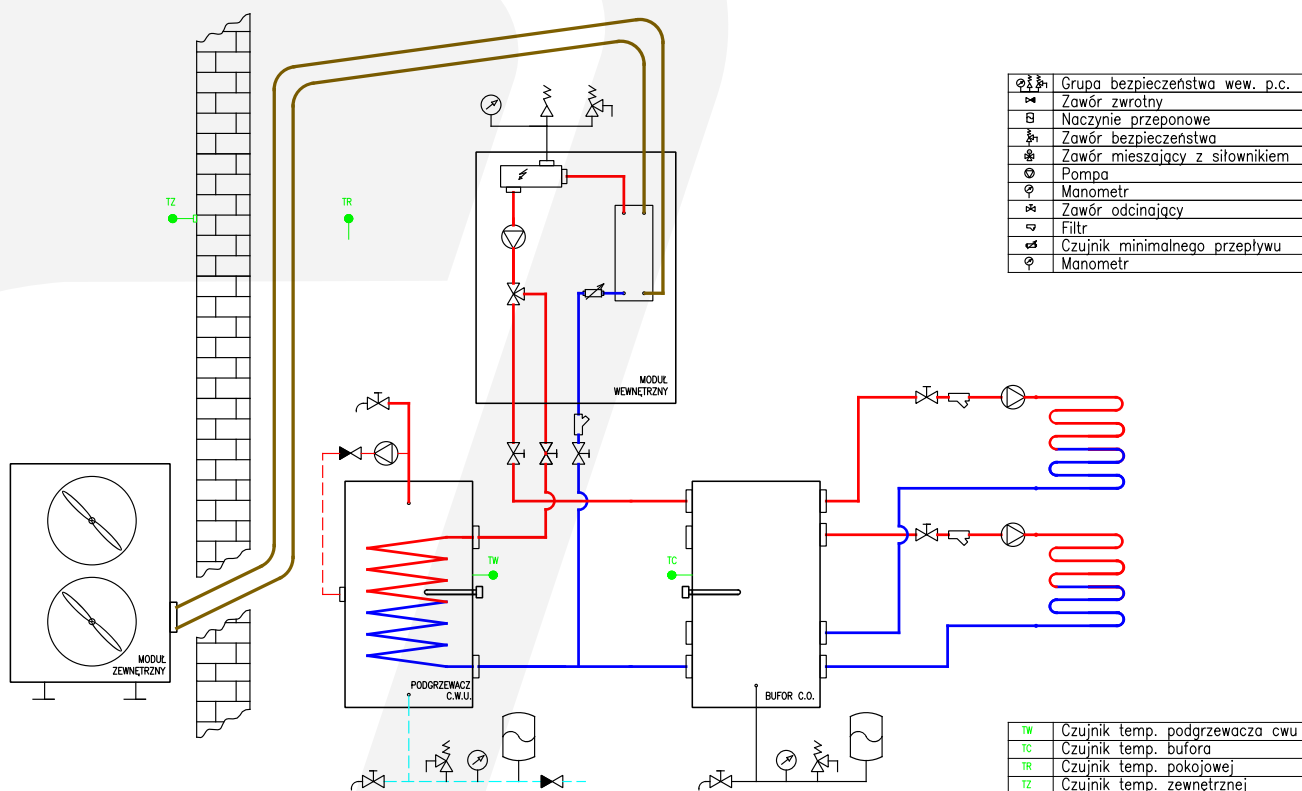
Schemat na rysunku 14.2 nie różni się praktycznie niczym od schematu głównego przedstawionego na rysunku 14.1. Jedyna różnica to rodzaj zastosowanej instalacji grzewczej.

Warto przy tym zaznaczyć, że do pompy ciepła EcoHeat Complex można podłączyć praktycznie każdą instalację grzewczą w budynku, różniącą się od siebie diametralnie parametrami, przepływem wody c.o. i sposobem rozprowadzenia ciepła. Należy tylko pamiętać o konieczności zastosowania bufora c.o., stanowiącego sprzęgło hydrauliczne o odpowiedniej pojemności.

Na schemacie nr 2 również nie zastosowano zaworu mieszającego, nie jest on bowiem potrzebny. Pompa ciepła może pracować z bardzo niską temperaturą wody c.o. na powrocie.

Schemat nr 3.

Na rysunku 14.3 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z dwoma obiegami podłogowej instalacji grzewczej budynku.



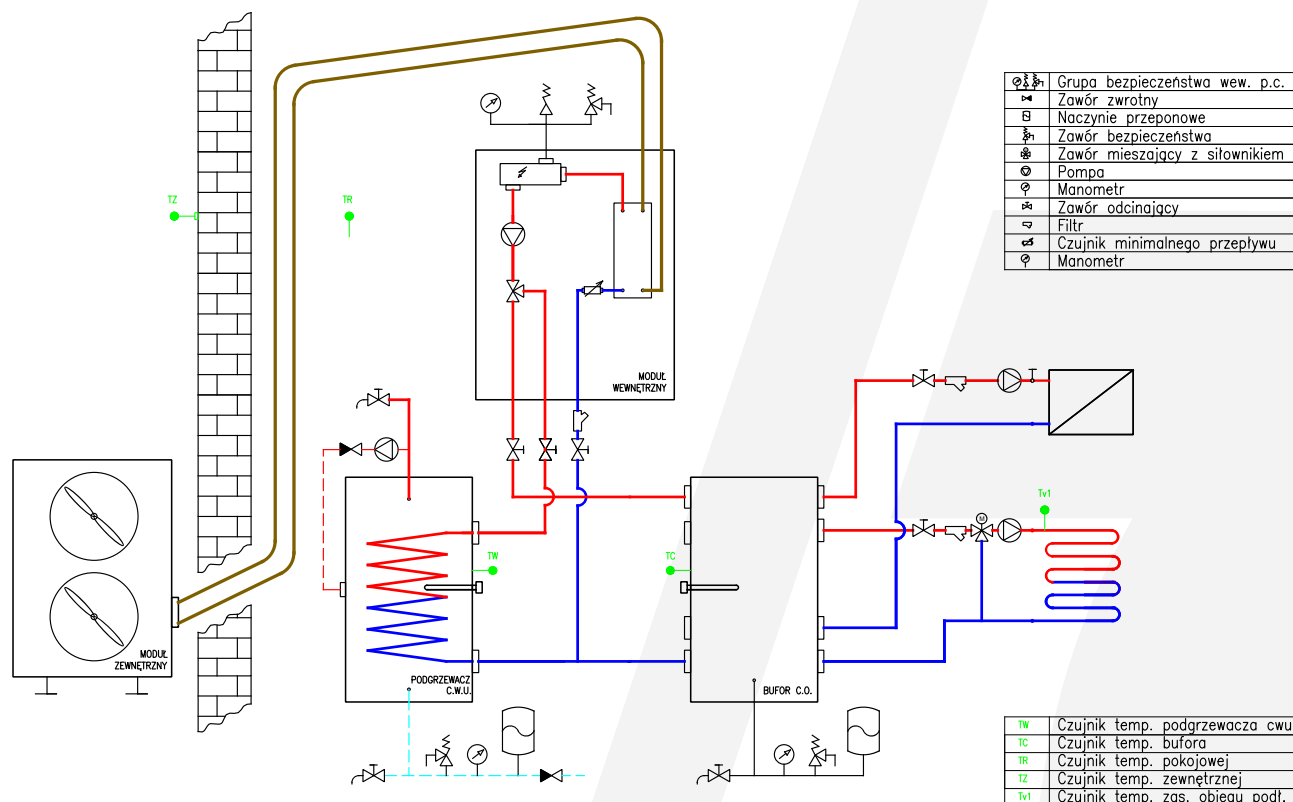
Rys. 14.3. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z grzejnikową instalacją grzewczą (schemat nr 1.3. PC EHC + 2 x Obieg podłogowy bez mieszacza).

Zupełnie oczywistym jest, że pompa ciepła EcoHeat Complex może współpracować z więcej niż jednym obiegiem grzewczym, czy to podłogowym czy grzejnikowym. Obiegi te należy wyposażyć w indywidualne pompy obiegowe, czy to połączone bezpośrednio do bufora, czy z wykorzystaniem rozdzielacza hydraulicznego. Takie połączenie może być zastosowane w budynkach dwu (lub więcej) kondygnacyjnych. Połączenie poszczególnych pięter, oddzielnie do bufora c.o., umożliwi np. opomiarowanie każdej kondygnacji osobno, gdy budynek został wybudowany w celu wynajmu pomieszczeń.

Należy zauważyć, że na zasilaniu instalacji ogrzewania podłogowego nie zastosowano zaworów mieszających. Jeżeli wszystkie obiegi ogrzewania podłogowego będą pracowały na tych samych temperaturach zasilania, zawory mieszające nie są potrzebne. Pompa ciepła może pracować z bardzo niską temperaturą wody c.o. na powrocie.

Schemat nr 4.

Na rysunku 14.4 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z obiegiem grzejnikowym i obiegiem podłogowym wyposażonym w zawór mieszający. Stanowi to połączenie instalacji wysokotemperaturowej - grzejnikowej, z niskotemperaturową – podłogową.



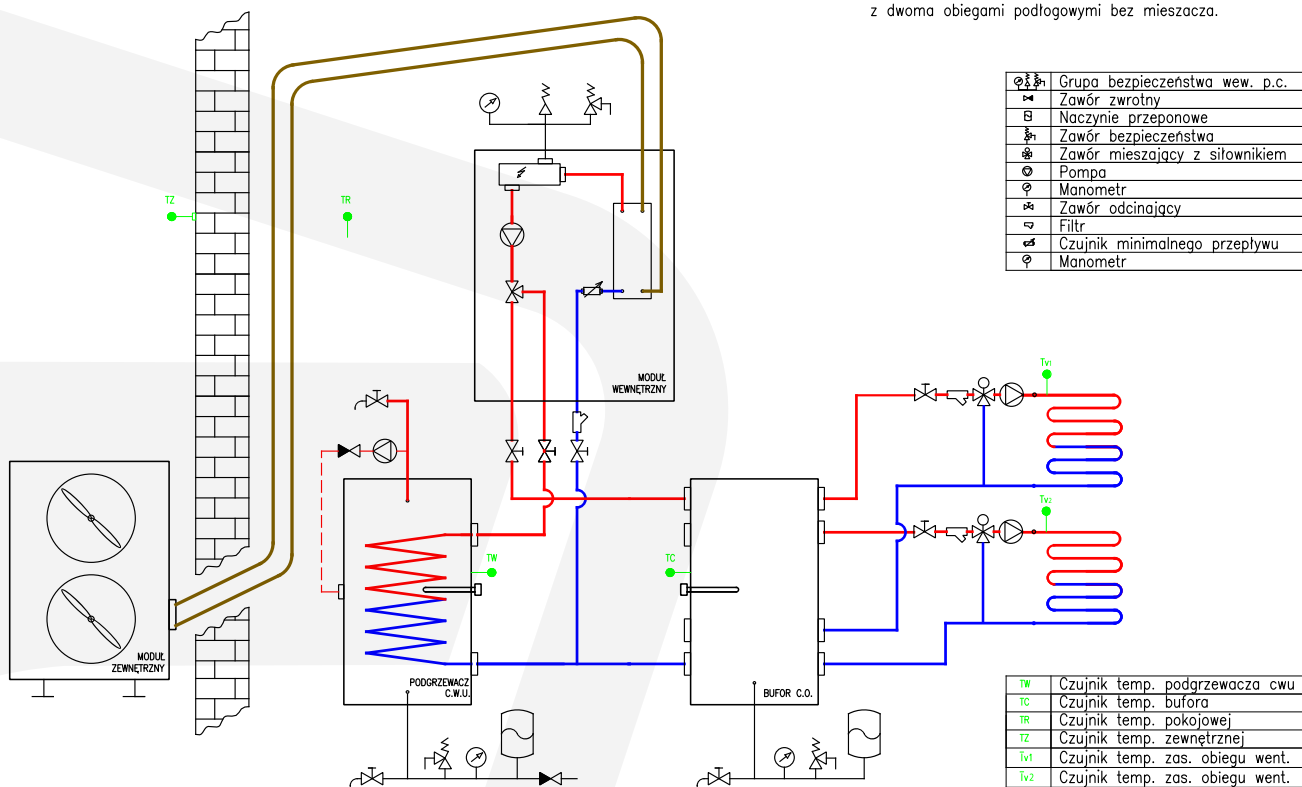
Rys. 14.4. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z grzejnikową instalacją grzewczą (schemat nr 1.5. PC EHC + 1 x Obieg Grzejnikowy + 1 x Obieg Podłogowy z mieszaczem).

Takie połączenie pompy ciepła z dwiema instalacjami grzewczymi o różnych temperaturach zasilania, stosowane jest bardzo często. W większości pomieszczeń budynku ułożono ogrzewanie podłogowe, ale w sypialni z różnych względów, zastosowano ogrzewanie grzejnikowe. Okazuje się zatem, że schemat ten ze względów technicznych, jest jak najbardziej poprawny, ale ze względów ekonomicznych działania pompy ciepła, bardzo niekorzystny. Dzieje się tak dlatego, że pompa ciepła chcąc zasilać instalację grzejnikową (np. tylko dla sypialni) musi pracować na wysokich parametrach zasilania, np. +55°C, utrzymując wysoką temperaturę wody c.o. na zasilaniu bufora. Z bufora większość wody płynie na instalację ogrzewania podłogowego, zatem konieczne jest obniżenie temperatury zasilania przez zastosowanie zaworu mieszającego. Sprawia to, że pompa ciepła pracuje na wysokich, czyli niekorzystnych pod względem efektywności parametrach temperaturowych, praktycznie tylko dla jednego pomieszczenia w budynku i ewentualnie jednego grzejnika w łazience. Należy gruntownie zastanowić się nad wykorzystaniem takiego rozwiązania w praktyce. Na pewno nie przyniesie ono oczekiwanych korzyści ekonomicznych z zastosowania pompy ciepła.

Schemat nr 5.

Na rysunku 14.5 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z dwoma obiegami ogrzewania podłogowego wyposażonymi w zawory mieszające.

1.3. Schemat ideowy podłączenia pompy ciepła Ecoheat Complex z dwoma obiegami podłogowymi bez mieszacza.



Rys. 14.5. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z dwoma obiegami ogrzewania podłogowego wraz z zaworami mieszającymi (schemat nr 1.6 PC EHC + 2 x Obiegi Podłogowe z mieszaczami).

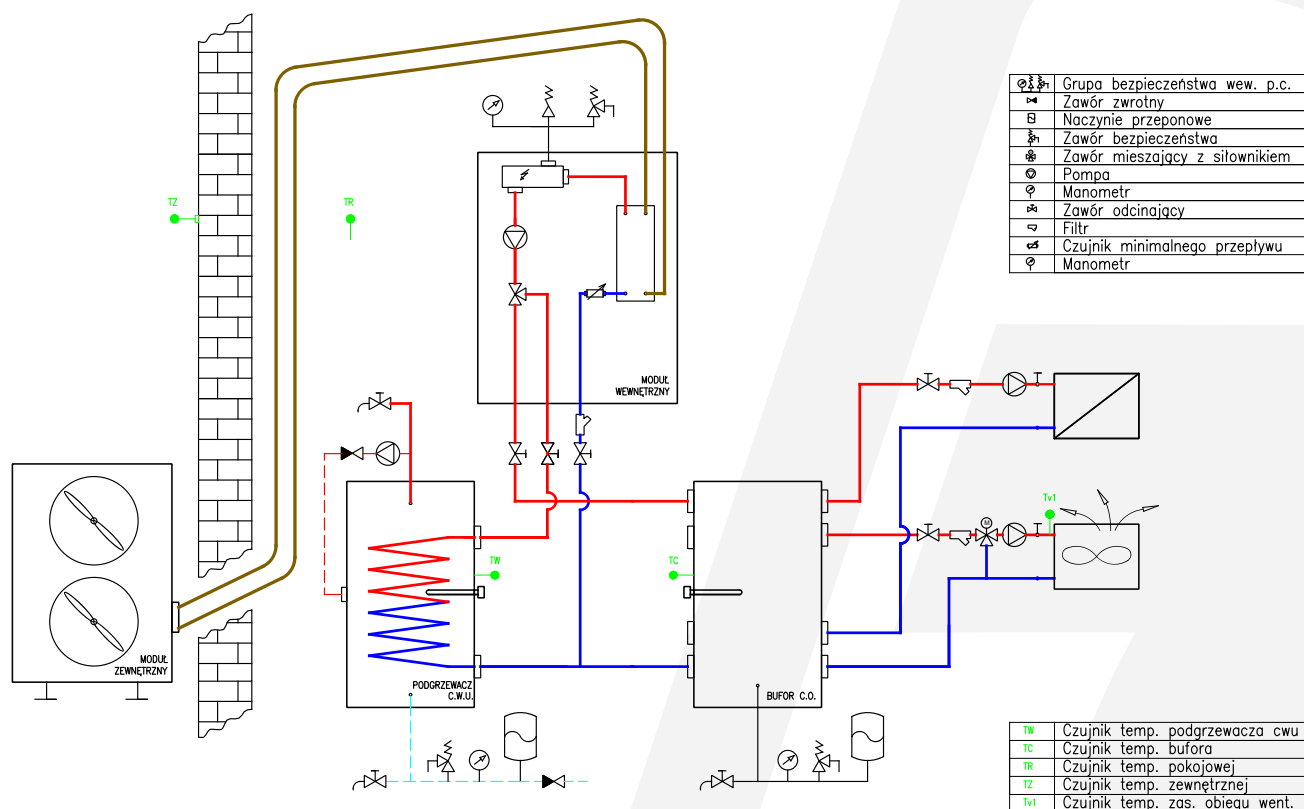
Takie połączenie pompy ciepła z dwoma obiegami ogrzewania podłogowego, stosuje się w przypadkach specjalnych, gdy konieczne jest utrzymanie różnych temperatur zasilania dla każdego obiegu grzewczego. Dzieje się tak na przykład w jednorodzinnych budynkach piętrowych. Przeważnie parter potrzebuje nieco niższej temperatury zasilania, np. +35°C, a piętro (poddasze) z uwagi na większe straty ciepła, temperatury wyższej, np. +38°C. Sterownik pompy ciepła EcoHeat Complex standardowo potrafi sterować dwoma obiegami grzewczymi z mieszaczami. Wraz z pompą ciepła dostarczane są również dwa czujniki temperatury do zaworów mieszających Tw1 i Tw2, które należy zamontować tuż za zaworem mieszającym lub za pompą obiegową, na rurociągu zasilającym ogrzewanie podłogowe.

Uwaga!

Należy pamiętać, że sterownik pompy ciepła EcoHeat Complex potrafi współpracować z siłownikami zaworów mieszających z tzw. sterowaniem analogowym, o sygnale sterowniczym 0-10 Volt, w których napięcie zasilania wynosi 24V.

Schemat nr 6

Na rysunku 14.6 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z obiegiem ogrzewania grzejnikowego oraz z obiegiem zasilania centrali wentylacyjnej lub klimakonwektorów z mieszaczem.

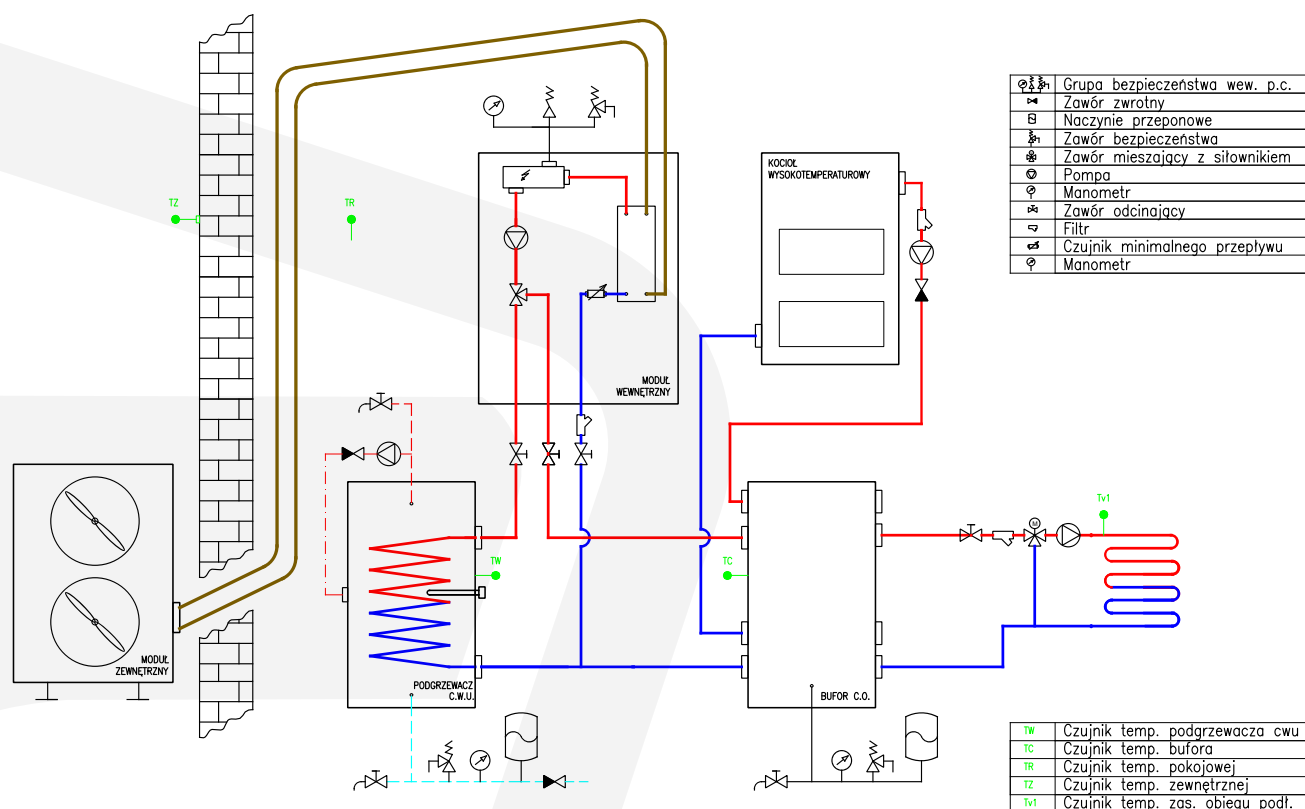


Rys. 14.6. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z obiegiem grzejnikowym i obiegiem zasilania centrali wentylacyjnej lub klimakonwektorów (1.7. PC EHC + 1 x Ob Grzejnikowy + 1 x Ob Wentylacji z mieszaczem).

W nowych budynkach, w których zastosowano wentylację mechaniczną, konieczne jest doprowadzenie ciepła do centrali wentylacyjnej. W przypadku, gdy temperatura powietrza nawiewanego musi być precyzyjnie regulowana na zasilaniu nagrzewnicy, należy zastosować zawór mieszający. Identyczna sytuacja ma miejsce, gdy w budynku, w niektórych pomieszczeniach zastosowano klimakonwektory. Ich zasilanie również powinno być realizowane przez zawór mieszający.

Schemat nr 7

Na rysunku 14.7 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem wysokotemperaturowym i obiegiem ogrzewania podłogowego z mieszaczem.



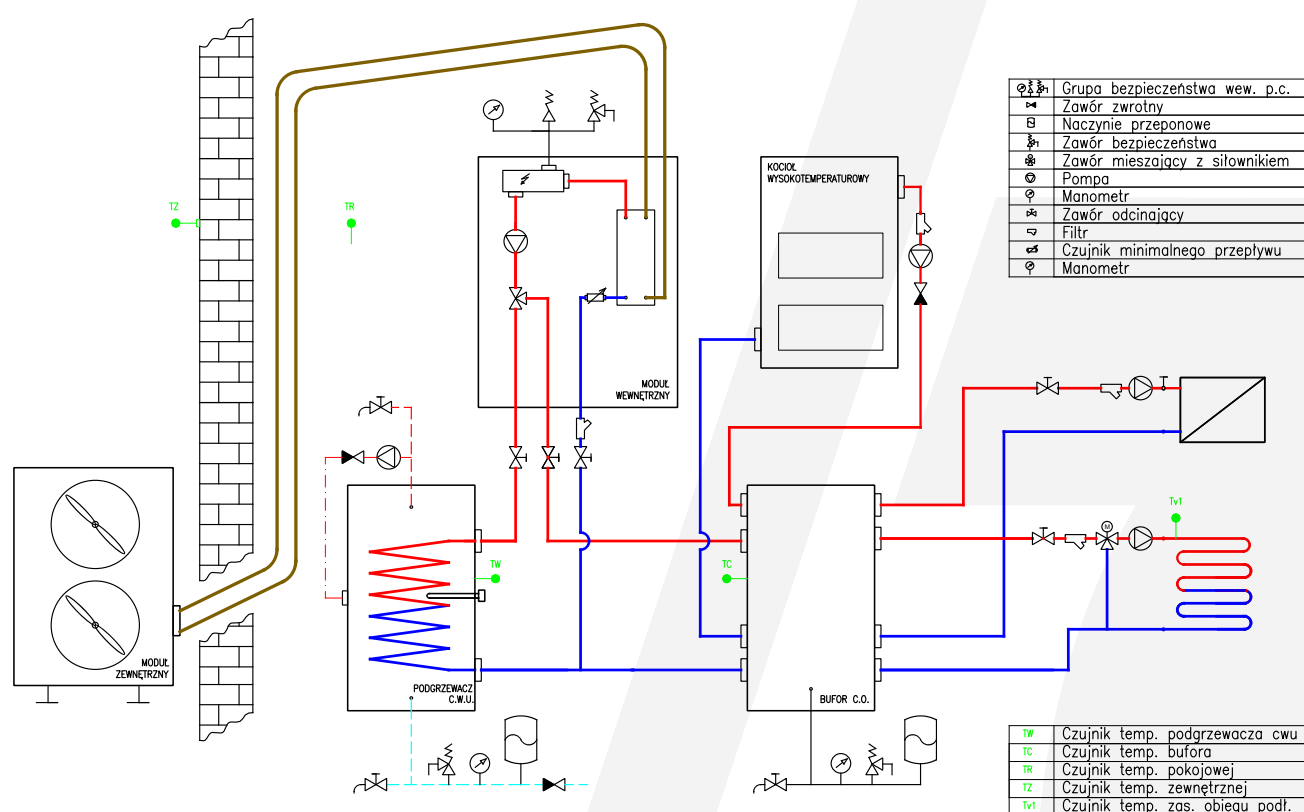
Rys. 14.7. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem wysokotemperaturowym i obiegiem ogrzewania podłogowego z zaworem mieszającym (2.1. PC EHC + Kocioł wys temp + 1 x Obieg Podłogowy z mieszaczem).

Współpraca pompy ciepła z kotłem wysokotemperaturowym najczęściej ma charakter opisywany w literaturze jako: biwalentny - alternatywny (patrz rozdział 6h). Oznacza to, że pompa ciepła pracuje samodzielnie do pewnej, ustalonej przez użytkownika temperatury, natomiast poniżej tej wartości wyłącza się pompa ciepła, a ogrzewanie budynku przejmuje kocioł wysokotemperaturowy. Taki system stosuje się najczęściej przy modernizacji już istniejącej kotłowni w budynku. Budynek wyposażony jest w kocioł na olej opałowy, co sprawia, że koszty ogrzewania budynku są wysokie. Zastosowanie pompy ciepła znacząco obniży koszty ogrzewania, ponadto, mając w rezerwie kocioł dużej mocy, można zastosować pompę ciepła o mniejszej mocy grzewczej, a więc tańszą inwestycyjnie. Z góry będzie wiadomo, że pompa ciepła sama „da radę” ogrzać budynek do temperatury np. -10°C . Sterownik pompy ciepła EcoHeat Complex, po jego zaprogramowaniu, poniżej temperatury -10°C wyłączy sprężarkę i uruchomi kocioł olejowy. Odtąd to on, samodzielnie, będzie dostarczał ciepło do budynku. Gdy temperatura na zewnątrz wzrośnie powyżej -10°C , sterownik pompy ciepła wyłączy kocioł olejowy i ponownie włączy sprężarkę. Taki system będzie pracował w sposób automatyczny, jeżeli wykorzystane będą kotły z automatycznym systemem zapalania paliwa: olejowe, na gaz płynny, na pellets. Niestety nie da się zautomatyzować procesu uruchamiania kotła na węgiel, czy drewno.

Z uwagi na współpracę pompy ciepła z kotłem wysokotemperaturowym, konieczne jest zamontowanie zaworu mieszającego na zasilaniu instalacji ogrzewania podłogowego. Sterownik pompy ciepła będzie sterował jego pracą.

Schemat nr 8

Na rysunku 14.8 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem wysokotemperaturowym, obiegiem grzejnikowym i obiegiem podłogowym wyposażonym w zawór mieszający.

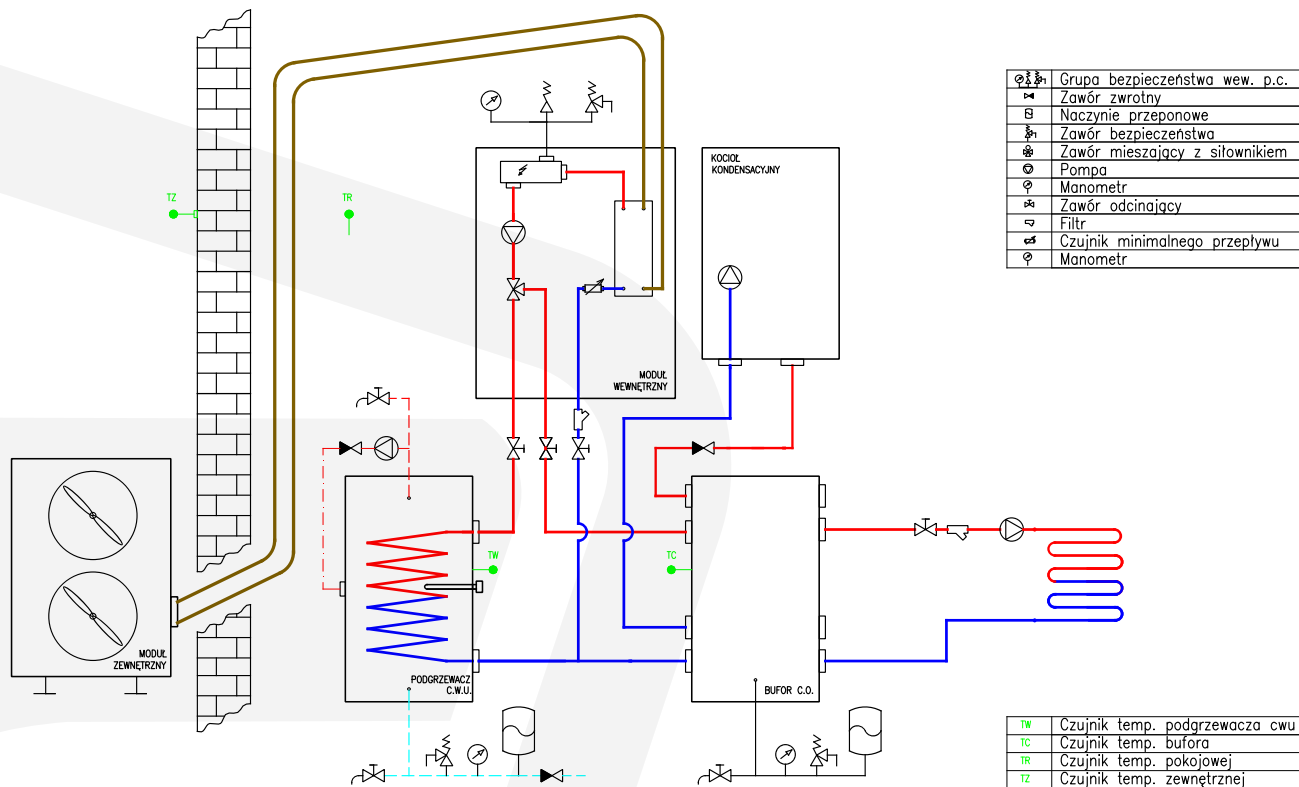


Rys. 14.8. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem wysokotemperaturowym, ogrzewaniem podłogowym i instalacją grzejnikową (schemat nr 2.7. PC EHC + Kocioł wys temp + 1 x Obieg Grzejnikowy + 1 x Obieg Podłogowy z mieszaczem).

Schemat na rysunku 14.8 jest niemalże identyczny ze schematem na rysunku 14.4. I tak jak w przypadku pracy samej pompy ciepła, schemat 14.4 był nie zalecany do stosowania z uwagi na konieczność pracy pompy ciepła przy wysokiej temperaturze zasilania (dostosowanej do instalacji grzejnikowej), tak teraz, przy zastosowaniu instalacji biwalentnej-alternatywnej, jest jak najbardziej wskazany do stosowania. Przy współpracy pompy ciepła z kotłem wysokotemperaturowym należy znaleźć taką wartość temperatury zewnętrznej, przy której przełączenie ogrzewania budynku na kocioł np. olejowy czy gazowy, będzie ekonomicznie uzasadnione. Taki punkt nazywa się: punktem biwalentnym, czyli punktem przełączenia z pracy pompy ciepła na źródło alternatywne. Z uwagi na wysokotemperaturowy charakter źródła alternatywnego, połączenie instalacji ogrzewania podłogowego z mieszaczem oraz z instalacją grzejnikową jest jak najbardziej uzasadnione.

Schemat nr 9

Na rysunku 14.9 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem kondensacyjnym (niskotemperaturowym) i obiegiem ogrzewania podłogowego bez zaworu mieszającego.



Rys. 14.9. Schemat ideowy połączenia pompy ciepła EcoHeat Complex z kotłem kondensacyjnym (niskotemperaturowym) i obiegiem ogrzewania podłogowego bez zaworu mieszającego (schemat nr 3.1. PC EHC + Kocioł Kondensacyjny + 1 x Obieg Podłogowy bez mieszacza).

Współpraca pompy ciepła z kotłem niskotemperaturowym (kondensacyjnym), najczęściej ma charakter opisywany w literaturze jako: biwalentny, równoległy. Oznacza to, że pompa ciepła pracuje samodzielnie do pewnej, ustalonej przez użytkownika temperatury zewnętrznej, a poniżej tej wartości sterownik pompy ciepła włącza dodatkowo kocioł kondensacyjny i od tej temperatury urządzenia pracują razem na potrzeby instalacji grzewczej budynku.

Taki system stosuje się najczęściej wówczas, gdy dobrana pompa ciepła posiada dużo mniejszą moc grzewczą niż zapotrzebowanie budynku. Pompa ciepła samodzielnie ogrzewa budynek przez większość sezonu grzewczego, a gdy zapotrzebowanie na ciepło budynku wzrośnie (bo spadnie znacznie temperatura zewnętrzna), zostanie uruchomiony kocioł kondensacyjny i oba urządzenia będą zasilać instalację grzewczą. Gdy podczas wspólnej pracy woda c.o. w buforze zostanie podgrzana do zadanej temperatury, kocioł kondensacyjny zostanie wyłączony.

Wszystkie pozostałe konfiguracje schematów technologicznych stanowią kompilację schematów opisanych powyżej. Na podstawie schematu podstawowego (schemat 1 pokazany na rysunku 14.1), można stworzyć każdy inny schemat użytkowy, należy tylko pamiętać o buforze i wymaganym przepływie wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła.

Pozostałe schematy technologiczne dla pomp ciepła EcoHeat Complex dostępne są na stronie www.tweetop.pl w zakładce: Pliki do pobrania.

14b

Schemat połączenia dwóch i więcej pomp ciepła

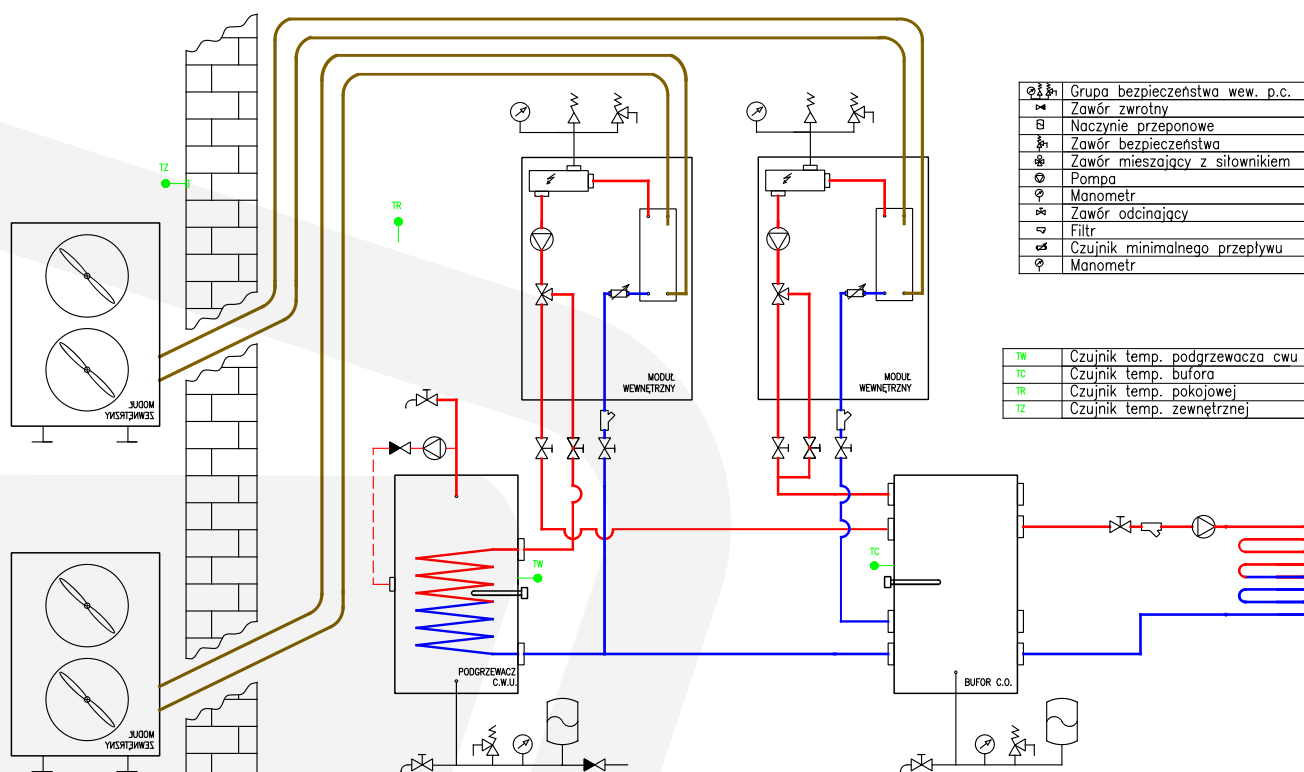
Gdy zapotrzebowanie energetyczne budynku wymaga zastosowania większej mocy grzewczej pomp ciepła, możliwe jest połączenie dwóch lub więcej pomp ciepła EcoHeat Complex w tzw. kaskadę urządzeń grzewczych. Należy jednak pamiętać, że prawidłowa praca każdej pompy ciepła w kaskadzie będzie możliwa tylko wówczas, gdy zapewniony będzie prawidłowy przepływ wody c.o. przez skraplacz każdej pompy ciepła. Dlatego też najlepszym i najpewniejszym połączeniem hydraulicznym kaskady pomp ciepła z instalacją grzewczą jest to, w którym wykorzystuje się bufor wodny c.o.. Jego podstawowym zadaniem jest zagwarantowanie prawidłowego przepływu wody c.o. przez każdy skraplacz każdej pompy ciepła, nawet w przypadku, gdy przepływ wody c.o. przez instalację grzewczą jest dużo mniejszy niż wymagany dla kaskady pomp ciepła.

Schemat nr 10

Na rysunku 14.10 przedstawiono kolejny schemat technologiczny. Stanowi on połączenie dwóch pomp ciepła EcoHeat Complex w tzw. kaskadę. Schemat ten pokazuje zasadę łączenia kilku pomp ciepła razem, zatem możliwe jest połączenie dwóch, trzech lub więcej pomp ciepła w jednym węźle cieplnym, zaś elementem łączącym każde urządzenie jest bufor c.o.. Niewątpliwie, w takim przypadku bufor stanowi dodatkowo sprzęgło hydrauliczne.

Połączenie kilku pomp ciepła w tzw. kaskadę wymaga zastosowania bufora c.o. o odpowiedniej pojemności wodnej z odpowiednią ilością króćców hydraulicznych, odpowiadającą ilości pomp ciepła oraz ilości przyłączy grzewczych odbiorników ciepła.

Ciepła woda użytkowa podgrzewana może być przez jedną lub wszystkie pompy ciepła. Należy jednak pamiętać o wymaganej powierzchni wymiany ciepła wężownicy grzewczej w podgrzewaczu c.w.u. (patrz rozdział 13. A.). Praktycznie okazuje się, że jeżeli konieczne będzie wykorzystanie dwóch lub więcej pomp ciepła do podgrzewania c.w.u., należy zastosować odpowiedni podgrzewacz c.w.u. dla każdej pompy ciepła, zaś przepływ wody zimnej przez podgrzewacze zorganizować w sposób szeregowy lub równoległy.



Rys. 14.10. Schemat ideowy połączenia kilku pomp ciepła EcoHeat Complex w tzw. kaskadę (schemat nr 4.1).

Schemat nr 10 przedstawia ideę połączenia kilku pomp ciepła razem w jeden moduł grzewczy. Należy pamiętać, że wykorzystanie bufora c.o. pozwala na zastosowanie każdego rozwiązania grzewczego, opisanego na wcześniej zamieszczonych schematach. Zatem za buforem c.o. po stronie grzewczej (strona odbiornika ciepła) można zastosować każde rozwiązanie, jakie zostało opisane na powyższych schematach zamieszczonych w rozdziale 14.

Wszystkie pozostałe konfiguracje schematów technologicznych stanowią kompilację schematów opisanych powyżej. Na podstawie schematu podstawowego (schemat 1 pokazany na rysunku 14.1) można stworzyć każdy inny schemat użytkowy, należy pamiętać tylko o buforze i wymaganym przepływie wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła.

Pozostałe schematy technologiczne dla pomp ciepła EcoHeat Complex dostępne są na stronie www.tweetop.pl w zakładce: Pliki do pobrania.

15

Wymagania dotyczące montażu pomp ciepła EcoHeat Complex

15a

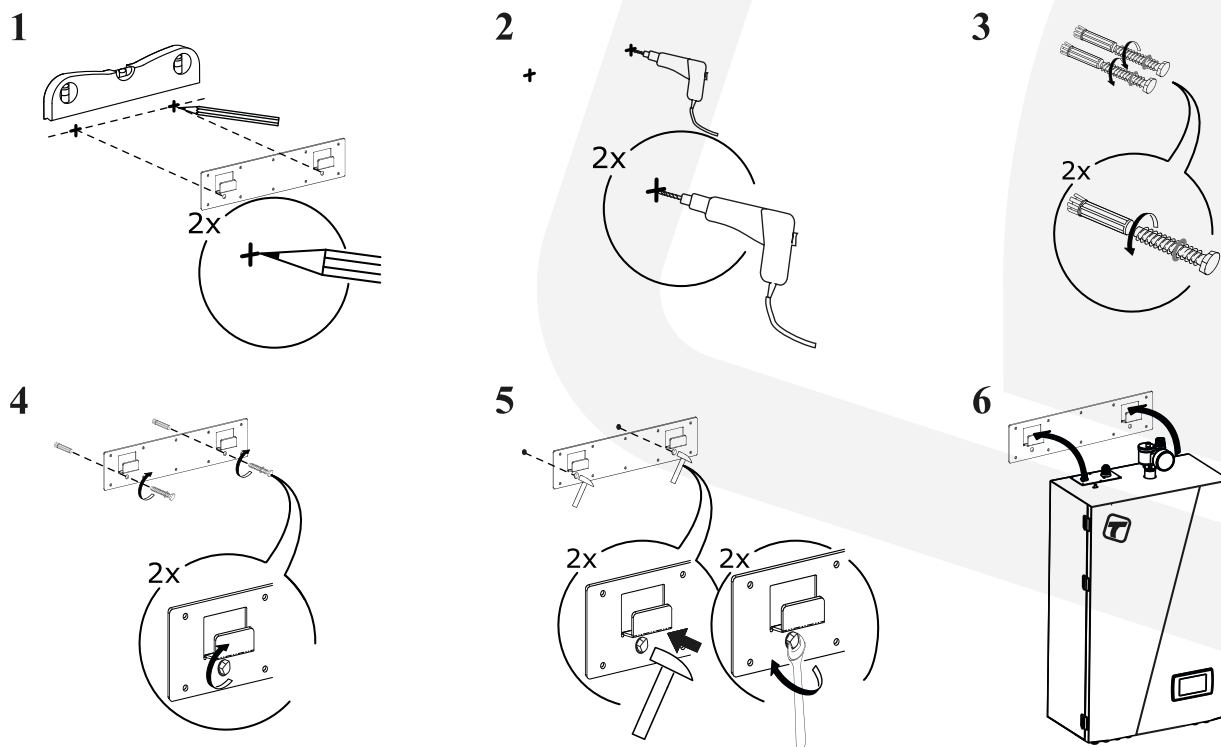
Montaż jednostki wewnętrznej.

Moduł wewnętrzny powinien być zamontowany wewnątrz budynku, w pomieszczeniu technicznym lub innym pomieszczeniu, jeżeli spełnia ono warunki montażowe.

Pomieszczenie przeznaczone do montażu jednostki wewnętrznej powinno być suche, wentylowane, wyposażone w kratkę wywiewną instalacji wentylacyjnej oraz w kratkę odwodnienia w podłodze. Powinno posiadać również dostęp do instalacji elektrycznej 230V o odpowiedniej mocy, dla prawidłowego zasilenia pompy ciepła i grzałki elektrycznej. Do pomieszczenia muszą być doprowadzone wszystkie instalacje, szczególnie instalacja grzewcza budynku, instalacja chłodnicza doprowadzona od modułu zewnętrznego oraz instalacja zimnej wody użytkowej.

Moduł wewnętrzny montuje się na ścianie, zachowując niezbędne odległości od ścian, sufitu i podłogi, za pośrednictwem listwy montażowej dostarczanej wraz z urządzeniem, tak jak to pokazano na rysunku 15.1.

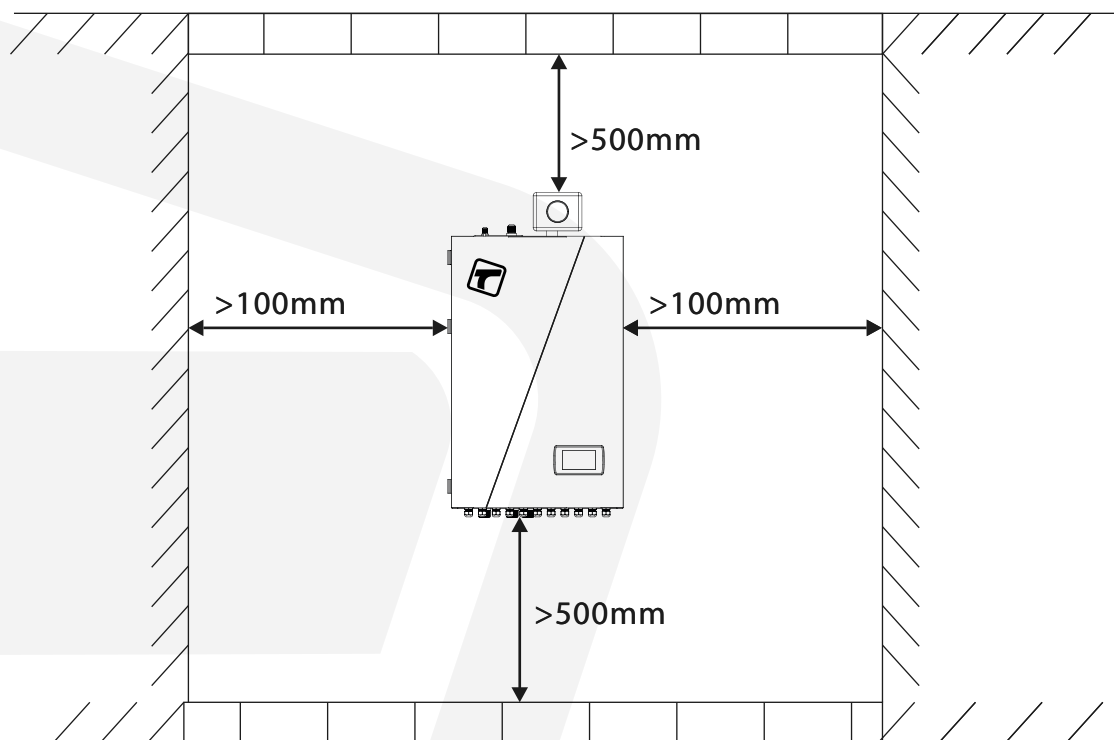
Szczegółowy opis sposobu montażu jednostki wewnętrznej zamieszczony jest w Instrukcji obsługi pompy ciepła, na www.tweetop.pl.



Rys. 15.1. Sposób montażu modułu wewnętrznego, za pomocą listwy montażowej.

Należy pamiętać, że ściana, na której zawieszony zostanie moduł wewnętrzny musi posiadać odpowiednią wytrzymałość, ponieważ ciężar modułu wewnętrznego wynosi 55 kg.

Na rysunku 15.2 pokazano schematycznie wymagane odległości od ścian, sufitu i podłogi, niezbędne do prawidłowego zamontowania modułu wewnętrznego.



Rys. 15.2. Przestrzeń montażowa niezbędna dla prawidłowego posadowienia modułu wewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex.

Wybór miejsca montażu jednostki wewnętrznej musi być poprzedzony sprawdzeniem kubatury tego pomieszczenia. Z uwagi na to, że obieg chłodniczy pompy ciepła wypełniony jest czynnikiem chłodniczym R410A, pomieszczenie, w którym zainstalowana zostanie jednostka wewnętrzna, musi spełnić wymagania podane w tabeli 15.1.

Tabela 15.1. Minimalna kubatura pomieszczenia wymagana do montażu jednostki wewnętrznej pompy ciepła EcoHeat Complex.

Model pompy ciepła	Ilość czynnika chłodniczego w obiegu pompy ciepła w [kg]	Minimalna kubatura pomieszczenia w [m ³]
EcoHeat Complex 9 S10	2,45	5,57
EcoHeat Complex 11 S10	2,55	5,79
EcoHeat Complex 13 S10	3,00	6,81

15b

Montaż jednostki zewnętrznej

Prawidłowy montaż jednostki zewnętrznej musi umożliwiać prawidłowe przeprowadzenie najważniejszego procesu podczas eksploatacji pompy ciepła - odszraniania powierzchni parownika. Należy tak posadowić jednostkę zewnętrzną, aby umożliwić pompie ciepła łatwy i niczym nie ograniczony odpływ wody z tacy ociekowej parownika, po rozpuszczeniu szronu i lodu z jego powierzchni. Mówiąc wprost, moduł zewnętrzny należy zamontować na odpowiednim podwyższeniu w stosunku do powierzchni gruntu. Optymalna odległość dolnej krawędzi modułu zewnętrznego od powierzchni gruntu powinna wynosić 500 mm. W polskich warunkach klimatycznych nie powinna być mniejsza niż 350 mm. Prawidłowy montaż i posadowienie jednostki zewnętrznej pokazano na rysunku 15.3.



Rys. 15.3. Widok prawidłowo zamontowanego modułu zewnętrznego pompy ciepła EcoHeat Complex.

Najważniejszym elementem montażowym jest wspornik montażowy, który w łatwy sposób pozwala na prawidłowe posadowienie pompy ciepła w ogrodzie. Należy jednak pamiętać, aby wspornik montażowy oprzeć na fundamencie wykonanym np. z krawężników, płytek betonowych lub na specjalnie wylanym fundamencie betonowym. Fundament musi posiadać odpowiednią nośność, aby nie zapadał się pod ciężarem pompy ciepła. Ciężar modułu zewnętrznego pompy ciepła

EcoHeat Complex 9S10 wynosi 62,5 kg, EcoHeat Complex 11S10 wynosi 75 kg, zaś dla pompy ciepła EcoHeat Complex 13S10 to 113 kg. Należy wziąć pod uwagę, aby fundament, w miarę postępowania czasu eksploatacji pompy ciepła, nie przechylał się na żadną stronę. Może to doprowadzić do nieprawidłowej pracy pompy ciepła i szybkiego uszkodzenia sprężarki.

Wspornik montażowy przystosowany do pomp ciepła Ecoheat Complex, taki jak pokazano na rysunku 15.3, można zamówić wraz z pompą ciepła.

Z uwagi na to, że powietrze zewnętrzne zasysane jest przez moduł zewnętrzny od tyłu urządzenia, ważne jest odpowiednie odsunięcie modułu zewnętrznego od ściany budynku. Minimalna odległość od ściany budynku, jaką trzeba zachować, przy montażu modułu zewnętrznego wynosi 300 mm. Niedochowanie tego wymiaru może powodować utrudnienia w dopływie odpowiedniej ilości powietrza zewnętrznego do pompy ciepła i powodować jej nieprawidłową pracę.

Szczegółowo montaż modułu zewnętrznego omówiono w: Instrukcji obsługi zamieszczonej na www.tweetop.pl.

Na rysunku 15.4 pokazano widok pompy ciepła EcoHeat Complex 11S10 podczas normalnej eksploatacji w okresie zimowym (styczeń 2017 r.). Skropliny, które opuszczają tacę ociekową zamarzają pod pompą ciepła, dlatego też tak ważne jest podniesienie pompy ciepła ponad powierzchnię gruntu, optymalnie o 500 mm. Wysokość podwyższenia, ilość skroplin oraz długość okresu zimowego gwarantują, że lód powstający pod pompą ciepła nigdy nie dotrze do tacy ociekowej pompy ciepła. Gdy będzie go już bardzo dużo, na zewnątrz rozpocznie się okres wiosenny i lód samoczynnie będzie się redukował roztopiając się.



Rys. 15.4. Widok modułu zewnętrznego podczas normalnej eksploatacji w styczniu 2017 r.

Na rysunku 15.5 pokazano widok węzła cieplnego, w którym zamontowano moduł wewnętrzny pompy ciepła EcoHeat Complex, bufor c.o. i podgrzewacz c.w.u..



Rys. 15.5. Widok prawidłowo wykonanego węzła cieplnego z pompą ciepła EcoHeat Complex, gdzie: 1 – moduł wewnętrzny, 2 – bufor c.o., 3 – podgrzewacz c.w.u., 4 – pompa obiegowa instalacji grzewczej.

15c

Emisja dźwięku przez pompę ciepła

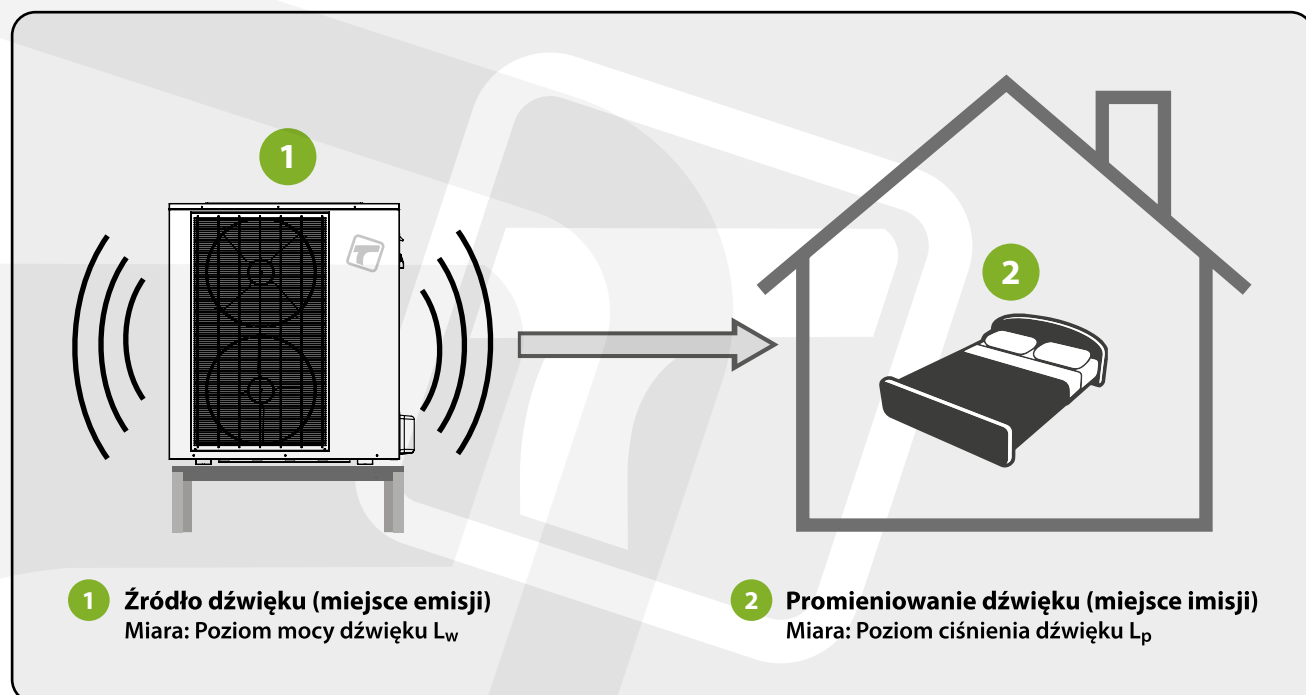
Komfort użytkowania powietrznej pompy ciepła, zarówno dla jej właściciela jak i bliskiego otoczenia, sprowadza się do emisji hałasu podczas jej pracy. W związku z tym, ocena parametrów akustycznych pomp ciepła stanowi istotny czynnik wpływający na umiejscowienie jednostki zewnętrznej w bliskości budynku.

W przypadku pomp ciepła typu powietrze-woda, to praca wentylatora lub wentylatorów ma istotny wpływ na emisję dźwięku, co bezpośrednio wpływa na lokalizację posadowienia modułu zewnętrznego w przestrzeni.

Poziom mocy dźwięku – L_w – to całkowita emisja dźwięku (np. pompy ciepła) rozchodząca się we wszystkich kierunkach przestrzeni, niezależnie od warunków otoczenia (np. odbicia od przeszkód). Poziom mocy dźwięku ustala się w warunkach laboratoryjnych i można na jego podstawie porównywać pompy ciepła w sposób bezpośredni.

Poziom ciśnienia dźwięku – L_p – to wielkość pozwalająca ocenić siłę dźwięku odczuwaną w danym miejscu. Na poziom ciśnienia dźwięku wpływa odległość od źródła emisji dźwięku i warunki otoczenia. Ciśnienie dźwięku jest możliwe do zmierzenia na miejscu i stanowi podstawę do oceny emisji dźwięku w miejscu instalacji urządzenia.

Na podstawie obliczenia **poziomu ciśnienia dźwięku**, możliwy będzie precyzyjny wybór miejsca posadowienia jednostki zewnętrznej pompy ciepła EcoHeat Complex.



Rys. 15.6. Graficzna definicja: mocy dźwięku i ciśnienia dźwięku.

Miejsce posadowienia jednostki zewnętrznej pompy ciepła typu powietrze – woda, ma ogromny wpływ na odczuwanie przez ludzi i zwierzęta emitowanych przez urządzenie dźwięków (hałasu), stąd konieczne staje się prawidłowe wybranie miejsca montażu pompy ciepła, już na etapie projektowania instalacji grzewczej budynku z pompą ciepła. Poziom mocy dźwięku dla konkretnej pompy ciepła EcoHeat Complex jest dostępny w danych technicznych zawartych w tabeli 6.1.

Dla pomp ciepła montowanych na zewnątrz budynku, mierzone są emisję dźwięków dla pomieszczeń najbardziej narażonych na hałas i podlegających ochronie przed hałasem. Wartości emisji dźwięku ustalane są na zewnątrz budynku, w odległości 0,5 m od środka otwartego okna. Wartości graniczne tego parametru określa Polska Norma PN-B-02151.

Zgodnie z zaleceniami tej normy, do pomieszczeń wymagających ochrony przed hałasem zaliczamy:

- pokoje dzienne, dziecięce i sypialnie,
- sale wykładowe i lekcyjne,
- biura i gabinety.

Aby prawidłowo wybrać miejsce montażu pompy ciepła (jednostki zewnętrznej), należy obliczyć przyszły poziom ciśnienia dźwięku w pomieszczeniach wymagających ochrony przed hałasem.

Przybliżoną wartość poziomu ciśnienia akustycznego, w zależności od poziomu mocy akustycznej, odległości jednostki zewnętrznej pompy ciepła od pomieszczeń chronionych przed hałasem i warunków jej usytuowania można wyliczyć za pomocą zależności:

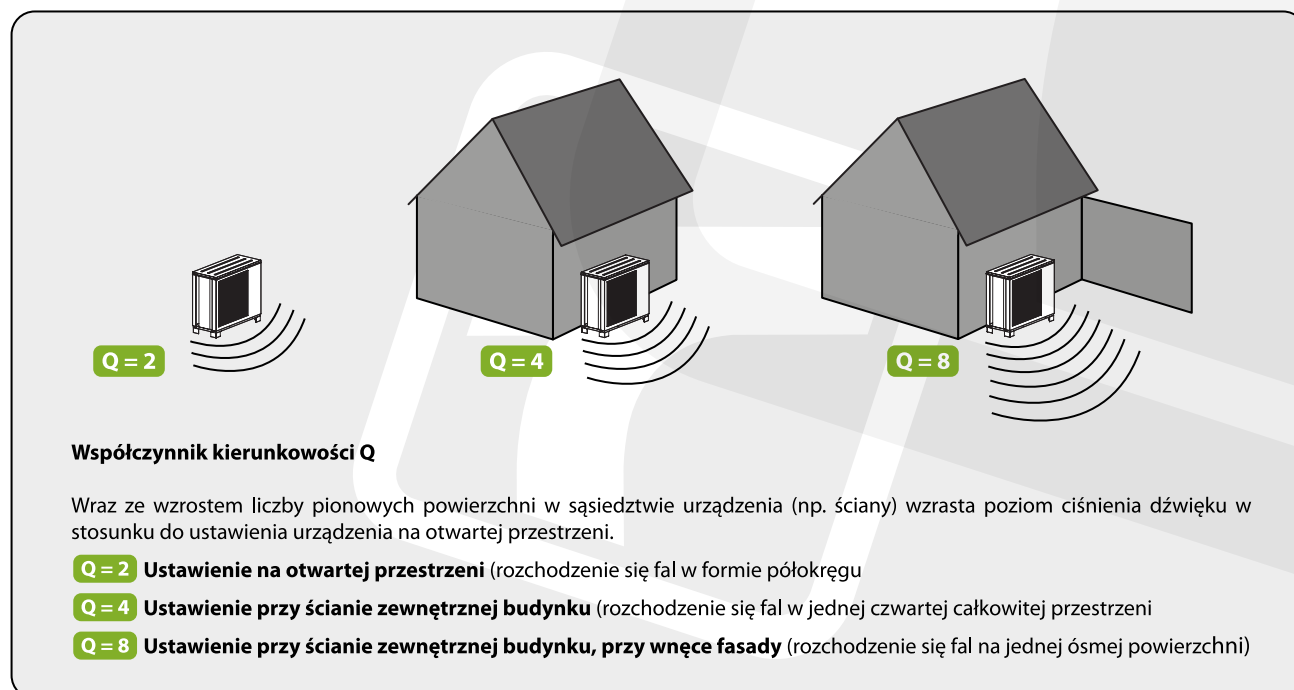
$$L_p = L_w + 10 \cdot \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \right)$$

gdzie:

- L_p Poziom ciśnienia dźwięku przy odbiorcy,
- L_w Poziom mocy dźwięku przy źródle dźwięku (podane w karcie danych technicznych),
- Q Współczynnik kierunkowości,
- r Odległość pomiędzy odbiorcą a źródłem dźwięku.

Współczynnik kierunkowy obrazuje warunki promieniowania przestrzennego źródła dźwięku. W trójwymiarowej, całkowicie otwartej przestrzeni, fale dźwiękowe rozchodzą się w powietrzu od źródła powstania dźwięku kuliście, we wszystkich kierunkach jednakowo. W takim przypadku współczynnik kierunkowy jest równy 1 ($Q = 1$).

Jeżeli jednostka zewnętrzna pompy ciepła jest posadowiona bezpośrednio na podłożu, to fale dźwiękowe rozchodzą się dookoła w kształcie półkuli. Współczynnik kierunkowy dla takiego przypadku jest równy 2 ($Q = 2$). Im bardziej kąt rozchodzenia się fal dźwiękowych jest ostry, tym współczynnik kierunkowy jest wyższy, a poziom ciśnienia akustycznego większy.



Rys. 15.7. Graficzne przedstawienie wartości współczynnika kierunkowego Q.

Reasumując, poziom ciśnienia akustycznego dla pomieszczeń, które wymagają ochrony przed hałasem, zależy zarówno od ich odległości od źródła dźwięku, jak i od wartości współczynnika kierunkowego.

W tabeli 15.2 przedstawiono dane pozwalające na ustalenie przybliżonych wartości poziomu ciśnienia akustycznego.

Tabela 15.2. Poziom ciśnienia dźwięku L_p w zależności od odległości od źródła i współczynnika kierunkowego Q .

Współczynnik kierunkowości Q	Odległość źródła dźwięku [m]								
	1	2	4	5	6	8	10	12	15
	Poziom ciśnienia dźwięku L_p w odniesieniu do poziomu mocy dźwięku L_w przy urządzeniu [dB(A)]								
2	-8	-14	-20	-22	-23,5	-26	-28	-29,5	-31,5
4	-5	-11	-17	-19	-20,5	-23	-25	-26,5	-28,5
8	-2	-8	-14	-16	-17,5	-20	-22	-23,5	-25,5

Poniżej przedstawiono przykład obliczenia wielkości ciśnienia akustycznego dla powietrznej pompy ciepła.

Założmy, że pompę ciepła EcoHeat Complex posadowiono we wnęce pomiędzy ścianami budynku, zatem współczynnik kierunkowości wynosi: $Q = 8$. Budynek ma charakter mieszkalny, więc dopuszczalna emisja dźwięku w dzień wynosi 55 dB(A), zaś w nocy 40 dB(A). Z tabeli 6.1 można odczytać, że moc akustyczna jednostki zewnętrznej wynosi: 56 dB(A)

Dla okresu: Dzień

Przy posadowieniu pompy ciepła w odległości 1 metra od pomieszczenia chronionego przed hałasem, dla współczynnika kierunkowości równego: $Q = 8$, poziom ciśnienia akustycznego zmniejszy się o 2 dB(A):

$$56 \text{ dB(A)} - 2 \text{ dB(A)} = 54 \text{ dB(A)}$$

Należy zauważyć, że maksymalna wartość ciśnienia akustycznego dla pomieszczenia chronionego przed hałasem w ciągu dnia wynosi: < 55 dB(A)

Zatem, **pompa ciepła EcoHeat Complex może zostać posadowiona w odległości 1 m od pomieszczenia chronionego przed hałasem.**

Dla okresu: Noc

Przy posadowieniu pompy ciepła w odległości 5 metrów od pomieszczenia chronionego przed hałasem, dla współczynnika kierunkowości równego: $Q = 8$, poziom ciśnienia akustycznego zmniejszy się o 16 dB(A):

$$56 \text{ dB(A)} - 16 \text{ dB(A)} = 40 \text{ dB(A)}$$

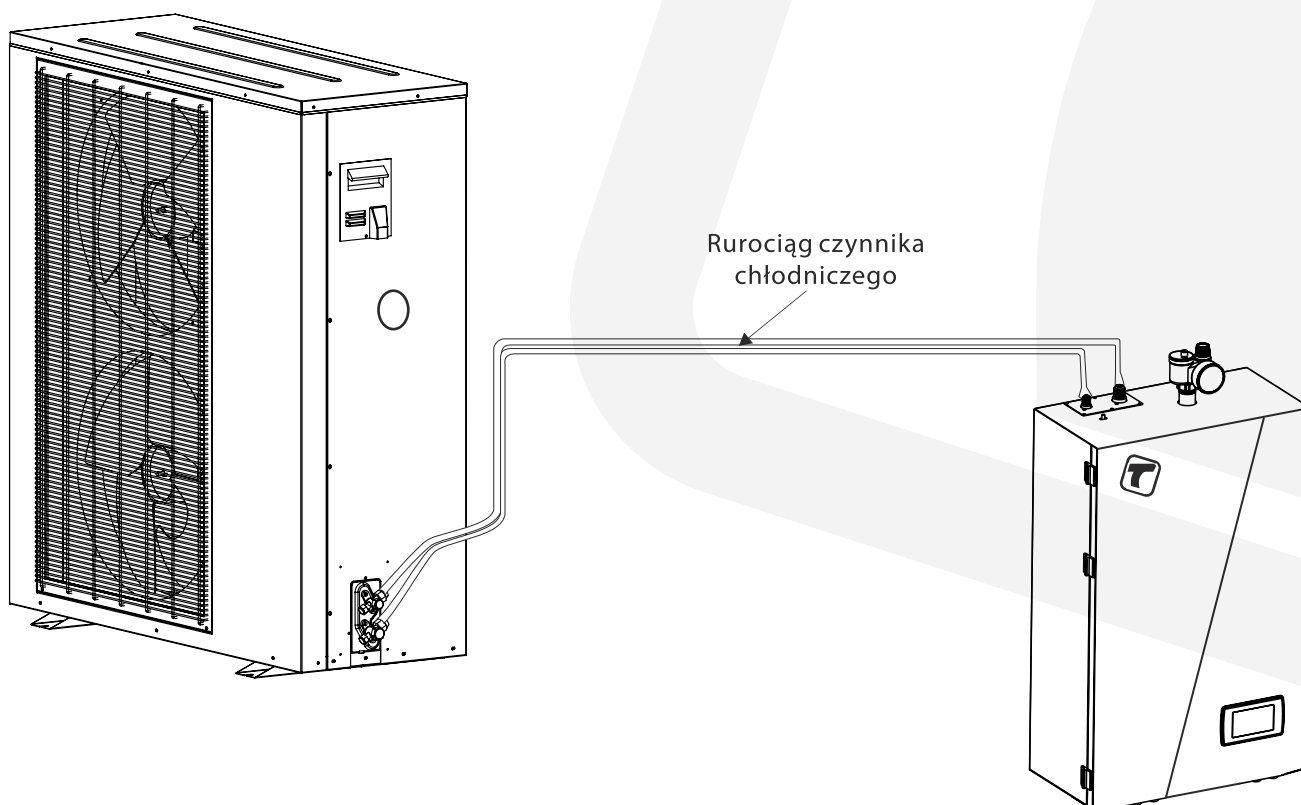
Należy zauważyć, że maksymalna wartość ciśnienia akustycznego dla pomieszczenia chronionego przed hałasem w ciągu nocy wynosi: < 40 dB(A)

Analizując dwa okresy użytkowania pompy ciepła: dzień i noc, należy zauważyć, że pompa ciepła powinna zostać posadowiona w odległości 5 metrów od pomieszczenia chronionego przed hałasem, biorąc jako podstawę jej nocny okres użytkowania.

15d

Połączenie chłodnicze jednostek

Połączenie pompy ciepła typu Split, wiąże się z koniecznością wykonania instalacji chłodniczej, łączącej jednostkę zewnętrzną z jednostką wewnętrzną. Do wykonywania instalacji chłodniczych, zawsze wykorzystuje się rurociągi wykonane z miedzi, tzw. miedzi chłodniczej, charakteryzowanej również jako miedź miękka. Nie wolno wykonywać tych rurociągów z tworzyw sztucznych, z uwagi na ciśnienia panujące wewnątrz tej części instalacji, które dochodzą nawet do 35 bar. Połączenie jednostki zewnętrznej i wewnętrznej pokazano na rysunku 15.8. Wykonanie tego połączenia należy powierzyć specjalnie przeszkolonemu personelowi serwisowemu, z wiedzą z zakresu chłodnictwa lub klimatyzacji, który potrafi posługiwać się czynnikami chłodniczymi i posiada w tym zakresie specjalne uprawnienia. Uprawnienia te wydawane są przez Urząd Dozoru Technicznego, zgodnie z art. 20. ustawy z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych. W myśl tej ustawy, osoby wykonujące określone czynności w stosunku do niektórych rodzajów urządzeń zawierających fluorowane gazy cieplarniane lub substancje kontrolowane są zobowiązane do posiadania certyfikatu dla personelu.



Rys. 15.8. Połączenie jednostki zewnętrznej i wewnętrznej, poprzez instalację chłodniczą.

Ze względów historycznych, do dnia dzisiejszego w chłodnictwie, klimatyzacji i pompach ciepła, wykorzystuje się rurociągi miedziane o średnicach wyrażonych w calach, a nie w milimetrach. I tak w pompach ciepła EcoHeat Complex, należy stosować rurociągi o średnicach podanych w tabeli 15.1.

Tabela 15.1. Średnice rurociągów chłodniczych do połączenia jednostek zewnętrznej i wewnętrznej.

	Przeznaczenie rurociągu	jednostka	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 11 S10	EcoHeat Complex 13 S10
Króćce przyłączeniowe strony chłodniczej modułu wewnętrznego	cieczowy	cal	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
	parowy	cal	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$
Króćce przyłączeniowe strony chłodniczej modułu zewnętrznego	cieczowy	cal	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$
	parowy	cal	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$

Wymiar w milimetrach dla rurociągu miedzianego o średnicy $\frac{3}{8}$ " wynosi: 9,53 mm, rurociągu o średnicy $\frac{1}{2}$ " – 12,7 mm, zaś rurociągu o średnicy $\frac{5}{8}$ " – 15,88 mm.

W przypadku pomp ciepła EcoHeat Complex, jednostki zewnętrzne napełnione są czynnikiem chłodniczym w takiej ilości, że wystarczy czynnika chłodniczego do wypełnienia rurociągów połączeniowych jednostek. W pompie ciepła EcoHeat Complex 13 S10 czynnika wystarczy do wypełnienia rurociągów o długości 12 metrów, licząc jako odległość pomiędzy jednostkami (czyli 12 metrów rurociągu o średnicy $\frac{3}{8}$ " i 12 metrów rurociągu o średnicy $\frac{5}{8}$ ". W przypadku pomp ciepła EcoHeat Complex 9 S10 oraz EcoHeat Complex 11 S10, czynnika wystarczy do wypełnienia 5 metrów rurociągu.

Należy pamiętać, że ze względów eksploatacyjnych sprężarki, odległość pomiędzy modulem zewnętrznym a wewnętrznym jest ograniczona i nie może być dowolnie zwiększana. Dla pomp ciepła EcoHeat Complex, łączna długość rurociągów chłodniczych nie może przekraczać 12 metrów.

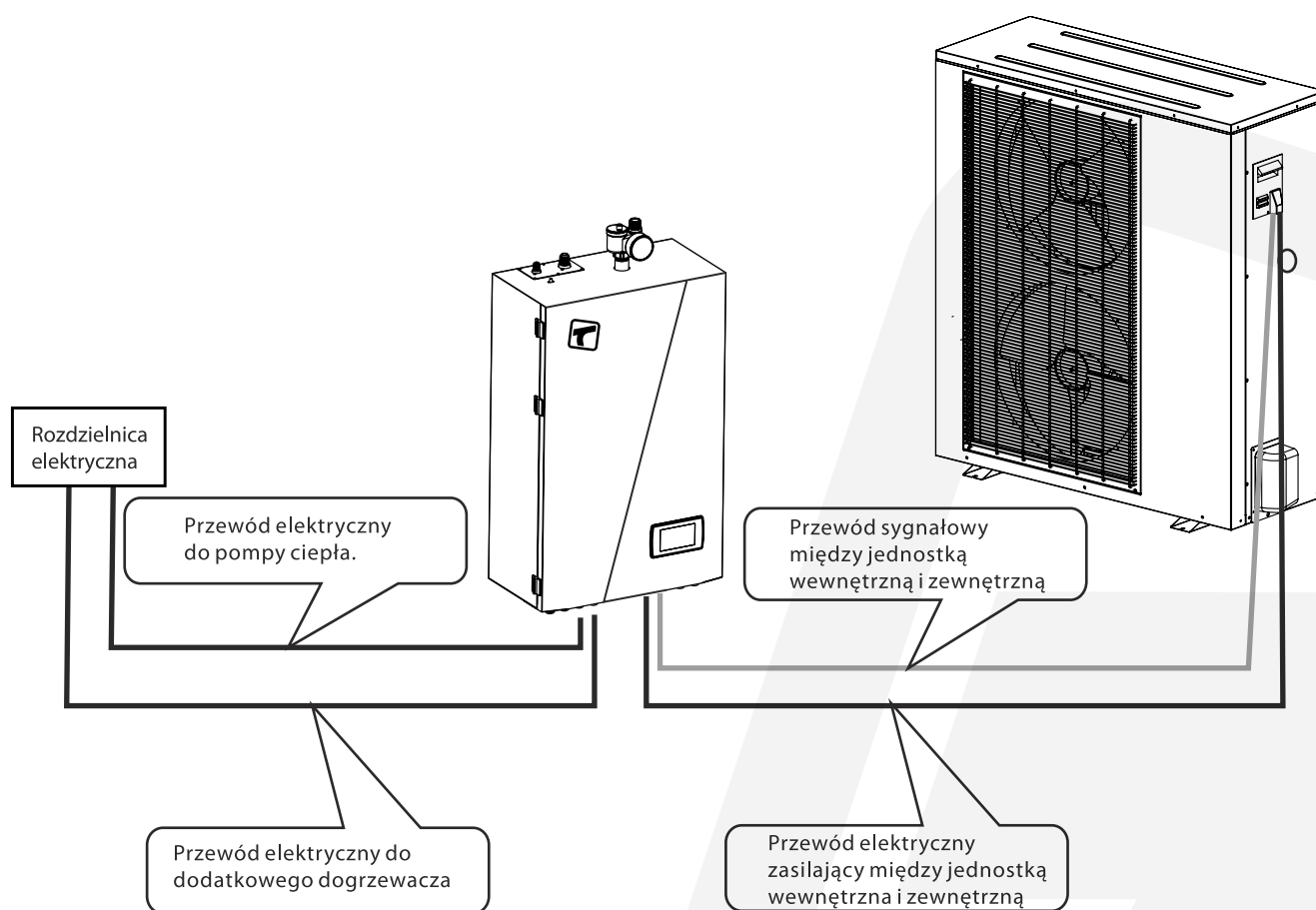
Szczegółowy opis sposobu łączenia jednostki wewnętrznej i zewnętrznej pod względem wymogów chłodniczych, szczegółowo opisano w: Instrukcji serwisowej zamieszczonej na www.tweetop.pl.

15e

Instalacja elektryczna

Pompę ciepła należy podłączyć do rozdzielni elektrycznej budynku poprzez odpowiedni bezpiecznik elektryczny. Jeżeli podczas pracy pompy ciepła, używana będzie wewnętrzna grzałka elektryczna 3 kW, należy doprowadzić osobny przewód elektryczny z rozdzielni do zasilania tej grzałki, tak jak to pokazano na rysunku 15.9.

Pompa ciepła EcoHeat Complex oraz wewnętrzna grzałka elektryczna, zasilane są napięciem jednofazowym o wartości 230V.



Rys. 15.9. Schemat zewnętrznej instalacji elektrycznej.

Zasilanie elektryczne modułu zewnętrznego odbywa się z zacisków elektrycznych modułu wewnętrznego.

Pomiędzy modułem wewnętrznym i zewnętrznym, należy poprowadzić przewód komunikacyjny, służący do komunikacji pomiędzy sterownikami. Jest to przewód trzyżyłowy, który dostarczany jest wraz z wyposażeniem dodatkowym pompy ciepła.

Szczegóły dotyczące wykonania instalacji elektrycznej opisane są w Instrukcji serwisowej dostępnej na www.tweetop.pl.

Uwaga!

Montaż pompy ciepła, szczególnie w zakresie instalacji chłodniczej i elektrycznej, powinna wykonać osoba posiadająca odpowiednie certyfikaty i uprawnienia w tym zakresie.

Montaż pompy ciepła powinien być wykonany zgodnie z informacjami zawartymi w Instrukcji obsługi oraz Instrukcji serwisowej pompy ciepła EcoHeat Complex dostępnej na stronie www.tweetop.pl oraz dołączonej do urządzenia.

15f

Wymagania dla wody instalacyjnej c.o.

Wymagania podstawowe

Pompy ciepła EcoHeat Complex mogą współpracować tylko z instalacjami grzewczymi o układzie zamkniętym (układ ciśnieniowy). Na rurociągu powrotnym z instalacji grzewczej należy zainstalować odpowiedni filtr lub filtr-odmulacz.

Przed uruchomieniem pompy ciepła nakazuje się, aby instalacja grzewcza została dokładnie wypłukana z zanieczyszczeń po środkach uszczelniających, z tłuszczu, osadów i innych substancji obcych. Należy pamiętać, aby instalacja była zabezpieczona przed przenikaniem tlenu. Ewentualne ubytki wody grzewczej c.o. z instalacji i związane z tym, konieczne jej uzupełnianie, nie powinny przekroczyć 5% objętości całego zładu rocznie (zaleca się, aby nie przekroczyły 2%). Uzupełnianie zładu wody grzewczej należy rejestrować za pomocą wodomierza.

Zalecenia producenta pompy ciepła

Wymagania co do jakości wody instalacyjnej zostały określone w Polskiej Normie PN-93/C-04607 „Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania i badania dotyczące jakości wody”. Ponadto zaleca się również przestrzegać wytycznych szczegółowych producenta pompy ciepła EcoHeat Complex - firmy Tweetop. I tak, w zależności od metody uzdatniania wody instalacyjnej, powinna ona spełniać kilka podstawowych warunków określonych przez następujące parametry:

1. Jeżeli woda podlega zmiękczeniu poprzez stację uzdatniania wody wyposażoną w złożę jonowymienne, to po okresie stabilizacji trwającym 8 tygodni od napełnienia:

- odczyn pH powinien zawierać się w przedziale od 8,2 do 9,0,
- przewodnictwo elektryczne nie powinno przekraczać 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$,
- twardość ogólna powinna być większa lub równa 6°n.

Uwaga!

Uzdatnianie wody instalacyjnej poprzez zmiękczenie, za pomocą stacji uzdatniania wody ze złożem jonowymienным jest dopuszczalne, jeżeli twardość wody surowej nie przekracza 20°n.

2. Jeżeli twardość wody surowej przekracza 20°n, wtedy dopuszcza się stosowanie jedynie wody zdemineralizowanej, dla której odpowiednie parametry po okresie stabilizacji trwającym 8 tygodni od napełnienia wynoszą:

- odczyn pH powinien zawierać się w przedziale od 8,2 do 9,0,
- przewodnictwo elektryczne nie powinno przekraczać 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Jeżeli po 8 tygodniowym okresie stabilizacji odczyn pH nie zawiera się w granicach od 8,2 do 9,0, należy zastosować inhibitor korozji/korektor pH, np.: Sentinel X100, zgodnie z instrukcją jego stosowania. W takim przypadku może wystąpić wzrost przewodnictwa elektrycznego powyżej wartości opisanych w pkt. 1. i 2.

Parametry techniczne wody instalacyjnej, opisane w pkt. 1 i 2, należy kontrolować przy corocznych przeglądach technicznych pompy ciepła, a w razie potrzeby korygować do wymaganych wartości poprzez uzupełnienie inhibitora.

16

Funkcje sterownika pomp ciepła EcoHeat Complex

Pompa ciepła EcoHeat Complex wyposażona jest w elektroniczny sterownik, który zarządza wszystkimi procesami pracy pompy ciepła. Do komunikacji ze sterownikiem, w przedniej obudowie modułu wewnętrznego, zmontowany jest dotykowy ekran sterujący, zupełnie podobny do telefonu komórkowego, widoczny na rysunku 16.1.



Rys. 16.1. Widok panelu dotykowego sterownika pompy ciepła EcoHeat Complex.

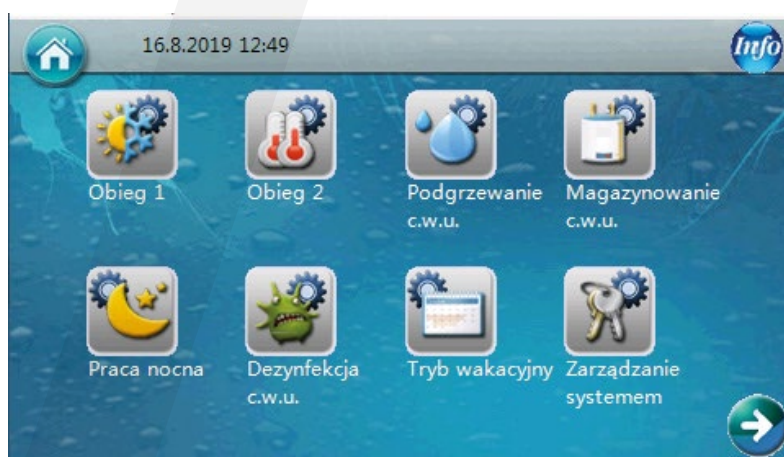
Menu na ekranie dotykowym wyświetlane jest w całości w języku polskim. W pompie EcoHeat Complex nie ma żadnych kodów, symboli, znaków czy numerów, których wy tłumaczenia trzeba by szukać w instrukcji. Wszystko opisane jest słowami w języku polskim. Dzięki temu, komunikacja użytkownika z pompą ciepła jest bardzo prosta i intuicyjna. W okienku głównym wyświetlane są najważniejsze temperatury w instalacji grzewczej budynku, np. temperatura na zewnątrz i wewnątrz budynku, temperatura ciepłej wody użytkowej i instalacji grzewczej. Wyświetlany jest aktualny tryb pracy pompy: czy pracuje na cele ogrzewania budynku, czy podgrzewa wodę użytkową, czy w końcu chłodzi budynek. Na rysunku 16.2 pokazano widok głównego okna dialogowego sterownika. Okienko to jest zawsze wyświetlane jako pierwsze po uruchomieniu pompy ciepła.



Rys. 16.2. Widok głównego okna dialogowego.

W górnym pasku ekranu wyświetlane są: logo przedsiębiorstwa Tweetop, symbol prawidłowej komunikacji pomiędzy modulem wewnętrznym i zewnętrznym, aktualny tryb pracy pompy ciepła oraz dodatkowe funkcje sterownika lub ostrzeżenia. W pasku dolnym wyświetlane są: Tryb pracy sterownika (widoczne na ekranie: zatrzymanie – pauza), aktualna prędkość obrotowa sprężarki wyrażona w [Hz], przepływ wody c.o. przez skraplacz pompy ciepła w [l/sek], oraz najważniejsza ikona w postaci przekładni zębatej.

Przyciśnięcie symbolu „przekładni zębatej” pozwala przejść do menu programowania sterownika, kontroli parametrów pracy i do menu serwisowego. Cechą wyróżniającą sterownik pompy EcoHeat Complex jest to, że jego program został napisany specjalnie dla powietrznej pompy ciepła, dlatego też opis funkcji jest zrozumiały i precyzyjny. W łatwy sposób można zmieniać ustawienia trybu ogrzewania i chłodzenia, programować dezynfekcję wody użytkowej oraz programować odpowiednie uruchomienie szczytowego źródła ciepła. Na rysunku 16.3 pokazano wygląd okna dialogowego wszystkich funkcji sterownika, do którego przechodzi się po naciśnięciu przycisku przekładni zębatej.



Rys. 16.3. Wygląd okien dialogowych z funkcjami sterownika (1 z 2).

Poniżej opisane zostaną niektóre funkcje sterownika. Wyczerpująca wiedza na temat możliwości sterownika przedstawiona jest w Instrukcji obsługi pompy ciepła EcoHeat Complex dostępnej na stronie www.tweetop.pl.

Funkcja: Obieg 1

Opisana ikoną:



Funkcja ta pozwala ustawić podstawowe parametry pracy pompy ciepła w trybie grzania i chłodzenia.

Funkcja: Obieg 2

Opisana ikoną:



Funkcja ta pozwala na uruchomienie w sterowniku zarządzania dwoma zaworami mieszającymi. Zatem możliwe jest stworzenie instalacji grzewczej w budynku z dwoma kontrolowanymi temperaturami na zasilaniu, np. ogrzewaniu podłogowym i zasilaniu nagrzewnicy w centrali wentylacyjnej (patrz schemat ideowy takiego rozwiązania na rysunku: 14.5).

Funkcja: Podgrzewanie c.w.u.

Opisana ikoną:



Funkcja ta pozwala na ustawienie wszystkich parametrów, istotnych dla użytkownika, związanych z podgrzewaniem wody użytkowej w budynku, takich jak: temperatura, histereza, priorytet, czas podgrzewania, itp..

Funkcja: Magazynowanie c.w.u.

Opisana ikoną:



Jeżeli pompa ciepła EcoHeat Complex, jest wyposażona w duży zasobnik c.w.u., np. o pojemności 400 – 500 litrów, to będzie możliwe zarządzanie czasem pracy pompy ciepła pomiędzy ogrzewaniem budynku, a podgrzewaniem c.w.u. Użytkownik uruchamia tę funkcję i ustawia przedział czasu, w którym nie ma go w domu, np. od poniedziałku do piątku w godzinach od 10.00 do 15.00. W tym czasie sterownik pompy ciepła, będzie wiedział, że może więcej czasu poświęcić na podgrzewanie wody użytkowej niż na ogrzewanie budynku. Więc w tych godzinach będzie priorytetowo magazynowanie ciepłej wody w zasobniku, a mniej uwagi poświęci ogrzewaniu budynku. Nie znaczy to oczywiście, że wyłączy ogrzewanie, jednak temperatura w instalacji grzewczej będzie mogła spaść o kilka stopni. Gdy mieszkańcy wrócą do domu, np. po godzinie 16.30, w budynku będzie ciepło, będzie podgrzane 400 litrów ciepłej wody, a pompa ciepła będzie tylko uzupełniać ciepło w instalacji grzewczej.

Funkcja: Praca nocna

Opisana ikoną:



Po uruchomieniu tej funkcji i wpisaniu godziny rozpoczęcia działania, pompa ciepła będzie się starała nie hałasować zbyt mocno wentylatorami modułu zewnętrznego. Zatem o wyznaczonej przez użytkownika godzinie, najczęściej wieczornej, zmniejszy prędkość obrotową sprężarki i tym samym obniży prędkość wentylatorów na zewnątrz, przez co będą pracować ciszej. Jeżeli z przyczyn ograniczenia wielkości działki, pompa ciepła musiała zostać zamontowana blisko okien sypialni, wystarczy tylko zaprogramować ją odpowiednio do cichej pracy nocnej. Programujemy pompę na wskazaną godzinę, gdy przeważnie kładziemy się spać, a sterownik „wycisza” wentylatory, gdy jest to potrzebne, np. od godziny 22.00 do 24.00. Nie należy się obawiać, że podczas działania funkcji: cicha praca nocna, dojdzie do wychłodzenia budynku. Sterownik na bieżąco kontroluje temperaturę w instalacji grzewczej. Gdyby temperatura spadła poniżej wartości bezpiecznej, sterownik podniesie obroty sprężarki, tak aby uzyskać większą wydajność grzewczą.

Funkcja: Dezynfekcja c.w.u.

Opisana ikoną:



Funkcja ta pozwala na ustawienie procesu przegrzewania c.w.u. w zasobniku dla unieszkodliwienia bakterii Legionella.

Funkcja: Tryb wakacyjny

Opisana ikoną:



W naszym kraju mamy oczywiście na myśli ferie zimowe. Aby zaoszczędzić na pracy pompy ciepła w czasie naszej nieobecności w domu, można obniżyć parametry pracy pompy ciepła na ogrzewanie i podgrzewanie c.w.u. ściśle według daty. Jeżeli zaprogramujemy dzień wyjazdu i dzień powrotu z ferii zimowych, możemy w tym czasie znacznie obniżyć temperaturę wewnątrz budynku oraz temperaturę c.w.u.. Należy tylko pamiętać, aby datę powrotu z ferii ustawić o jeden dzień wcześniej niż faktyczny powrót, aby po naszym powrocie w budynku było ciepło, a w kranie płynęła ciepła woda.

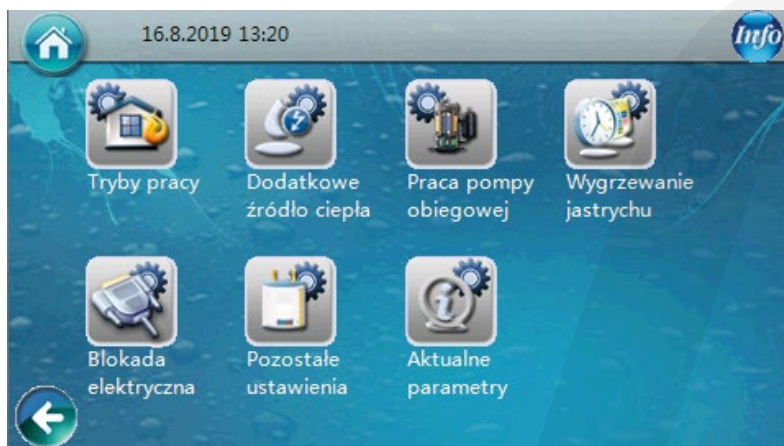
Funkcja: Zarządzanie systemem

Opisana ikoną:




To zbiór funkcji pozwalających na zaprogramowanie pompy ciepła do współpracy z określoną instalacją grzewczą budynku. Można tam zmienić język sterownika, ustawić aktualną datę lub przejść do menu serwisowego.

Po naciśnięciu strzałki w prawo, wyświetlone zostaną następne funkcje sterownika, tak jak to pokazano na rysunku 16.4.




Rys. 16.4. Wygląd okien dialogowych z funkcjami sterownika (2 z 2).

Funkcja: Tryby pracy

Opisana ikoną: 

Pozwala na uruchomienie lub zablokowanie pompy ciepła na: ogrzewanie, chłodzenie bądź podgrzewanie c.w.u.. Wystarczy kliknięcie na odpowiedni obieg grzewczy, a zostanie on uruchomiony bądź zablokowany.

Funkcja: Dodatkowe źródło ciepła

Opisana ikoną: 

To bardzo ważna funkcja, z uwagi na współpracę pompy ciepła ze źródłem szczytowym. Standardowym wyposażeniem modułu wewnętrznego pompy ciepła, jest grzałka elektryczna o mocy 3 kW. Na tym poziomie menu można zaprogramować sposób współpracy pompy ciepła z wewnętrzną grzałką elektryczną. Sterownik potrafi również sterować dwiema dodatkowymi grzałkami zamontowanymi w buforze c.o. oraz w podgrzewaczu c.w.u.. Można wybrać, która z grzałek ma się włączyć wcześniej - wewnętrzna czy zewnętrzna.

Bardzo ważnym, przy modernizacji instalacji grzewczych budynków wyposażonych w kotły olejowe lub na gaz płynny, jest możliwość współpracy pompy ciepła z takim kotłem, a nie z grzałką elektryczną. Na tym poziomie menu można zrezygnować z pracy grzałki wewnętrznej pompy ciepła i zaprogramować współpracę pompy ciepła np. z kotłem olejowym lub innym zewnętrznym urządzeniem grzewczym. Schemat technologiczny takiego połączenia pokazano na rysunkach: 14.7, 14.8 oraz 14.9.

Funkcja: Praca pompy obiegowej

Opisana ikoną:



To zbiór funkcji pozwalających na zaprogramowanie pracy pompy obiegowej zainstalowanej w module wewnętrznym.

Funkcja: Wyrzwanie jastrychu

Opisana ikoną:



Funkcja ta pozwala na zaprogramowanie pompy ciepła, nawet w okresie letnim, do automatycznego wysuszenia i wygrzania posadzki jastrychowej po jej wykonaniu w budynku. Szczegółowo, co do godziny i temperatury, można ustawić każdy z etapów suszenia i wygrzewania posadzki betonowej.

Funkcja : Aktualne parametry

Opisana ikoną:



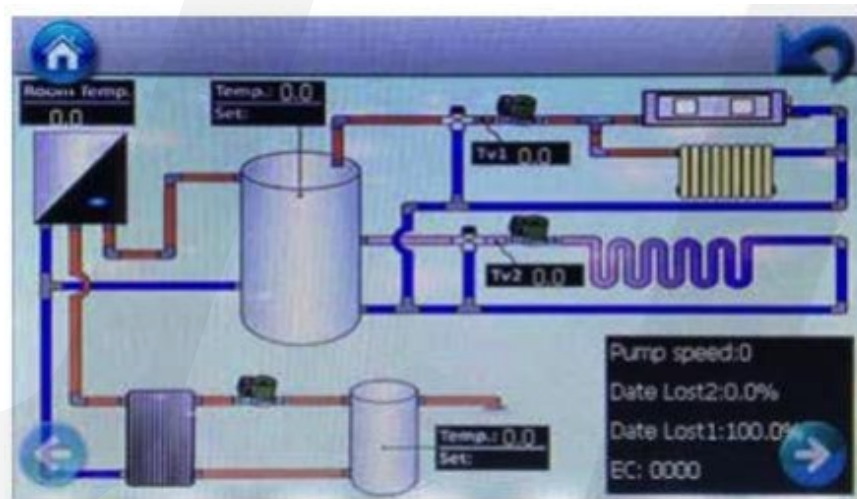
Funkcja ta pozwala na odczytanie wszystkich parametrów pracy pompy ciepła, od napięcia zasilania, poprzez parametry chłodnicze, aż do temperatury wewnątrz i na zewnątrz budynku.

Funkcja: Autodiagnoza – serwisowa

Opisana ikoną:



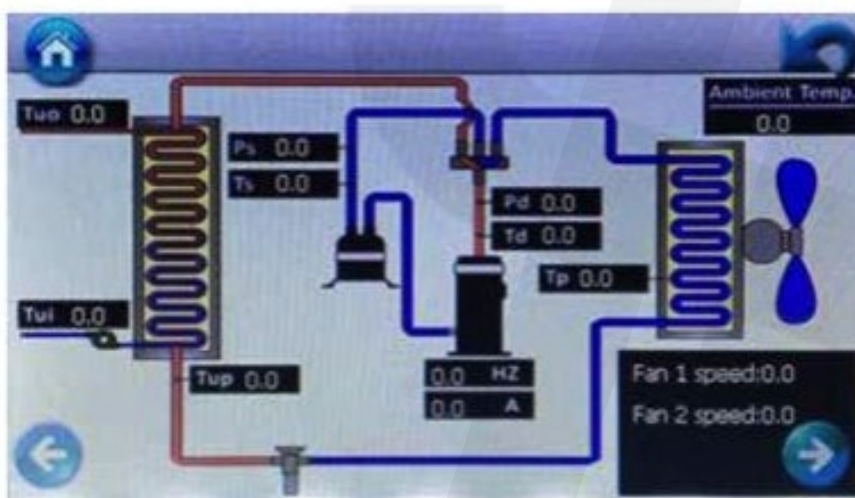
Z punktu widzenia serwisowego, najważniejszą funkcją sterownika jest autodiagnoza. Po naciśnięciu przycisku: Info, wyświetlone zostanie okno, w którym odczytać można wszystkie temperatury z czujników zainstalowanych w pompie ciepła i na instalacji hydraulicznej, jak to pokazano na rysunku 16.5.



Rys. 16.5. Okno serwisowe. Odczyt wszystkich temperatur z instalacji.

Jak widać na rysunku 16.5, w tym oknie diagnostycznym można odczytać wskazania czujników temperatur: wewnątrz budynku, aktualnej i zadanej temperatury w buforze c.o., aktualnej i zadanej temperatury w podgrzewaczu c.w.u., temperatury na obiegach grzewczych, za zaworami mieszającymi (o ile są zainstalowane) oraz prędkość obrotową pompy obieguowej modułu wewnętrznego.

Jednak to nie wszystkie cechy wyróżniających sterownik pompy EcoHeat Complex. Po naciśnięciu strzałki w prawo, sterownik przechodzi do okna pomiarów parametrów obiegu chłodniczego. Jest to najważniejsze okienko kontrolne w systemie autodiagnozy pompy ciepła. Tu serwisant oraz użytkownik pompy ciepła, może odczytać najistotniejsze parametry pracy pompy ciepła, czyli parametry obiegu chłodniczego. Widok tego okna pokazano na rysunku 16.6.



Rys. 16.6. Okno serwisowe. Odczyt parametrów obiegu chłodniczego.

Analizę należy zacząć od sprężarki i poprawności jej działania. Pod symbolem sprężarki wyświetlany jest aktualny pobór prądu w postaci natężenia prądu elektrycznego w [A] amperach oraz aktualna prędkość obrotowa inwertera, wyświetlana jednak nie w obrotach na minutę, ale w [Hz] (hertzach, jako częstotliwość). Dalej, na przewodzie tłocznym sprężarki, można odczytać temperaturę i ciśnienie tłoczenia: Td i Pd. Następnie para przepływa do skraplacza, gdzie równocześnie wtłaczana jest woda z bufora c.o.. Można zatem odczytać temperaturę na powrocie i na zasilaniu z instalacji grzewczej (bufora): Tui, Tuo. To bardzo ważne dwa odczyty z punktu widzenia przepływu wody c.o., mające znaczenie dla procesu skraplania czynnika chłodniczego. W związku z powyższym, za skraplaczem, na rurociągu czynnika chłodniczego jest odczyt temperatury ciekłego czynnika: Tup. To najważniejszy parametr z punktu widzenia serwisowego obiegu chłodniczego pompy ciepła. Na jego podstawie oraz przez odczyt ciśnienia tłoczenia Pd, można wywnioskować, czy w układzie chłodniczym pompy ciepła jest właściwa ilość czynnika chłodniczego. Następnie ciekły czynnik chłodniczy, poprzez zawór dławiący, płynie do parownika i tu podobnie, również znajduje się pomiar temperatury parowania: Tp. Pomiar ten zawsze zestawia się z pomiarem temperatury zewnętrznej, który wyświetlany jest w prawym górnym okienku. Ostatnie dwa pomiary chłodnicze to temperatura i ciśnienie na ssaniu sprężarki: Ts i Ps. W dolnym prawym okienku wyświetlana jest aktualna prędkość obrotowa wentylatorów. System autodiagnozy pompy ciepła EcoHeat Complex jest bardzo bogaty w punkty pomiarowe, przejrzysty i bardzo przydatny do diagnozy pompy ciepła podczas jej pracy.

Produkty

Kompletne rozwiązanie instalacyjno-grzewcze



Kontakty

- 1 (00 48) 508 209 155
- 2 (00 48) 509 474 525
- 3 (00 48) 510 053 551
- 4 (00 48) 510 091 445
- 5 (00 48) 508 209 162
- 6 (00 48) 500 231 177
- 7 (00 48) 513 080 795
- 8 (00 48) 519 879 540
(00 48) 508 209 093
- 9 (00 48) 665 613 504
- 10 (00 48) 510 091 445

Główna siedziba firmy

ul. Ludowa 24 C
71-700 Szczecin I Polska

biuro@tweetop.pl
tel. 91 488 47 71
fax 91 434 50 71

Biuro handlowe

tel. 513 062 530
biuro@tweetop.pl

Sekretariat

tel. 665 123 168
sekretariat@tweetop.pl

Magazyn

tel. 725 540 022
magazyn@tweetop.pl

System Tweetop

konsultacje
techniczno-projektowe
tel. 515 298 432
techniczny@tweetop.pl

Pompy ciepła

konsultacje
techniczno-projektowe
tel. 511 146 991
pompy@tweetop.pl

Pompy ciepła serwis

tel. 665 120 023
serwis@tweetop.pl

Rekuperatory

konsultacje
techniczno-projektowe
tel. 505 212 577
rekuperatory@tweetop.pl

WWW.TWEETOP.PL

System Tweetop HOME to:



EcoHeat Complex

Pompy ciepła typu powietrze - woda EcoHeatComplex

stanowią alternatywne i ekologiczne źródło ciepła, idealnie nadające się do współpracy z układem ogrzewania lub chłodzenia typu płaszczyznowego serii Tweetop FLOOR, WALL lub RENOVA. Urządzenie ma bardzo dobry współczynnik COP 5,7 i pracuje w szerokim zakresie temperatur (-25° do +45°C).



EcoHeat Pro

Pompy ciepła typu powietrze - woda EcoHeatPro

stanowią alternatywne i ekologiczne źródło ciepłej wody użytkowej, idealnie współpracujące z instalacjami wody użytkowej Tweetop. Urządzenie to ma bardzo dobry współczynnik COP rzędu 3,9 oraz może pracować w szerokim zakresie temperatur zewnętrznych -7° do +43°C



Tweetop FLOOR

Ogrzewanie podłogowe Tweetop Floor

jest kompletnym rozwiązaniem ogrzewania i chłodzenia powierzchniowego dla każdego budynku i typu posadzki. Komfort cieplny przy ogrzewaniu podłogowym jest odczuwalny dla temp., o 2-3° niższej niż przy użyciu grzejników, co wpływa na ekonomiczność użytkowania (obniżenie temp. w pomieszczeniu o 1° to oszczędność ok. 6% energii cieplnej).



Tweetop WALL

Ogrzewanie ścienne Tweetop Wall

dzięki małej grubości warstwy grzejnej (tynk) zapewnia szybkie podgrzanie powietrza w pomieszczeniu. Promieniowanie ciepłe jest absorbowane i odbijane przez wszystkie elementy pomieszczenia, co zapewnia stałą temperaturę. Wszystko to sprawia, że system jest elastyczny, dopasowany do aktualnych potrzeb. Ogrzewanie ścienne możemy połączyć z podłogowym, a co najważniejsze system Tweetop Wall nadaje się zarówno do nowobudowanych obiektów jak i do renowacji już istniejących.



Tweetop RENOVA

System Tweetop Renova

przeznaczony jest do montażu w miejscach gdzie nie jest możliwe wylanie standardowej grubej i ciężkiej posadzki betonowej. Idealne rozwiązanie przy remontach istniejących budynków.



Tweetop PERT

Systemy instalacji grzewczych

oparte o rury i złączki w średnicach 14-75 w systemie zaprasowywanym do szerokiego spektrum ogrzewań (max. 95°C).



Tweetop PERT

Systemy instalacji ciepłej i zimnej wody użytkowej

oparte o rury i złączki w średnicach 14-75 w systemie zaprasowywanym do każdego typu obiektu.



Tweetop AUTOMATYKA

Automatyka ogrzewania płaszczyznowego

W ofercie systemu Tweetop Dom znajduje się cała gama regulatorów przewodowych i radiowych, pozwalających na kontrolę i regulację temperatury w całym domu, w tym także wysoko oceniane, inteligentne termostaty serii FIT i INSTAT.