

Chłodnictwo & Klimatyzacja

Wydanie specjalne
POMPY CIEPŁA

edycja 2017

THERMA V™



POMPA CIEPŁA LG POWIETRZE-WODA
ENERGOOSZCZĘDNE OGRZEWANIE

www.lg.com/pl/klimatyzacja

Tak, Twój sąsiad ma już nową!



Wymień swój stary system ogrzewania na nowy - pompę ciepła ECODAN!
Zainstaluj w swoim domu energooszczędną pompę ciepła, ogrzewaj i oszczędzaj.

Nastał w końcu czas, aby uniezależnić się od wzrostu cen paliw kopalnych! Z pompami ECODAN potrzebujesz jedynie powietrza i zielonej energii, aby oszczędnie i ekologicznie ogrzewać swój dom. Decydując się na pompę ciepła, zyskujesz komfort i wymierne korzyści finansowe. A oto inne zalety:

- Szybki montaż, bez kosztownej modernizacji istniejącego systemu, ponieważ Twoje stare grzejniki mogą być nadal stosowane
- Wyjątkowa jakość systemów pomp ciepła powietrze-woda Ecodan jest udowodniona w danych technicznych, a także poprzez wspólnotowe oznakowanie ekologiczne Ecolabel
- Niezawodne działanie nawet przy temperaturze zewnętrznej $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$

**POMPY
CIEPŁA
ECODAN**

Dowiedz się więcej na:
mitsubishi-les.com



Wejdź i pobierz bezpłatne dodatki **POMPY CIEPŁA**

SPIS TREŚCI

■ Rynek pomp ciepła w Polsce – stan obecny i historia	2
■ Pompy ciepła i kolektory słoneczne w instalacjach ciepłej wody Grzegorz KRZYŻANIAK	9
■ Praca pompy ciepła powietrze-woda z czynnikami chłodniczymi o niskim GWP Piotr KOPEĆ	14
■ Możliwe tryby współpracy pomp ciepła z PV Współpraca pomp ciepła z fotowoltaiką w warunkach domów mieszkalnych – dyskusja aspektów Jacek BISKUPSKI	18
■ Jak wybrać pompę ciepła? Wybór pompy ciepła przez firmę instalacyjną Adrian TELIŻYN	23
■ Silna drużyna pomp ciepła marki Buderus	26
■ ESTIA – pompy ciepła o wysokim COP w ultrakompaktowej obudowie	28
■ DAIKIN (r)ewolucja w pompach ciepła Grzegorz PAKOSIEWICZ	29
■ Skojarzone systemy pomp ciepła i kolektorów słonecznych Michał ZALEWSKI	30
■ Wielofunkcyjne pompy ciepła GAIA i SPHERA marki CLIVET	32
■ Pompy ciepła LG – wysoka wydajność i efektywność Sebastian OGONEK	34
■ Pompy ciepła Mitsubishi Electric ECODAN Efektywne ogrzewanie z technologią ZUBADAN	38
■ Technologia i efektywność w nowym rozwiązaniu Galletti	39
■ Pompy Ciepła Samsung EHS Piotr WRZASZCZ	40

Copyright by Euro-Media sp. z o.o. 2017
Wszelkie prawa zastrzeżone
Okładka: LG

Wydawca:
Euro-Media sp. z o.o.
ul. Rosoła 10a, 02-786 Warszawa
tel.: +48 22 678 37 30
e-mail: chlodnictwo@chlodnictwoiklimatyzacja.pl
www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl

Skład:
As-Art, Warszawa

Druk:
Drukarnia GREG, 05-400 Otwock



[www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/
wydania-specjalne](http://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/wydania-specjalne)



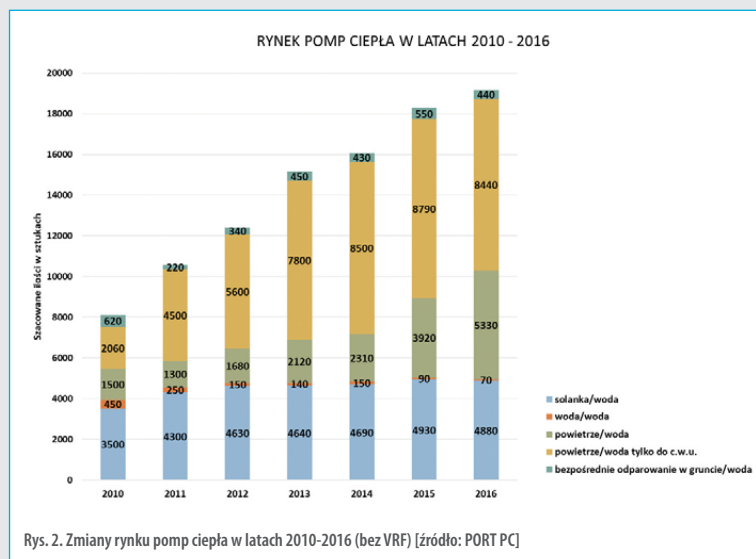
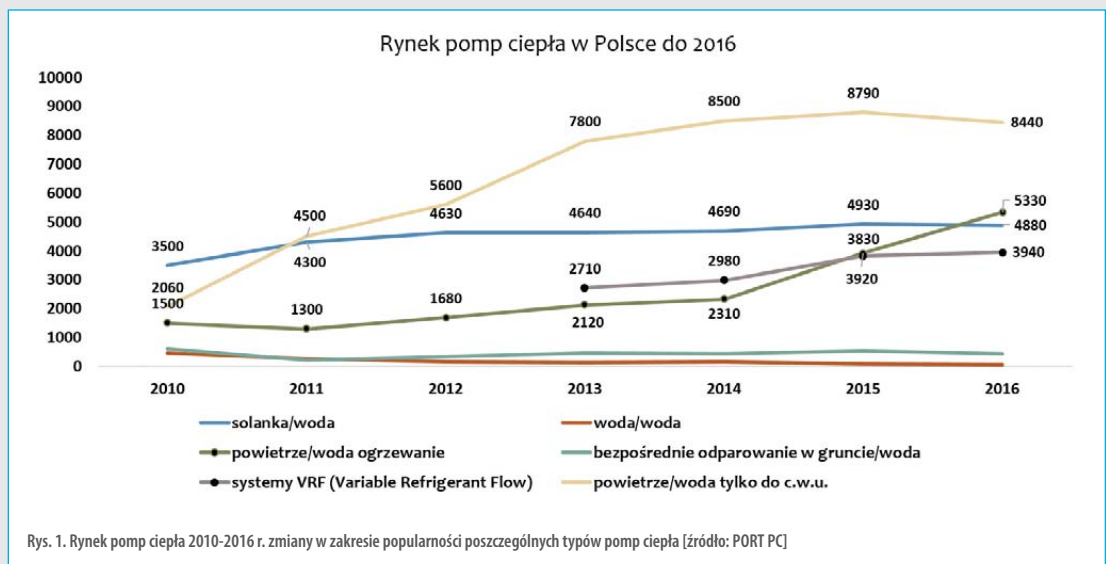
Rynek pomp ciepła w Polsce – stan obecny i historia

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) współpracując z branżą pomp ciepła na bieżąco obserwuje i analizuje trendy na polskim oraz europejskim rynku. Obserwacje te pozwoliły na przygotowanie raportu dotyczącego sprzedaży pomp ciepła w ostatnich latach oraz prognoz rozwoju w Polsce do roku 2030.

Rynek pomp ciepła do roku 2016

PORT PC od 2010 roku prowadzi badania rynku pomp ciepła w Polsce. W okresie tym rynek harmonijnie wzrasta, jednak na przestrzeni ostatnich 6 lat zmienia się udział poszczególnych technologii. Zmiany te obrazuje wykres na rysunku 1.

Ilość sprzedanych w 2010 r. pomp ciepła typu solanka/woda stanowiła blisko 45% rynku. W latach 2010–2016 sprzedaż pomp ciepła tego typu wzrosła o ok. 38%, jednak przy rosnącej sprzedaży innych typów pomp ciepła ich udział w rynku stopniowo spada, osiągając udział ok. 25% rynku w 2016 r.



Największy wzrost wśród uwzględnionych w badaniach typów odnotował rynek pomp ciepła typu powietrze/woda do przygotowania ciepłej wody użytkowej. W roku 2010 udział tych urządzeń w całym rynku pomp ciepła wynosił 25%. Stopniowy wzrost zainteresowania tą technologią w kolejnych latach przełożył się na czterokrotnie większą sprzedaż w roku 2016. W ubiegłym roku pompy ciepła typu powietrze/woda do c.w.u. stanowiły ok. 45% całego rynku pomp ciepła.

Spory wzrost odnotował również rynek pomp ciepła typu powietrze/woda służących do ogrzewania pomieszczeń. Ich udział w rynku pomp ciepła w roku 2010 wynosił ok. 18%. Sprzedaż w obrębie tego segmentu urządzeń wzrosła na przestrzeni 6 lat ok. 3,5 krotnie, dzięki czemu w roku 2016 powietrzne pompy ciepła stosowane do c.o. stanowiły już 27% rynku badanych urządzeń.

Znaczny spadek odnotowano w sprzedaży pomp ciepła typu woda/woda. Jego przyczyną jest stopniowe odejście od produkcji takich pomp ciepła na rzecz układów pomp ciepła solanka/woda z pośrednim wymiennikiem ciepła.

Ilości sprzedawanych w Polsce pomp ciepła wskazują na to, że rynek znajduje się na ścieżce zrównoważonego i stabilnego wzrostu. Należy jednak pamiętać że jest to ciągle początk-

kowa faza rozwoju rynku. Statystyki sprzedaży są optymistyczne, polski rynek pomp ciepła jako jeden z niewielu rynków europejskich w ostatnich latach każdego roku odnotowywał wzrost (rys. 2.).

W 2016 roku sprzedano blisko 2,5 razy więcej sztuk urządzeń niż w roku 2010. Szacowana łączna ilość pracujących pod koniec 2016 roku pomp ciepła w Polsce to ok. 136 400 urządzeń (rys. 3.), o łącznej zainstalowanej mocy grzewczej ok. 1,13 GW. PORT PC szacuje, że do roku 2016 w instalacjach centralnego ogrzewania pracowało łącznie ok. 70 000 pomp ciepła (rys. 4.)

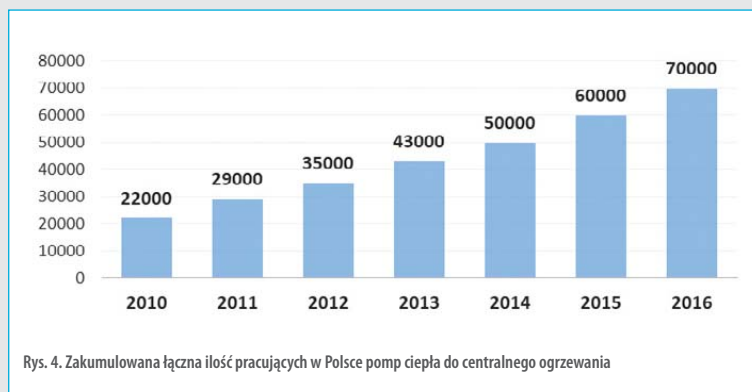
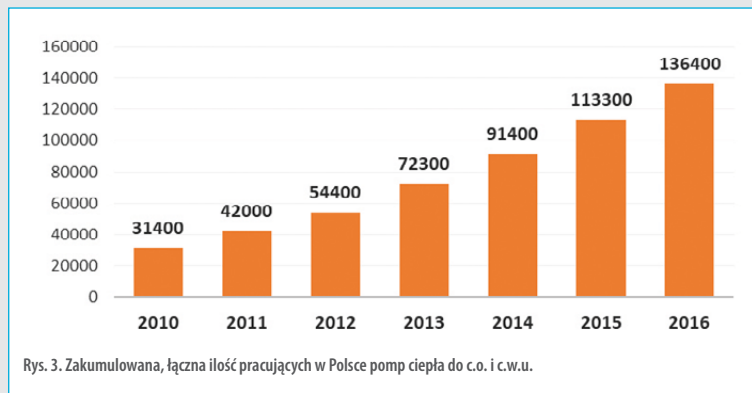
W stosunku do Krajowego Planu Działania (KPD) na rzecz OZE z 2010 roku [1], rozwój pomp ciepła zbliżony jest do wariantu optymistycznego (wariant C – średni roczny wzrost rynku o 25%). Przyjęty w KPD plan rozwoju rynku w wariantcie realistycznym (wariant B – średni roczny wzrost rynku o 10%) zakładał, że ilość energii z odnawialnych źródeł ciepła produkowanej przez pompy ciepła będzie wynosić w 2020 roku 118 kToe/rok. Wg szacunków PORT PC w 2016 wynosi ona ok. 142 kToe/rok. PORT PC szacuje, że ilość energii z OZE produkowanej przez pompy ciepła w 2020 r. będzie wynosić między 251 kToe/rok (wariant realistyczny) a 272 kToe/rok (wariant optymistyczny). Stanowić to będzie od 2,3% do 2,5% łącznej ilości wymaganej przez KPD na rzecz OZE energii z OZE w 2020 r.

Rynek pomp ciepła w Polsce w 2016 r.

Przeprowadzone przez PORT PC szacunki rynku pomp ciepła w 2016 roku opierają się na badaniach przeprowadzonych przez firmę Bisnode Polska na zlecenie Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) i Stowarzyszenia Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych (SPIUG) oraz na analizach rynku przeprowadzonych przez PORT PC.

Rok 2016 był kolejnym z rzędu, w którym zaobserwowano wzrost sprzedaży ilości pomp ciepła. W ubiegłym roku rynek pomp ciepła stosowanych do instalacji centralnego ogrzewania wzrósł o ok. +12%, zaś cały rynek pomp ciepła odnotował wzrost na poziomie ok. +4%. Z szacunków PORT PC wynika, że tylko w roku 2016 sprzedano łącznie ok. 23 000 szt. pomp ciepła (razem z systemami VRF).

W ubiegłym roku mocniejszym zainteresowaniem cieszyły się pompy ciepła typu powietrze/woda służące do ogrzewania (i często chłodzenia – rewersyjne) pomieszczeń. Ilość sprzedanych urządzeń w 2016 r. szacuje się na ok. 5 300 sztuk. Ich rynek w porównaniu do 2015 roku wzrósł o ok. 33%. Wiele wskazuje na to, że trend ten utrzyma się również w kolejnych latach. W grupie pomp ciepła do 20 kW wśród pomp ciepła typu split odnotowano wzrost na poziomie +35%, a sprzedaż pomp cie-



pła typu monoblok (o mocy poniżej 20 kW) wzrosła o ok. +38%. Aktualnie wśród pomp ciepła powietrze/woda udział urządzeń typu split stanowi ok. 62%, a urządzeń typu monoblok około 38%.

W ubiegłym roku sprzedaż w sektorze gruntowych pomp ciepła utrzymywała się na poziomie zbliżonym do roku 2015. Ilość sprzedanych w 2016 roku urządzeń oszacowano na około 4 900 sztuk, co w porównaniu do roku poprzedzającego, daje niewielki spadek sprzedaży na poziomie ok. -1%. Gruntowe pompy ciepła wciąż stanowią znaczny udział w rynku pomp ciepła służących do ogrzewania czy chłodzenia pomieszczeń. Warto zwrócić uwagę na zmiany rynku tych urządzeń w segmencie małych i większych mocy grzewczych. Spadek doty-

Tabela 1. Rynek pomp ciepła w 2016 r. w liczbach

Typ pomp ciepła	Zastosowanie	Zakres mocy	Sprzedaż w 2015 [szt.]	Sprzedaż w 2016 [szt.]	Tendencja
Powietrze/woda	tylko ogrzewanie	< 20 kW	1000	910	↓
		> 20 kW	120	260	↑↑
	rewersyjne	< 20 kW	2650	3850	↑↑
		> 20 kW	50	140	↑↑
	powietrze wyrzutowe	< 20 kW	90	50	↓↓
ciepła woda użytkowa	< 20 kW	8790	8440	↓	
Solanka/woda	ogrzewanie	< 20 kW	4240	3380	↓
		> 20 kW	570	520	↓
	rewersyjne	< 20 kW	100	960	↑↑
		> 20 kW	30	20	↓
Bezpośrednie odparowanie w gruncie/woda	tylko ogrzewanie	< 20 kW	550	440	↓
Woda/woda	tylko ogrzewanie	< 20 kW	60	60	→
		> 20 kW	30	10	↓↓
Suma:			18280	19040	↑

Tabela 2. Marki urządzeń dostępne w Polsce w podziale na typy pomp ciepła

Pompy ciepła typu solanka/woda	Alpha-innotec, Apic, Bect, Bosch, Buderus, Calor, Ciat, CTA, CTC, Daikin, Danfoss, De Dietrich, Dimplex, Ecoforest, Ecopower PPC, Ekotech, ExoTherm, Ferroli, Fonko, Galmet, GDH, Gebwell, Heliotherm, Hibernatus, IDM, IVT, Kita, Meeting, Neura, Nibe-Biawar, Ochsner, Robur, Silesia Term, Sofath, Vaillant, Vatra, Viessmann, Waterkotte, Weider, Winckler, Wolf
Pompy ciepła typu powietrze/woda	Alpha-innotec, Apic, Ariston, Atlantic, Auer, Bect, Blaupunkt, Bosch, Buderus, Calor, Ciat, Coolwex, CTA, CTC, Daikin, Danfoss, De Dietrich, Dimplex, Ekonair, Ekotech, Elektromet, Emmeti, ExoTherm, Ferroli, Flowair, Fonko, FUJITSU & CLINT, Galmet, GDH, Gejzer, Heliotherm, Hewalex, Hitachi, Hubomag, Hokkaido, IDM, Immergas, IVT, Junkers, Kasai, Keller, Kita, Kospel, LG, Meeting, Mitsubishi, Neura, Nexus, Nibe-Biawar, Nilan, Ochsner, Panasonic, Robur, Samsung, Silesia Term, Sinclair, Stiebel Eltron, Sofath, Sunex, Templari, Termet, Toshiba, Tweetop, Unical, Vaillant, Viessmann, Vitoco, Waterkotte, Weider, Weishaupt, Winckler, Wolf
Pompy ciepła typu VRF	Bosch, Fonko, Hitachi, Kasai, LG, Mitsubishi, Neura, Panasonic
Pompy ciepła gazowe (absorpcyjne i sprężarkowe)	Frapol, Panasonic, Robur, Yanmar, Aisin-Toyota
Polscy producenci pomp ciepła	Fonko, Frapol, Galmet, Hewalex, Hibernatus, Inverter, Silesia Term, Vatra

czy tylko urządzeń o mocy powyżej 20 kW – w tym segmencie sprzedaż spadła prawie o -30%, jednak rynek urządzeń o mocy grzewczych poniżej 20 kW w roku 2016 wzrósł o ok. +3%.

Największy udział wśród sprzedanych pomp ciepła w Polsce w 2016 r. stanowią powietrzne pompy ciepła służące do przygotowania ciepłej wody użytkowej, PORT PC szacuje, że w ubiegłym roku w Polsce producenci i dystrybutorzy tych urządzeń sprzedali łącznie ok. 8 400 szt., co stanowi blisko 40% całego rynku pomp ciepła. W porównaniu do roku 2015 ilość sprzedanych pomp ciepła tego typu nieznacznie spadła (o ok. -4%).

W przeprowadzonych badaniach rynku systemów grzewczo-chłodzących typu VRF oraz pomp ciepła typu powietrze/powietrze widać lekki wzrost rynku (ok. +3%). PORT PC szacuje, że w roku 2016 sprzedano ok. 4 tys. systemów VRF, jednak ze względu na niewielki udział firm sprzedających tego typu rozwiązania w tegorocznych badaniach, wyniki te należy traktować jako mogące nie oddawać realnych zmian rynku.

Łączna zainstalowana moc grzewcza sprężarkowych elektrycznych pomp ciepła została oszacowana na poziomie 202 MW w roku 2016, wobec 190 MW w 2015 roku.

W szacunkach rynku nie uwzględniono klimatyzatorów typu split i multisplit, które obok funkcji chłodzenia posiadają funkcję grzania. Spośród dostępnych w sprzedaży klimatyzatorów zaledwie 5-10% można traktować jako urządzenia z podstawową funkcją grzania (a nie chłodzenia). Szacuje się, że sprzedaż klimatyzatorów oscylowała w 2016 r. w okolicach 100 000 szt.

W badaniach rynku pomp ciepła nie zostały uwzględnione absorpcyjne i sprężarkowe, gazowe pompy ciepła. Producenci tych urządzeń szacują, że w 2016 r. w Polsce ich rynek zanotował niewielki spadek w stosunku do roku poprzedzającego. Moc zainstalowana pomp ciepła tego typu została oszacowana na poziomie 7,11 MW w roku 2016. Dla porównania w roku 2015 szacowana łączna moc zainstalowana gazowych pomp ciepła wynosiła 7,91 MW. Producenci przewidują znaczny wzrost sprzedaży tych urządzeń w roku 2017 na poziomie kilkunastu procent.

Przyczyny wzrostu rynku powietrznych pomp ciepła w Polsce

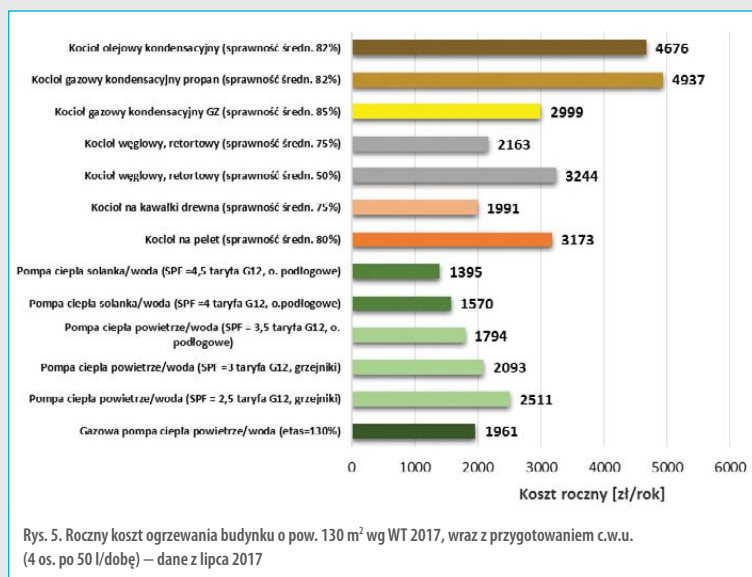
Szczególnego omówienia wymaga znaczny wzrost rynku pomp ciepła powietrze/woda w ostatnich dwóch latach (+70% w 2015 i +33% w 2016 r.) zarówno w przypadku sprężarkowych jak i absorpcyjnych pomp ciepła. W ostatnich latach w większości europejskich krajów proporcja sprzedaży powietrznych pomp ciepła w stosunku do sprzedaży gruntowych pomp ciepła oscyluje między 2:1 a 3:1. W 2016 r. proporcja sprzedaży w Polsce wynosiła 1:1.

Główne przyczyny wzrostu rynku powietrznych pomp ciepła w Polsce wg PORT PC:

- Jedną z głównych przyczyn jest widoczny wzrost zaufania zarówno wśród instalatorów, jak i klientów do tej technologii. Pompy ciepła powietrze/woda są dostępne w sprzedaży od kilkunastu lat. Ilość problemów instalacyjnych (początkowo niektóre powietrzne pompy ciepła miały problemy np. z funkcją odmrażania parowników) i serwisowych zdecydowanie spadła. Jest to również związane ze wzrostem jakości wykonywanych instalacji. Instalatorzy, montujący pompy ciepła wskazują na to, że każdy zadowolony klient posiadający pompę ciepła przyciąga w krótkim czasie kilku kolejnych.
- W ostatnich kilkudziesięciu, a szczególnie w kilkunastu latach widać też zmiany związane ze wzrostem temperatur zewnętrznych w sezonie grzewczym w Polsce. Ciepłe zimy i widoczne ocieplenie zachęcają do stosowania powietrznych pomp ciepła. Przy typowo dobieganym pompiach ciepła (temp. biwalentna wynosząca ok. -10°C) czasy pracy grzałki pompy powietrznej są minimalne i nie przekraczają kilkunastu, kilkudziesięciu godzin rocznie.
- Po wprowadzeniu nowych wymogów ErP/ELD w 2015 roku, pompy ciepła typu powietrze/woda stopniowo zastępują na rynku pozycję gazowych kotłów kondensacyjnych jako urządzenia grzewczego klasy premium. Po wycofaniu z produkcji i sprzedaży urządzeń niekondensacyjnych w 2015 roku (wyjątkiem jest ograniczona grupa dwufunkcyjnych kotłów atmosferycznych z klasą energetyczną C), kocioł kondensacyjny w krótkim czasie stał się dla klientów „zwykłym” kotłem gazowym. Maksymalna możliwa klasa energetyczna tego urządzenia w zakresie ogrzewania to klasa A. W świetle nowych wymogów dla kotłów na paliwa stałe najwyższa klasa dla najlepszego obecnie kotła na biomasę to klasa energetyczna B. Powietrzne pompy ciepła osiągają co najmniej klasę energetyczną A+, a w przypadku najlepszych rozwiązań klasę A++. Najwyższa możliwa klasa A+++ jest możliwa do osiągnięcia tylko dla najefektywniejszych gruntowych pomp ciepła (w zestawie z regulatorem pogodowym w odniesieniu do temperatury projektowej zasilania 55°C). Od września 2019 r. będzie możliwość pokazywania klasy energetycznej A+++ na etykietach produktów (obecnie jest to maksymalnie A++). W przypadku najefektywniejszych powietrznych pomp ciepła będzie możliwe osiągnięcie klasy A+++ (tylko w warunkach temperatury projektowej zasilania 35°C).
- Obowiązujące Warunki Techniczne WT 2017, które weszły w życie w styczniu 2017 roku, wprowadzają wysokie wymagania odnośnie współczynników przenikania ciepła przegród budowlanych oraz zwiększają wymogi jednostkowe-go wskaźnika energii pierwotnej EPmax. Wymagania te przyczynią się w większości przypadków do wzrostu stosowania wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła. W nowych budynkach będzie to powodować dalsze, znaczące obniżenie zapotrzebowania na ciepło. W konsekwencji będzie to mieć wpływ na szersze stosowanie powietrznych pomp ciepła.
- Od kilku lat widać tendencję do budowania małych domów jednorodzinnych o powierzchni ok. 130 m² i mniejszych. Jeżeli weźmie się pod uwagę wszystkie koszty pochodne związane z instalacją kotła gazowego czy kotła na biomasę, zastosowanie powietrznej pompy ciepła jest porównywalne w kosztach inwestycyjnych. W przypadku kotła gazowego należy uwzględnić koszty komin, kanałów wentylacyjnych i instalacji gazowej oraz przyłącza gazu. W przypadku zastosowania kotła na biomasę, oprócz ceny kotła (kotły V klasy lub spełniające wymogi ekoprojektu są stosunkowo drogie), należy doliczyć koszty bufora wody grzewczej wraz podłączeniem, koszty osprzętu podwyższającego temperaturę powrotu, pomieszczenia na opał, kotłowni. Do tego dochodzi problem braku miejsca na kotłowni w nowych budynkach, co może znacząco ograniczyć możliwość stosowania kotłów na paliwa stałe. Co jest warcie podkreślenia, koszt powietrznej pompy ciepła z montażem jest znacznie niższy od łącz-

nej ceny montażu kotła gazowego oraz osprzętu z kolektorami słonecznymi do przygotowania c.w.u. czy instalacją chłodzenia.

- Na wybór pomp ciepła powietrze/woda wpływ mają również niskie koszty eksploatacyjne w niewielkich, energooszczędnych budynkach. Dobitnie pokazuje to symulacja (rys. 5.) kosztów centralnego ogrzewania i koszty przygotowania ciepłej wody dla budynku jednorodzinny o pow. 130 m² wykonanego w standardzie warunków technicznych z 2017 roku (WT 2017) oraz przy założeniu zużycia ciepłej wody użytkowej na poziomie 200 l/dobę o temperaturze 55°C. Zastosowanie powietrznej pompy ciepła pod względem kosztów eksploatacyjnych jak i całkowitych kosztów rocznych wydaje się optymalnym zastosowaniem. W przypadku zastosowania dobrej klasy pomp ciepła z instalacją ogrzewania podłogowego, możliwe jest uzyskanie współczynnika efektywności około SPF=3,5. W przypadku zastosowania ogrzewania grzejnikowego z temp. projektową 55/45°C wartość będzie blisko przedziału SPF 2,5÷3,0. Ostatnie badania efektywności instalacji z nowo zamontowanymi pompami ciepła przeprowadzonymi przez instytut Fraunhofer ISE „Monitor PC” pokazują, że średnia wartość SPF gruntowych pomp ciepła wynosi 4,2 a powietrznych pomp ciepła 3,2. Co ciekawe rozróżnienie wartości współczynnika SPF wynosi od 2,1 do 5,1 dla gruntowych pomp ciepła i od 2,2 do 4,2 przy powietrznych pompach ciepła. Przy założeniu, że pompa ciepła jest w stanie osiągnąć wsp. SPF=3,5, oszczędności energii w stosunku do kotła gazowego sięgają 40%, w przypadku wsp. SPF=3,0 jest to ok. 30%.
- Spadek cen i wzrost efektywności technologii w ostatnich latach. Szczególnie widoczne spadki cen widać na rynku powietrznych pomp ciepła typu split, ale również na rynku urządzeń monoblokowych. Cena transakcyjna netto (bez VAT) dla klienta końcowego w średnim segmencie cenowym sięga przedziału 17 000÷26 000 PLN (moc pompy ciepła dot. mocy ok. 8 kW dla parametrów A2W35). Szczególnie duże wzrosty rynku pomp ciepła widoczne są w tym segmencie cenowym.
- W ostatnich kilku latach nastąpiły wzrosty efektywności nowych pomp ciepła. Ponad 10 lat temu wymogi Ecolabel dla powietrznych pomp ciepła wskazywały, że efektywna pompa ciepła powinna mieć wsp. COP dla parametrów A2W35 wynoszący min. 3,1. Obecnie najbardziej efektywne pompy ciepła powietrze/woda są w stanie osiągnąć wartość COP powyżej 4,0 (4,1÷4,3 dla A2W35). Jest to związane między innymi, ze zmianą stosowanych czynników chłodniczych, stosowaniem bardziej efektywnych sprężarek, elektronicznych zaworów rozprężnych, dużo bardziej efektywnych wentylatorów i pomp obiegowych czy lepszych algorytmów odszraniania parowników.
- Zastosowanie techniki inwerterowej w sprężarkach powietrznych pomp ciepła pozwala stosować bufor wody grzewczej o niewielkiej pojemności rzędu 40÷60 litrów (w przypadku typowych budynków jednorodzinnych). Przy założeniu, że bufor powinien być dobrany tak, aby pompa ciepła mogła pracować min. 5÷10 min., przy dobrym doborze pompy ciepła ze sprężarką inwerterową nadwyżka mocy nad poborem ciepła c.o. w temperaturze powietrza zewnętrznego +10°C wynosi tylko 2÷3 kW. Przy założeniu, że pojemność bufora powinna wynosić ok. 20 l/kW nadwyżki mocy pompy ciepła, otrzymujemy ok. 40÷60 litrów pojemności buforów. Funkcję dostawy ciepła potrzebnego do odszraniania może dostarczyć źródło szczytowe ciepła czyli grzałka elektryczna. Zastosowanie tak małych buforów c.o. ułatwia możliwość zabudowy urządzeń i pozwala na szersze stosowanie pomp ciepła.
- Obecnie stosowane inwerterowe sprężarki pozwalają na pracę przy niższych temperaturach zewnętrznych i większej mocy, co pozwala obniżyć punkt biwalentny (równowagi mocy pompy ciepła i zapotrzebowania mocy). Pozwala to znacznie obniżyć czas pracy grzałki nawet do kilkunastu, kilkudziesięciu godzin na sezon grzewczy.



- Zdecydowana większość oferowanych powietrznych pomp ciepła w 2016 r. to urządzenia rewersyjne, czyli takie, które mogą zarówno ogrzewać, jak i chłodzić budynki. Chłodzenie budynków jest możliwe zarówno przez instalację ogrzewania płaszczynowego (ogrzewanie podłogowe, ściennie, sufitowe), jak i przez dodatkowe zastosowanie w instalacji klimakonwektorów. Jeszcze w 2015 r. udział sprzedawanych rewersyjnych powietrznych pomp ciepła w Polsce był stosunkowo niewielki w nowych budynkach o dobrej izolacji i dużym udziale zewnętrznym i wewnętrznym zysków ciepła. Zwiększenie wymogów cieplnych i energetycznych dla nowych budynków w WT 2017 i WT 2021 roku oraz coraz cieplejsze okresy letnie będą zwiększać potrzebę stosowania chłodzenia w nowych budynkach.
- Ważnym argumentem jest możliwość efektywnej współpracy pompy ciepła z instalacją fotowoltaiczną. Udział wykorzystywanej energii elektrycznej z PV w ramach konsumpcji własnej może sięgać ok. 20÷30% rocznego zapotrzebowania energii elektrycznej pompy ciepła. W przypadku zastosowania systemu tzw. „upustu”, można dosyć prosto zrealizować budynki około-zeroenergetyczne z niskimi kosztami ogrzewania, ciepłej wody czy chłodzenia (tylko comiesięczne opłaty stałe za energię elektryczną). Szczególnie korzystne jest połączenie funkcji chłodzenia pompy ciepła (poprzez klimakonwektory lub chłodzenie płaszczynowe) w połączeniu z pracą instalacji fotowoltaicznej oraz pracy pompy ciepła na potrzeby ciepłej wody użytkowej. W obydwu przypadkach wzrasta udział konsumpcji własnej energii z instalacji fotowoltaicznej.
- W ostatnich latach istotnie zwiększyła się ilość firm instalacyjnych oferujących i montujących powietrzne pompy ciepła. Wiele firm szkoli intensywnie instalatorów i projektantów systemów grzewczych. Jednocześnie pojawiają się sygnały, że nastąpiła częściowa migracja instalatorów montujących gruntowe pompy ciepła w kierunku stosowania powietrznych pomp ciepła. W przypadku montażu pompy ciepła, instalator odpowiada przed inwestorem za całość inwestycji, również za dolne źródło ciepła. W przypadku gdy nie współpracuje stale z firmą wykonującą odwierty i montującą pionowe gruntowe wymienniki ciepła, zwiększa to ryzyko problemów. Również instalatorzy montujący wentylację mechaniczną lub klimatyzatory zaczynają coraz częściej montować pompy ciepła powietrze/woda.
- W wielu przypadkach trudno jest zamontować gruntową pompę ciepła w nowym budynku jednorodzinny czy wielorodzinny. Mimo istotnych zalet takich rozwiązań jak

np. faktu, że dolne źródło może pracować bezawaryjnie ponad 50 lat (najczęściej około 80-100 lat), czy możliwości prawie darmowego chłodzenia (chłodzenia pasywnego), często zdarzają się sytuacje, w których trudno jest zastosować pompę ciepła z gruntowym wymiennikiem ciepła. Jednym z powodów może być zbyt późny etap budowy, brak miejsca na dojazd wiertnicy czy na ułożenie poziomego gruntowego wymiennika ciepła. Jest to również niezwykle trudne w sytuacji założonego ogrodu przy budynku jednorodzinny czy w przypadku zabudowy szeregowej budynków. Umieszczenie jednostki zewnętrznej powietrznej pompy ciepła, najczęściej przy budynku nie stanowi już takiego problemu.

- Podobnie jak w 2015 roku, również i w 2016 roku miało miejsce znaczne zwiększenie rynku inwestycyjnego w tym segmencie urządzeń, szczególnie w zakresie osiedli budynków jednorodzinnych. W 2016 roku zanotowano znaczny wzrost zainteresowania układami pompy ciepła z systemem fotowoltaicznym zarówno w budynkach jednorodzinnych, jak i wielorodzinnych.
- Pompy ciepła już teraz mogą konkurować kosztowo z kotłami na paliwa stałe, szczególnie w nowych budynkach (uwzględniając koszty budowy kotłowni i magazynów opału), co warto podkreślić, bez powodowania żadnej niskiej emisji zanieczyszczeń powietrza. W przyszłości pompy ciepła mają szansę zastąpić znaczną część rynku kotłów na paliwa stałe. Temperatury zewnętrzne, do których pracują pompy ciepła sięgają -22°C do -28°C . Przy tak niskich temperaturach jest możliwe uzyskiwanie temperatur wody grzewczej $+60^{\circ}\text{C}$, 65°C , ale są też technologie, które pozwalają osiągać temperatury nawet 75°C !
- Powietrzne pompy ciepła do przygotowania ciepłej wody trafiły już „pod strzechy”. Można je nabyć prawie w każdym sklepie z osprzętem instalacyjnym w Polsce. Jeszcze parę lat temu widok pomp ciepła w takich miejscach należał do rzadkości. Popularyzacja tych urządzeń również ma istotne przełożenie na większe zainteresowanie klientów pompami ciepła do celów ogrzewania.

Potencjał rozwoju produkcji pomp ciepła w Polsce

PORT PC szacuje, że duży potencjał rozwoju rynku produkcji dla krajowych producentów pomp ciepła stanowią grun-

towe pompy ciepła o mocy powyżej 50 kW. W chwili obecnej ok. 20% gruntowych pomp ciepła o mocy powyżej 50 kW sprzedawanych w Polsce to pompy ciepła produkowane w naszym kraju. Przy wprowadzeniu powszechnych programów wsparcia, udział ten może wzrosnąć do ponad 40%. Warto mieć na uwadze fakt, że większość elementów systemu z pompą ciepła (ponad 80% całej wartości) może być wykonana z elementów pochodzenia krajowego (około 50% elementów z samej pompy ciepła, dolne źródło, wiercenia). Również w takim przypadku marża pozostanie w kraju. Wsparcie tego segmentu może spowodować powstanie zakładów produkcyjnych pomp ciepła. Podobnie jak stało się to w przypadku producentów kolektorów słonecznych w Polsce. PORT PC sugeruje też wsparcie produkcji polskich producentów pomp ciepła typu powietrze/woda. Produkcja pomp ciepła tego typu w Polsce odbywa się w małej skali, jednak przy odpowiednim wsparciu rynek tych urządzeń ma szansę mocno się rozwinąć. Wg szacunków PORT PC i EHPA, przy prognozowanej ilości pracujących w Polsce pomp ciepła w 2030 roku na poziomie ok. 688 tys. szt. w wariantcie realistycznym (wariant A) lub ok. 1 mln szt. w wariantcie optymistycznym (wariant B) w sektorze produkcji, instalacji i serwisu tych pomp ciepła w Polsce będzie zatrudnionych od ok. 9 600 osób (wariant A) do ok. 14 500 osób (wariant B).

Udział rynku pomp ciepła w rynku urządzeń grzewczych w 2016 roku

Rynek pomp ciepła stopniowo rośnie, jednak ich udział w rynku urządzeń grzewczych wciąż jest relatywnie niski. Łączny rynek kotłów gazowych w Polsce w 2015 r. szacuje się na poziomie 150 tys. szt., z czego kotły wiszące stanowią ok. 98%. – około 2% stanowią stojące kotły gazowe. Organizacje pozarządowe szacują, że rocznie na 200 tys. sprzedanych kotłów węglowych ok. 140 tys. stanowią tanie, o niskich standardach emisyjnych.

Warto zwrócić uwagę na to, że łączna ilość pomp ciepła (służących do centralnego ogrzewania) sprzedanych w roku 2016 przekroczyła ponad dwukrotnie łączną ilość stojących kotłów gazowych i olejowych sprzedanych w tym samym okresie.

PORT PC zakłada, że w przypadku zastosowania pomp ciepła w budynkach jednorodzinnych w Polsce w 2016 roku udział pomp ciepła w nowych budynkach jednorodzinnych wynosił ok. 10%. Jeszcze w 2011 roku udział ten szacowany był na poziomie poniżej 4%. Wciąż jednak jest on wielokrotnie niższy niż

Tabela 3. Aktualne bariery związane z rozwojem rynku pomp ciepła

Bariery informacyjne i edukacyjne	Brak ogólnopolskiej kampanii informacyjnej o pompach ciepła; Rozpowszechniona „błędna wiedza/mity” o pompach ciepła; Zmiany technologiczne w pompach ciepła następują o wiele szybciej niż typowy przekaz informacji; Brak wiedzy o pompach ciepła wśród urzędników administracji publicznej, specjalistów branżowych, decydentów
Bariery prawne	Duże i szybkie zmiany w zakresie prawodawstwa europejskiego związane z technologią pomp ciepła; Niewystarczająca ilość stosownych przepisów i rozporządzeń wspierających zastosowanie pomp ciepła w Polsce; Brak jednolitych wytycznych (warunków technicznych) dotyczących technologii pomp ciepła; Brak norm dotyczących pomp ciepła w języku polskim
Brak wsparcia finansowego	Brak specjalnych (dedykowanych) taryf energetycznych dla pomp ciepła; Technologia pomp ciepła najmniej wspierana finansowo spośród wszystkich technologii grzewczych korzystających z OZE w Polsce; W przypadku pojedynczych programów wsparcia brak jednoznacznych kryteriów jakościowych i ilościowych (konieczność opieki merytorycznej)
Otoczenie rynku pomp ciepła w Polsce	Brak polskich programów badawczych badających realną efektywność pomp ciepła (pomiar współczynnika SPF w budynkach jednorodzinnych); Zbyt mała współpraca uczelni technicznych z przemysłem; Brak polskiego certyfikowanego instytutu badawczego zajmującego badaniem efektywności pomp ciepła; Niedobór fachowej kadry (studia kierunkowe: pompy ciepła)
Praktyka wykonywanych instalacji z pompami ciepła	Znaczna liczba problemów systemowych (niewysuszone budynki, błędy budowlane itp.) rzutujących na wizerunek pomp ciepła; Ciągłe występujące błędy instalacyjne; Znaczna liczba firm „garażowych” i importerów bez zapewnienia prawidłowej opieki serwisowej; Brak instytucji odwoławczych dla klientów w zakresie reklamacji jakości

w takich krajach jak Szwecja (ok. 90%), Szwajcaria (ponad 80%), Austria (ok. 80%) czy Niemcy (ok. 33%).

Rekomendacje dla decydentów

Zdaniem PORT PC, aby polski rynek pomp ciepła mógł się poprawnie rozwijać, konieczne jest przeprowadzenie kampanii informacyjnej o pompach ciepła. Nasze doświadczenia wskazują na stosunkowo małą znajomość tej technologii wśród Polaków.

Niezwykle skutecznym i sprawdzonym rozwiązaniem wspierającym rozwój rynku pomp ciepła byłoby wprowadzenie trwałych i stabilnych tarif elektrycznych dedykowanych pompom ciepła i innym urządzeniom grzewczym w Polsce. To rozwiązanie skutecznie zostało zastosowane m. in. w Czechach, gdzie jest ono równocześnie skutecznym narzędziem w likwidacji niskiej emisji zanieczyszczeń powietrza. Zdaniem PORT PC, specjalna tarifa powinna zapewnić 20 h taniej energii na dobę, a nie tak jak jest to obecnie tylko ok. 10 h taniej energii na dobę. Przykładem dobrej antysmogowej taryfy jest G13 stosowana przez firmę Tauron.

Według szacunków PORT PC istnieje duży potencjał wykorzystania pomp ciepła w istniejących budynkach jednorodzinnych. Szacujemy, że istnieje możliwość zastosowania pomp ciepła w około 45÷50% budynków jednorodzinnych w Polsce. Dodatkowe wsparcie stosowania pomp ciepła umożliwiłoby zrealizowanie optymistycznego wariantu rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce (wariant B) i osiągnięcie poziomu **1 mln urządzeń w zasobie w 2030 roku**. Przyczyniłoby się również do znacznego rozwoju produkcji pomp ciepła w Polsce.

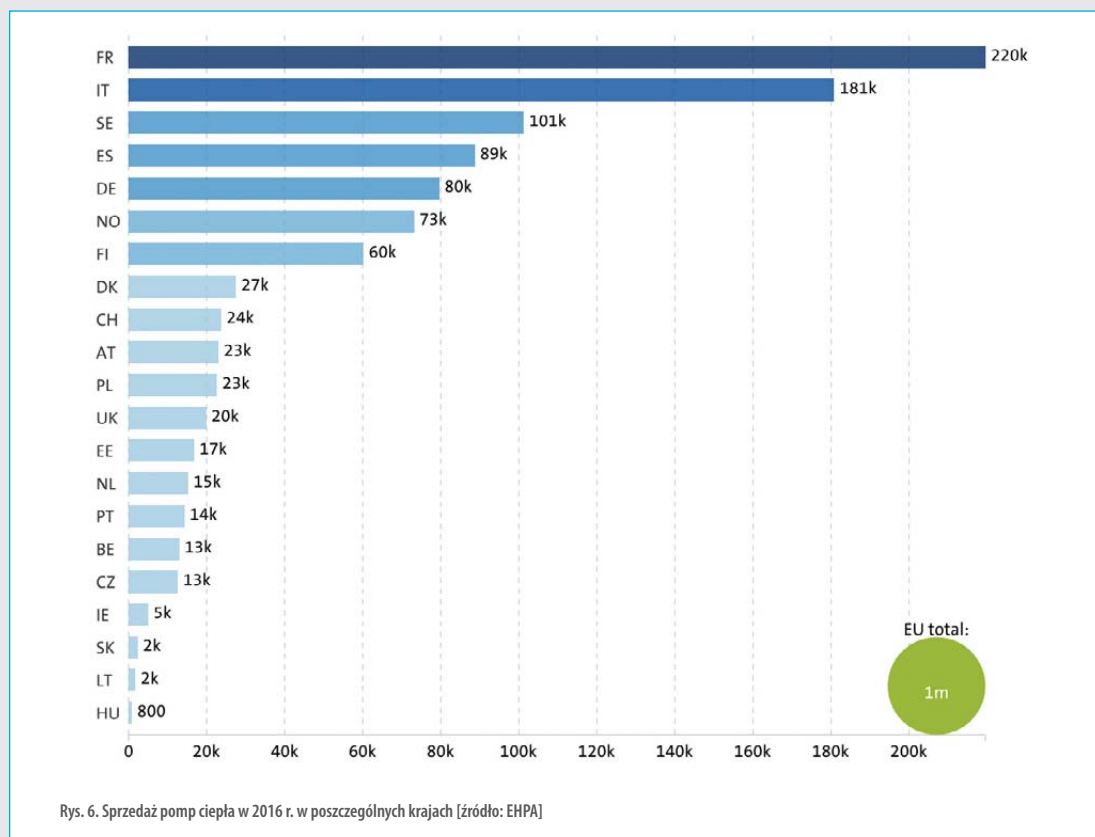
PORT PC uważa, że konieczne jest wprowadzenie zmian w prawie budowlanym. Zmian, które mogłyby skutecznie promować układy pomp ciepła w nowych budynkach, a szczególnie w połączeniu z fotowoltaiką. Jest to związane z powiązaniem istniejącego opustu stosowanego w domowych instalacjach fotowoltaicznych (mikroinstalacjach).

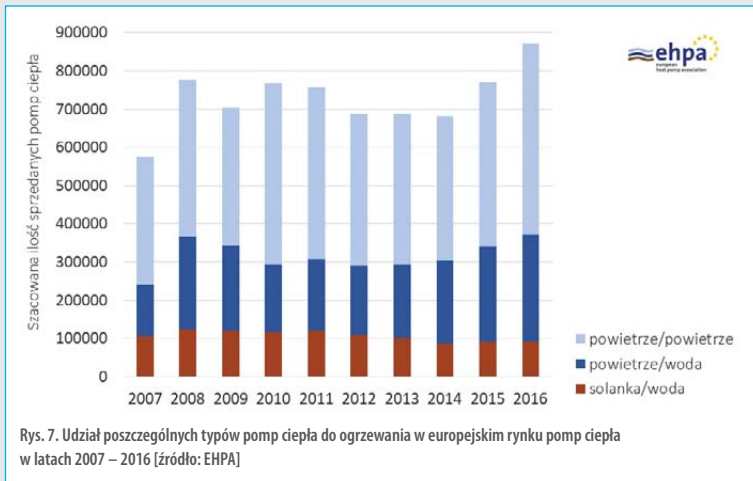
Zdaniem PORT PC konieczne jest zmniejszenie współczynnika nakładu energii pierwotnej dla energii elektrycznej z sieci elektrycznej do wartości 2,5 i zmiany w określaniu tego współczynnika dla domowych systemów z fotowoltaiką wykorzystujących tzw. opust (netmetering ze wsp. 0,8 do 10 kWp mocy elektrycznej i 0,7 powyżej 10 do 40 kWp mocy elektrycznej).

Wysokie stężenia zanieczyszczeń pyłowych w powietrzu atmosferycznym to wyzwanie, z którym boryka się nie tylko Polska. Jest to również bardzo istotny problem w Chinach, w których od lat podejmuje się szereg inicjatyw by podnieść jakość powietrza. **Rząd chiński postanowił m.in. wesprzeć pompy ciepła jako kluczową technologię w walce ze smogiem i niską emisją zanieczyszczeń w rejonie Pekinu**. Co ważne, początkowo w 2015 roku postawiono na stosowanie elektrycznych kotłów grzewczych. Po roku realizacji programu „Coal to electricity” nastąpiła istotna zmiana w podejściu. Postawiono na szerokie stosowanie powietrznych pomp ciepła, gdyż są one najbardziej efektywne spośród dostępnych technologii grzewczych, a co najważniejsze nie obciążają dodatkowo istniejącej sieci elektroenergetycznej. Chińskie stowarzyszenie branżowe wspierające rozwój pomp ciepła (CHPA) szacuje, że w samym Pekinie w 2016 roku zainstalowano 180 000 sztuk pomp ciepła typu powietrze/woda. W roku 2017 przewidywane jest co najmniej podwojenie tej liczby. Rząd chiński zapewnia dotacje do każdego urządzenia na poziomie 2 300 USD/urządzenie.

Zdaniem PORT PC przykład chiński jest przykładem godnym do naśladowania w polskich warunkach, gdzie ponad 80% budynków jednorodzinnych jest poza ścisłym centrum miast i poza zasięgiem klasycznych sieci ciepłowniczych.

Wg analiz przeprowadzonych przez PORT PC zastosowanie pomp ciepła w budynkach jednorodzinnych i wielorodzinnych zapewnia najniższe łączne koszty roczne (suma kosztów paliwa, serwisowych i inwestycyjnych). Zdaniem PORT PC ważnym zadaniem jest dobra współpraca z bankami oraz możliwość obniżenia stopy procentowej kredytu w przypadku zastosowania





pomp ciepła lub też układów pompy ciepła z instalacją fotowoltaiczną.

Polski rynek pomp ciepła na tle rynków innych krajów UE

W stosunku do innych krajów Unii Europejskiej polski rynek pomp ciepła znajduje się w początkowej fazie rozwoju. W 2016 r. najwięcej pomp ciepła sprzedano we Francji (ok. 220 tys. szt.) i Włoszech (ok. 181 tys. szt.). Warto zauważyć że wśród największych rynków pomp ciepła znajdują się również kraje skandynawskie (Szwecja, Norwegia, Finlandia), obalając tym samym mit ograniczonych możliwości stosowania pomp ciepła w klimacie chłodnym. Wg statystyk Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA) w 21 krajach europejskich objętych badaniem, w 2016 r. pracowało ok. 4,5 mln pomp ciepła. Dzięki nim udało się zaoszczędzić ok. 27,2 Mt CO₂. Pompy ciepła wyprodukowały 106 TWh energii odnawialnej, a branża pomp ciepła zatrudniała w ubiegłym roku ok. 54 tys. osób.

Polska na tle krajów uwzględnionych w badaniach EHPA zajmuje 10 miejsce pod względem ilości sprzedanych urządzeń (rys. 6.), a sprzedaż w Polsce stanowi zaledwie 2,2% europejskie-



Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) to stowarzyszenie branżowe, którego celem jest wzmocnienie wizerunku technologii pomp ciepła poprzez stworzenie systemu zarządzania jakością, opracowywanie i wdrażanie standardów technicznych oraz certyfikację.

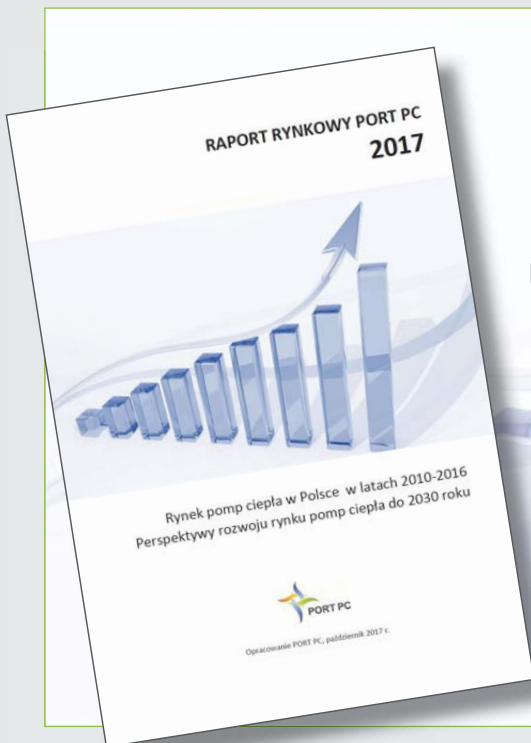
PORT PC od 2012 roku jest członkiem Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA) z siedzibą w Brukseli. Ponadto współpracuje z europejskimi organizacjami branżowymi m.in. niemieckie BWP czy szwajcarskie FWS, Instytutem Fraunhofera ISE oraz uczelniami wyższymi m.in. Politechniką Warszawską, Politechniką Wrocławską, Politechniką Krakowską i Akademią Górniczo-Hutniczą. Zapraszamy firmy z branży do wspólnej pracy nad rozwojem rynku oraz do przystąpienia do Stowarzyszenia.



Paweł LACHMAN
Prezes Zarządu PORT PC

go rynku pomp ciepła. Wskaźnikiem, który w przejrzysty sposób pozwala porównać rynek pomp ciepła w poszczególnych krajach jest ilość pomp ciepła zainstalowanych w roku 2016 w przeliczeniu na 1000 gospodarstw domowych. W tym rankingu Polska – z ilością 1,6 pomp ciepła na 1000 gospodarstw domowych zajmuje 17 miejsce (wśród 21 krajów). Dla porównania w Norwegii wskaźnik ten wyniósł w 2016 r. 33 – czyli statystycznie pompa ciepła została zainstalowana w 3% gospodarstw domowych.

Wśród 21 krajów objętych badaniem rynku EHPA, na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat rośnie sprzedaż pomp ciepła typu powietrze woda (rys. 7.). W 2016 r. stosunek pomp ciepła typu solanka/woda wynosił w przybliżeniu 3:1. Wiele wskazuje na to, że proporcja ta będzie się pogłębiać z korzyścią dla pomp ciepła powietrze/woda. Podobny trend od kilku lat obserwowany jest w Polsce, jak również w krajach skandynawskich charakteryzujących się chłodnym klimatem.



POBIERZ BEZPŁATNIE RAPORT RYNKOWY PORT PC 2017

Raport zawiera:

- Rynek pomp ciepła w Polsce – stan obecny i historia
- Prognozy rozwoju rynku pomp ciepła w Polsce do roku 2030
- Analiza dostępnych taryf i rekomendowana taryfa elektryczna
- Pompy ciepła – system ciepłowniczy przyszłości

Pobierz bezpośrednio:



www.portpc.pl

Pompy ciepła i kolektory słoneczne w instalacjach ciepłej wody

GRZEGORZ KRZYŻANIAK

W pracy scharakteryzowano pompy ciepła z wybranymi dolnymi źródłami ciepła. Porównano opłacalność ich zastosowania jako źródeł ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej w instalacjach pojemnościowych budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych, uwzględniając w analizie dodatkowo kolektor słoneczny i kocioł gazowy. Rozważania oparto o wyznaczenie kosztów stałych, zmiennych i całkowitych dla poszczególnych rozwiązań.

Obecnie dominującymi w Polsce źródłami ciepła dla instalacji centralnego ogrzewania i ciepłej wody użytkowej są kotłownie lub węzły ciepłownicze zasilane z elektrociepłowni pracujących w oparciu o spalanie paliw konwencjonalnych, głównie węgla kamiennego i gazu ziemnego. Przy istniejących zasobach paliw kopalnych oraz obecnym poziomie ich zużycia, a także wzroście zapotrzebowania na energię spowodowaną rozwojem technologicznym szacuje się, że zasoby gazu ziemnego wystarczą na 50 lat, ropy naftowej na 40 lat, natomiast węgla na 200 lat [4]. W wyniku spalania paliw kopalnych emitowane są do atmosfery ogromne ilości CO₂, SO₂, czy też tlenków azotu NO_x. Środowisko naturalne nie może wchłonąć tych produktów spalania bez występowania skutków ubocznych, głównie globalnego ocieplenia klimatu, kwaśnych deszczów oraz smogu. W celu ograniczenia tych szkodliwych zjawisk, w „Polityce energetycznej Polski do roku 2030” jako jeden z celów przyjęto wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii, co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku. Niekonwencjonalne źródła energii mają ogromny potencjał energetyczny, zatem warto poszukiwać efektywnych rozwiązań ich wykorzystania. Przedmiotem artykułu jest analiza opłacalności zastosowania pomp ciepła oraz kolektora słonecznego jako źródeł ciepła do przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) w pojemnościowych instalacjach ciepłej wody użytkowej w budynkach mieszkalnych.

Zastosowanie pomp ciepła z różnymi dolnymi źródłami ciepła do podgrzewania ciepłej wody

Pompa ciepła jest to urządzenie umożliwiające przepływ ciepła z dolnego źródła o temperaturze niższej do środowiska o temperaturze wyższej, przy wykorzystaniu energii napędowej. Zasadę działania sprężarkowej pompy pokazano na rysunku 1.

Efektywność energetyczną pompy ciepła charakteryzuje współczynnik wydajności grzejnej COP wyrażony zależnością:

$$COP = Q_k / P_n \quad (1)$$

gdzie:

Q_k – moc grzewcza uzyskana w skraplaczu, [kW]

P_n – energia napędowa sprężarki, [kW]

COP ma tym większą wartość, im mniejsza jest różnica temperatury między dolnym i górnym źródłem ciepła. Im wyższy jest współczynnik COP, tym bardziej ekonomiczna jest praca pompy ciepła. W praktyce sprężarkowe pompy ciepła uzyskują COP na poziomie 2,5÷3,5 i wyższe, a decyduje o nim głównie rodzaj dolnego źródła ciepła.

Obecnie często wykorzystywanym dolnym źródłem ciepła w pompach ciepła jest grunt. Temperatura gruntu jest ustabilizowana w ciągu roku, na głębokości około 2,0 m oscyluje w granicach 6÷15°C; natomiast na głębokości 10 m jest stała i w przybliżeniu równa 10°C. Ilość ciepła, jaką można pozyskać jest zależna od rodzaju i wilgotności gruntu. Do pozyskiwania ciepła stosuje się zarówno poziome jak i pionowe kolektory gruntowe (rys. 2). Wymiennik ciepła w postaci płaskiego, poziomego kolektora gruntowego powinien być umieszczony około 20 cm poniżej strefy przemarzania, praktycznie jest to głębokość 1,2 do 1,5 m. Każde zwiększenie głębokości jest związane z pozyskaniem większej ilości ciepła, ale również rosną przy tym koszty inwestycyjne. Średnice wewnętrzne rur wykonanych z tworzywa sztucznego wynoszą od 20 do 40 mm, a długość jednej sekcji węzłownicy nie powinna ze względów hydraulicznych przekraczać 100 m. Pionowe sondy gruntowe wykonuje się najczęściej z rur z tworzywa sztucznego (PE-HD, PB) i umieszcza w odwiertach, formując je w kształt litery U [1]. Sondy pionowe są droższym rozwiązaniem, z uwagi na konieczność wykonania odwiertów, które niekiedy w związku z jednostkową wydajnością cieplną gruntu wymagają odwiertów aż do głębokości 200 m. Pionowe sondy gruntowe gwarantują większą stabilność w dostarczaniu ciepła oraz są rozmieszczone na znacznie mniejszej powierzchni niż kolektory poziome [5]. Nośnikami ciepła w obu rodzajach kolektorów po stronie dolnego źródła ciepła jest najczęściej roztwór glikolu.

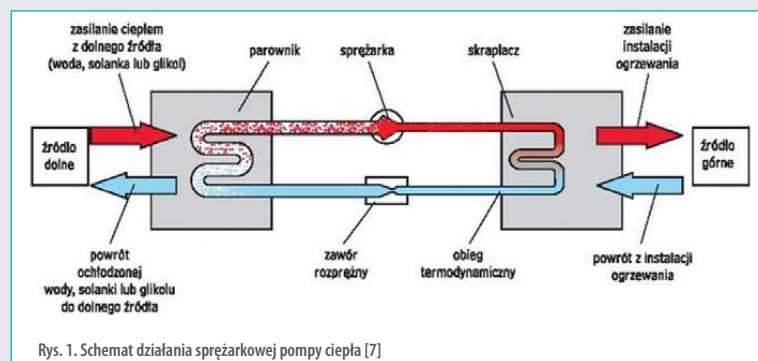
Znacznie rzadziej stosowane są pompy ciepła z odparowaniem bezpośrednim, w których nie występuje tradycyjny wymiennik gruntowy, a parownik pompy stanowią umieszczone w gruncie miedziane rury napełnione czynnikiem chłodniczym. Rozwiązanie to przyczynia się do zwiększenia współczynnika efektywności energetycznej, dzięki brakowi dodatkowego obiegu nośnika ciepła (glikolu), w tym wymiennika ciepła i pompy obiegowej kolektora gruntowego. Konstrukcja ta obarczona jest ryzykiem korozji.

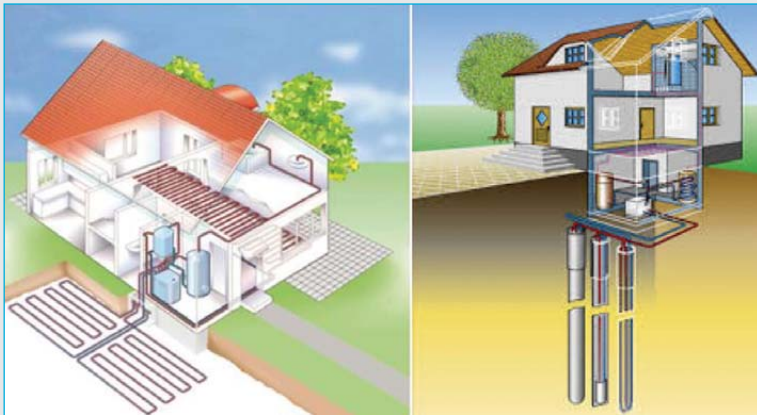


O AUTORZE

dr inż. Grzegorz KRZYŻANIAK

Politechnika Poznańska,
Instytut Inżynierii Środowiska,
Zakład Ogrzewnictwa Klimatyzacji i Ochrony Powietrza



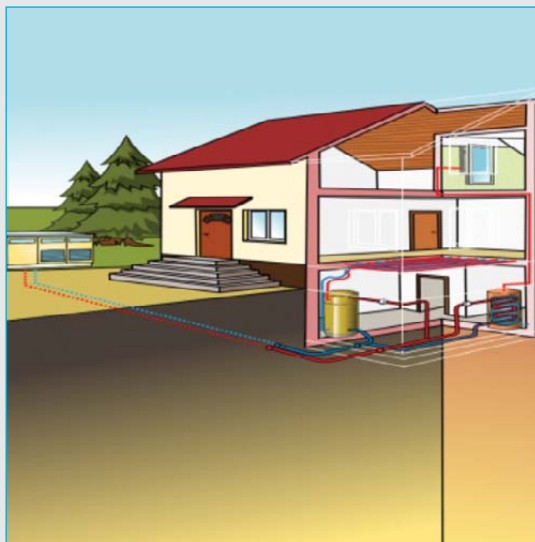


Rys. 2. Schemat instalacji pompy ciepła z poziomym kolektorem gruntowym oraz z pionowymi sondami gruntowymi [6]



Rys. 3. Schemat pompy ciepła typu woda-woda z sondami pionowymi [6]

czona jest licznymi wadami. Parownik musi składać się z dużej liczby miedzianych rurek, które są osłonięte specjalną, wykonaną z tworzywa sztucznego osłoną, co przyczynia się do zwiększenia kosztów. Pompa z bezpośrednim odparowaniem powinna być zlokalizowana możliwie blisko miejsca poboru ciepła, na zewnątrz obiektu, co powoduje dodatkowe straty ciepła. Na skutek nieszczelności może dojść do „wypływu” czynnika chłod-



Rys. 4. Schemat pompy ciepła typu powietrze-woda [6]

niczego do gruntu, a ponowne napełnienie możliwe jest dopiero po zlokalizowaniu wycieku i uszczelnieniu obiegu.

Kolejne dolne źródła ciepła, jakie mogą być zastosowane to wody gruntowe, w. głębinowe, w. powierzchniowe czy w. geotermalne. Wody gruntowe i głębinowe cechują się zmiennością temperatury w zakresie 8÷12°C. Woda gruntowa pobierana jest ze studni czerpalnej (zasilającej), następnie w parowniku oddaje ciepło czynnikowi chłodniczemu krążącemu w obiegu pompy ciepła, schładza się i jest odprowadzana do studni chłonnej (zrzutowej). Studnie (rys. 3.) są jednak rozwiązaniem kosztownym inwestycyjnie. Wydajność studni, zależna od lokalnych warunków gruntowych powinna zapewnić ciągłość przepływu wody w nominalnych warunkach pracy pompy ciepła. Woda powinna charakteryzować się odpowiednim składem chemicznym, głównie niewielką zawartością żelaza, które wpływa na proces zamulania studni zrzutowej [2]. Układ musi być szczelny, aby na skutek kontaktu wody z powietrzem nie dochodziło do utleniania i odkładania żelaza. Na ściankach studni może się odkładać szlam. Z wód powierzchniowych jako dolnego źródła ciepła pozyskuje się ok. 20 W/mb przy średniej temperaturze w ciągu roku około 5°C i zakładanym spadku temperatury w parowniku 2÷3 K.

Kolejnym typem urządzeń pozyskujących energię ze źródeł niskotemperaturowych są pompy ciepła typu powietrze-woda (rys. 4.). Moc cieplna tych pomp jest ściśle związana z temperaturą powietrza i zwiększa się wraz z jej wzrostem. W pompach ciepła powietrze-woda można pozyskiwać ciepło nawet przy bardzo niskich temperaturach powietrza. Zaletą tego rozwiązania jest dostępność powietrza oraz niższe nakłady finansowe na prace instalacyjno-budowlane. Pompa ta charakteryzuje się jednak niższym współczynnikiem wydajności grzewczej niż pompy ciepła typu roztwór glikolu-woda i woda-woda. Wadą tej pompy ciepła jest hałas towarzyszący pracy wentylatora oraz możliwość obładzania parownika, gdy temperatura zewnętrzna spadnie poniżej 0°C. Zamarzanie parownika blokuje przepływ powietrza i spadek wydajności cieplnej pompy ciepła. Do odmrażania wykorzystuje się grzałki elektryczne lub odwrócony obieg w pompie ciepła, co jest związane ze zużyciem dodatkowej ilości energii.

Instalacja ciepłej wody zasilanej pompą ciepła – przykład

Przykładowy schemat cieplny układu podgrzewania ciepłej wody w pojemnościowym podgrzewaczu ciepłej wody z zastosowaniem pompy ciepła pokazano na rysunku 5. W tym przypadku pompa ciepła współpracuje z pionowym kolektorem gruntowym jako dolnym źródłem ciepła. Woda podgrzana w skraplaczu pompy ciepła za pomocą pompy ładującej jest przetłaczana przez węzłownicę podgrzewacza pojemnościowego, w którym spełnia rolę czynnika grzejnego dla zimnej wody wodociągowej. Ciepła woda podgrzana w podgrzewaczu jest kierowana bezpośrednio do instalacji. W dużych instalacjach, w budynkach wielorodzinnych stosuje się system cyrkulacji, którego zadaniem jest zapewnienie odbiorcy w punkcie poboru wody o odpowiedniej temperaturze, tuż po otwarciu wypływu. W przedstawionym przykładzie (rys. 5.) pompa ciepła jest jedynym źródłem ciepła do podgrzewania ciepłej wody użytkowej, nie wspomaga jej żaden inny system. Pracą pompy ładującej zbiornik i pracą pompy obiegowej pompy ciepła steruje układ automatyki z czujnikiem temperatury w podgrzewaczu. Ewentualne dogrzewanie ciepłej wody użytkowej może nastąpić poprzez załączenie się elektrycznej grzałki w zbiorniku podgrzewacza.

W przypadku podgrzewania ciepłej wody występują pewne ograniczenia. Z uwagi na groźbę wystąpienia w podgrzewaczu pojemnościowym bakterii Legionella wymagana jest możliwość przeprowadzenia dezynfekcji termicznej. W związku z tym w podgrzewaczu zainstalowana jest grzałka elektryczna, która zapewnia okresowe podgrzanie wody do temperatury powyżej 60°C.

Tabela 1. Dane techniczne źródeł ciepła zastosowanych w wariantach 1 – 5 w budynku jednorodzinny (J) i wielorodzinnym (W) [3]

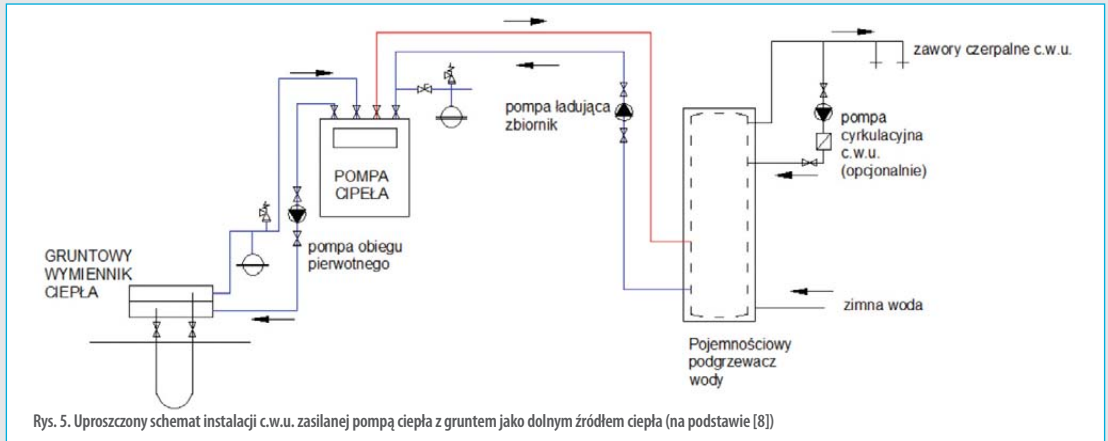
	Budynek			
	jednorodzinny	wielorodzinny		
Warianty J1 i W1 – pompa ciepła z poziomym wymiennikiem gruntowym				
Typ pompy ciepła	Vitocal 200G BWC 201.A06	Vitocal 300G BWC 301.A17		
Moc grzewcza Q_g [kW]	5,29	16,85		
Moc chłodnicza Q_{ch} [kW]	3,3	11,53		
Moc elektryczna N_{el} [kW]	2,13	5,72		
COP	2,48	2,94		
Dolne źródło ciepła:				
Ilość pętli	4	12		
Długość pojedynczej pętli [m]	100	100		
Głębokość ułożenia [m]	1,6	1,6		
Rura węzownicy PE [mm x mm]	32 x 2,9	32 x 2,9		
Nośnik ciepła	tyfocor	tyfocor		
Warianty J2 i W2 – pompa ciepła z pionowymi sondami gruntowymi				
Typ pompy ciepła	Vitocal BW200-G.A06	Vitocal BWC300-G.A13		
Moc grzewcza Q_g [kW]	4,8	20,5		
Moc chłodnicza Q_{ch} [kW]	3,7	15,2		
Moc elektryczna N_{el} [kW]	1,1	5,7		
COP	4,36	3,59		
Dolne źródło ciepła:				
Ilość sond gruntowych	2	6		
Długość podwójnej sondy rurowej [m]	45	55		
Rura sondy PE [mm x mm]	32 x 2,9	32 x 2,9		
Głębokość odwiertu (w tym dodatkowo 10 m pod powierzchnią gruntu bez zysków ciepła) [m]	55	55		
Warianty J3 i W3 – powietrzna pompa ciepła				
	Model 222-S 221.ATW-AC241.A07	DIMPLEX LA25TV Możliwość pracy z 1 lub 2 sprężarkami		
		1 sprężarka		
Przy temp. powietrza zewnętrznego	$t_p = -15^\circ\text{C}$	$t_p = +30^\circ\text{C}$	$t_p = -20^\circ\text{C}$	$t_p = +30^\circ\text{C}$
Moc grzewcza Q_g [kW]	2,8	9,5	6,5	23
Moc elektryczna N_{el} [kW]	2,4	2,86		
COP	1,17	3,33		
			2 sprężarki	
			$t_p = -20^\circ\text{C}$	$t_p = +30^\circ\text{C}$
Moc grzewcza Q_g [kW]			12	37,5
Warianty J4 i W4 – kolektory słoneczne + kocioł gazowy				
Typ kolektora	Viessmann	Viessmann		
	Kolektor próżniowy Vitosol 200T SV2C	Kolektor próżniowy Vitosol 200T SV2C		
Łączna powierzchnia brutto A_{br} [m ²]	5,02	20,08		
Moc obliczeniowa poj. kolektora [kW]	2,18	2,18		
Typ kotła gazowego	Vitodens 222W	Vitodens 222W		
Zakres mocy cieplnej Q_g [kW]	1,8÷35	1,8÷35		
Warianty J5 i W5 – kocioł gazowy				
Typ kotła gazowego	Vitodens 222W	Vitodens 222W		
Zakres mocy cieplnej Q_g [kW]	1,8÷35	1,8÷35		

Pompa ciepła jako źródło zasilania instalacji c.w.u.

Zapotrzebowanie mocy cieplnej na podgrzanie c.w.u. w budynku jedno- i wielorodzinnym

W celu porównania efektywności ekonomicznej zastosowań różnych źródeł ciepła do zasilania instalacji ciepłej wody użytkowej wyznaczono koszty inwestycyjne i koszty całkowite 5 różnych wariantów źródeł ciepła dla dwóch instalacji,

odrębnie dla budynku jednorodzinny i wielorodzinnego. Trzy pierwsze warianty obejmują pompy ciepła z różnymi dolnymi źródłami ciepła: z poziomym wymiennikiem gruntowym (wariant 1), z pionowymi sondami gruntowymi (wariant 2) i powietrzną pompą ciepła (wariant 3). Wariant 4 stanowi kolektory słoneczne współpracujące z kotłem gazowym, a w wariantcie 5 rozważano zastosowanie kotła gazowego do pokrycia całkowitego zapotrzebowania mocy cieplnej na cele c.w.u.



Budynek jednorodzinny o powierzchni użytkowej $A = 156 \text{ m}^2$ jest wyposażony w jedną wannę o jednostkowym zużyciu wody $V_{\text{w}} = 140 \text{ dm}^3/\text{h}$ oraz dwie kabiny prysznicowe o jednostkowym zużyciu wody $V_{\text{w}} = 40 \text{ dm}^3/\text{h}$. Na podstawie obliczeń wg met. Sanderą wymagana średnia moc cieplna do podgrzania ciepłej wody w instalacji pojemnościowej wyniosła $Q_{\text{c.w.u. sr}} = 1,9 \text{ kW}$.

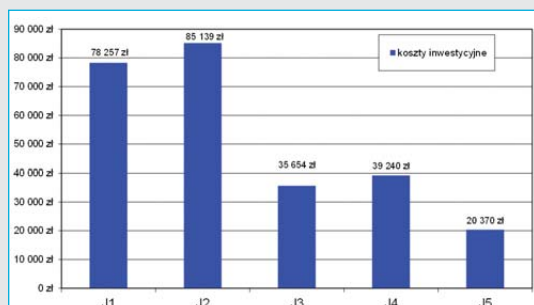
Budynek wielorodzinny o powierzchni użytkowej $A = 295 \text{ m}^2$ jest dwukondygnacyjny i znajduje się w nim 7 mieszkań. W zależności od standardu, ilości osób i wyposażenia w urządzenia sanitarne w budynku występują cztery typy mieszkań. Standard wyposażenia mieszkań ma wpływ na wielkość zapotrzebowania mocy cieplnej na podgrzanie wody. W tym przypadku dla instalacji pojemnościowej moc cieplna obliczona wg liczby znamionowej N , wyniosła $Q_{\text{c.w.u. sr}} = 9,5 \text{ kW}$.

Alternatywne rozwiązania źródeł ciepła na podgrzanie c.w.u. w rozpatrywanych budynkach

Dla wyznaczonego zapotrzebowania mocy cieplnej $Q_{\text{c.w.u. sr}}$ dla obu rodzajów budynków dobrano stosownie do rozważanych wariantów trzy różne dolne źródła ciepła. Podstawowe dane techniczne urządzeń wraz z niezbędnymi informacjami nt. dolnych źródeł ciepła zamieszczono w tabeli 1. Dane te są podstawą do wyznaczenia kosztów inwestycyjnych i kosztów całkowitych poszczególnych wariantów.

Analiza efektywności ekonomicznej

W celu porównania efektywności ekonomicznej różnych wariantów źródeł ciepła wyznaczono koszty stałe, zmienne i całkowite poszczególnych rozwiązań w odniesieniu do budynku jednorodzinnego i wielorodzinnego. Jako odniesienie przyjęto wariant 5, w którym źródłem ciepła jest źródło konwencjonalne – kocioł gazowy. Analizę kosztów sporządzono dla 10-letniego okresu eksploatacji systemu. Zaciągnięto kredyt na realizację inwestycji w wysokości 50% kosztów inwestycji, który zostanie spłacony w ciągu 5 lat. Założono, że każdego roku zostanie spłacone 20% zaciągniętego kredytu.



Rys. 6. Dom jednorodzinny – porównanie kosztów inwestycyjnych różnych źródeł ciepła: J1 – pompa ciepła z poziomym wymiennikiem gruntem; J2 – pompa ciepła z gruntem kolektorem pionowym; J3 – powietrzna pompa ciepła; J4 – kolektory słoneczne + kocioł gazowy; J5 – kocioł gazowy.

Procedurę obliczeniową kosztów zamieszczono poniżej.

Koszty całkowite

$$k_c = \sum k_{\text{sti}} \frac{(1 + w_{\text{inf}})^i}{(1 + R)^i} + \sum k_{\text{zmi}} \frac{(1 + w_{\text{inf}})^i}{(1 + R)^i} \quad [\text{zł}] \quad (2)$$

gdzie:

k_{sti} – koszty stałe w i -tym roku [zł],

k_{zmi} – koszty zmienne w i -tym roku [zł],

w_{inf} – wskaźnik inflacji, przyjęto 0,5%;

R – stopa dyskonta, przyjęto $R = 6\%$;

t – czas analizy [lata].

Koszty stałe w i -tym roku

$$k_{\text{sti}} = J_o (a + e + u + i) + \Theta_{\text{ri}} \quad [\text{zł}] \quad (3)$$

gdzie:

J_o – koszt inwestycyjny [zł],

a – wskaźnik amortyzacji, [-], $a = 5\%$

e – wskaźnik eksploatacji, [-], $e = 2 \div 3\%$, przyjęto $e = 2\%$

u – ubezpieczenie, [-], $u = 1 \div 2\%$, przyjęto $u = 2\%$

i – koszty pozostałe, [-], $i = 1 \div 2\%$, przyjęto $i = 1,5\%$

Θ_{ri} – odsetki roczne w i -tym roku, [zł].

Koszty inwestycyjne wyznaczono na podstawie cen urządzeń, armatury, automatyki, materiałów i kosztów wykonania poszczególnych źródeł ciepła zestawionych w pracy [3].

Odsetki roczne

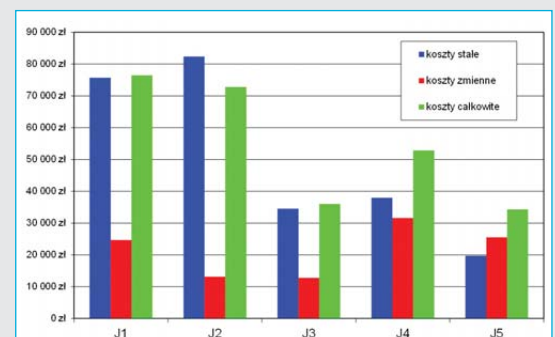
$$\Theta_{\text{ri}} = o_r \cdot K \quad [\text{zł}] \quad (4)$$

gdzie:

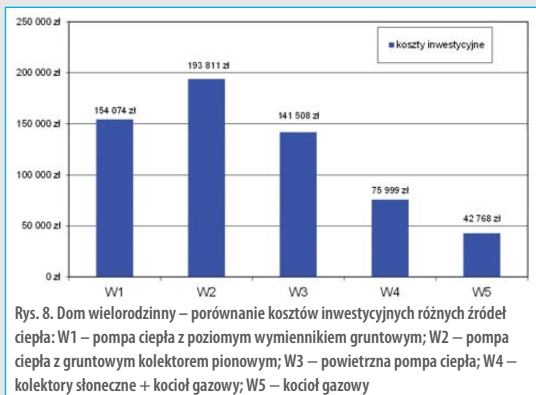
o_r – efektywne roczne oprocentowanie, przyjęto $o_r = 4,46\%$

K – wysokość kredytu, $K = 40 \div 60\%$ wartości inwestycji J_o , przyjęto $K = 50\% J_o$.

$$K = 0,5 \cdot J_o \quad [\text{zł}] \quad (5)$$



Rys. 7. Dom jednorodzinny – zestawienie kosztów stałych, zmiennych i całkowitych dla wariantów ze źródeł ciepła J1-J5



Koszty zmienne w i-tym roku

Koszty zmienne obejmują koszty energii elektrycznej na napęd pomp i innych urządzeń pomocniczych oraz koszty zużytego gazu w rozwiązaniach w poszczególnych wariantach.

$$k_{zmi} = k_{zm,prąd} + k_{zm,gaz} \quad [zł] \quad (6)$$

gdzie:

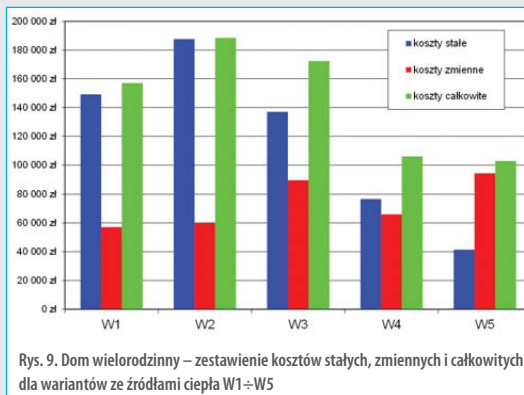
$k_{zm,prąd}$ – koszty zmienne dla zużycia energii elektrycznej, [zł/rok]
 $k_{zm,gaz}$ – koszty zmienne dla zużycia gazu, [zł/rok].

Dane wyjściowe i wyniki obliczeń zestawiono w tabelach [3]. Wybrane wyniki obliczeń przedstawiono na wykresach (rys. 6÷9). Koszty inwestycyjne wszystkich wariantów źródeł ciepła pokazano dla budynku jednorodzinnego „J” na rysunku 6., a dla budynku wielorodzinnego „W” na rysunku 8. Koszty stałe, zmienne i całkowite dla wszystkich wariantów znajdują się na rysunku 7. dla budynku jednorodzinnego, a dla budynku wielorodzinnego na rysunku 9.

Podsumowanie

O wyborze źródła ciepła do pokrycia zapotrzebowania mocy cieplnej na podgrzanie wody w instalacji centralnego ogrzewania czy instalacji ciepłej wody użytkowej powinna decydować rzetelna analiza techniczno – ekonomiczna.

O względach technicznych w przypadku pomp ciepła decyduje możliwość wykorzystania odpowiednich źródeł ciepła.



Należy rozważyć np., czy inwestor dysponuje odpowiednią wynikającą z obliczeń powierzchnią terenu (wymyennik gruntowy poziomy), czy w przypadku zamiaru wykorzystania kolektorów pionowych wydajność energetyczna wymaganych odwiertów jest wystarczająca. W tej sytuacji alternatywnym wyjściem jest zastosowanie powietrznej pompy ciepła, która nie wymaga większych nakładów na instalację poboru powietrza atmosferycznego, ale odpowiednio do temperatury powietrza ulega wahaniom jej moc grzejna. Zastosowanie kolektorów słonecznych wymaga m.in. odpowiedniej konstrukcji dachu oraz bezpośredniego dostępu promieniowania słonecznego z wykluczeniem zacieniania przez sąsiednie budynki lub drzewa.

W przypadku źródeł niekonwencjonalnych najtańszym rozwiązaniem w przypadku domu jednorodzinnego była powietrzna pompa ciepła, a w przypadku domu wielorodzinnego kolektory słoneczne (bez uwzględnienia dodatkowego źródła szczytowego).

Najbardziej korzystnym pod względem inwestycyjnym dla obu rodzajów budynków jest kocioł gazowy. Podstawową wadą tego rozwiązania są wysokie koszty zmienne wynikające z wysokich i zmieniających się cen gazu, stąd rozwiązanie jest jednym z najdroższych w eksploatacji.

Uogólnienie uzyskanych w pracy wyników wymaga jeszcze wielu podobnych analiz w odniesieniu do budynków jednorodzinnych i wielorodzinnych.

LITERATURA:

- [1] GASSNER A.: Instalacje sanitarne. Wydawnictwo Naukowo Techniczne. Warszawa 2008.
- [2] OSZCZAK W.: Ogrzewanie domów z zastosowaniem pomp ciepła. Wydawnictwo Komunikacji i łączności. Warszawa 2009.
- [3] TABAKA E. K.: Praca pojemnościowych podgrzewaczy ciepłej wody użytkowej z niekonwencjonalnymi źródłami ciepła. Praca dyplomowa magisterska – niepublikowana. Politechnika Poznańska 2016.
- [4] WIŚNIEWSKI G., GOŁĘBIEWSKI S., GRYCIUK M.: Kolektory słoneczne. Poradnik wykorzystania energii słonecznej. Centralny ośrodek informacji budownictwa Warszawa 2001.
- [5] <http://www.gazuno.pl/ghp-vs-gahp-czy-to-jest-to-samo.html>
- [6] <http://www.klima-pol.com.pl>

KLIMATYZATORY TYPU SPLIT – EDYCJA 2017

20 najważniejszych marek z rynku polskiego

RAPORT: Klimatyzatory Split – perspektywa instalatora

Dodatek miesięcznika Chłdnictwo&Klimatyzacja

- ➔ Jak wybierają klimatyzatory split instalatorzy, a jak klienci?
- ➔ Które cechy urządzeń są najważniejsze?
- ➔ Czy wyedukowany klient to miejska legenda?
- ➔ Do czego powinni przyłożyć się producenci, by zyskać uznanie instalatorów?

Ponad 25 nowości

Porównanie ponad 130 modeli klimatyzatorów

Stwórz sobie odpowiedni klimat



POBIERZ na stronie:
<http://chlodnictwoiklimatyzacja.pl/wydania-specjalne>

Praca pompy ciepła powietrze-woda z czynnikami chłodniczymi o niskim GWP

Piotr KOPEĆ

Czynniki chłodnicze o oznaczeniach R134a, R404A, R410A to najpopularniejsze czynniki stosowane w sprężarkowych powietrznych pompach ciepła. Z uwagi na niekorzystne oddziaływanie czynników chłodniczych na środowisko obecnie poszukuje się nowych, najlepiej neutralnych w odniesieniu do atmosfery ziemskiej. Alternatywne substancje powinny cechować się zerową wartością liczby ODP oraz niską wartością współczynnika GWP.



O AUTORZE

mgr inż. Piotr KOPEĆ

Wydział Mechaniczny
Instytutu Inżynierii
Ciepłej i Procesowej,
Politechnika Krakowska

Pompy ciepła z roku na rok stają się coraz bardziej popularne na polskim rynku. Głównym zadaniem pompy ciepła jest wykorzystanie energii odnawialnej, niskotemperaturowej, zawartej w gruncie, wodzie lub powietrzu. Następnie przetransportowanie jej na wyższy poziom energetyczny do wytworzenia ciepła o wyższej temperaturze, przy wykorzystaniu zewnętrznej energii: mechanicznej, cieplnej lub elektrycznej [2]. Z uwagi na rodzaj dolnego źródła ciepła wyróżniamy pompy ciepła: gruntowe (poziome, pionowe), powietrzne i wodne.

Do poprawnej pracy pompy ciepła niezbędny jest czynnik chłodniczy, który krąży wewnątrz układu chłodniczego i podlega procesom parowania, sprężania, skraplania oraz dławienia, pośrednicząc w wymianie ciepła. Ciepło pobierane jest z dolnego źródła ciepła podczas wrzenia czynnika w parowniku w niskiej temperaturze i pod niskim ciśnieniem, a następnie przekazywane do górnego źródła ciepła w skraplaczu w procesie skraplania. Proces skraplania przebiega pod wysokim ciśnieniem i w wysokiej temperaturze.

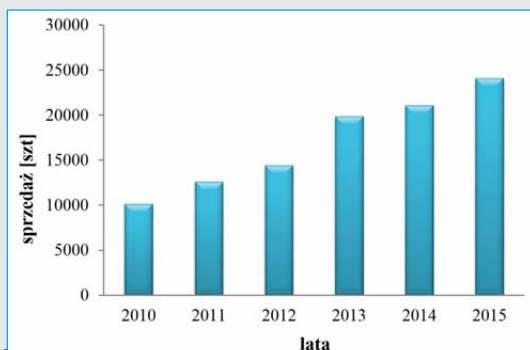
Do prawidłowego działania powietrznej pompy ciepła potrzebny jest również czynnik chłodniczy. Ten jednak (w większości przypadków) charakteryzuje się szkodliwym wpływem na środowisko

Parlament Unii Europejskiej w celu ochrony środowiska wprowadził regulacje prawne dotyczące substancji, które wpływają na wzmożenie efektu cieplarnianego i niszczenie warstwy ozonowej. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 roku jest obecnie obowiązującym aktem prawnym i dotyczy fluorowanych gazów cieplarnianych. Głównym celem ustawy jest ochrona środowiska po-

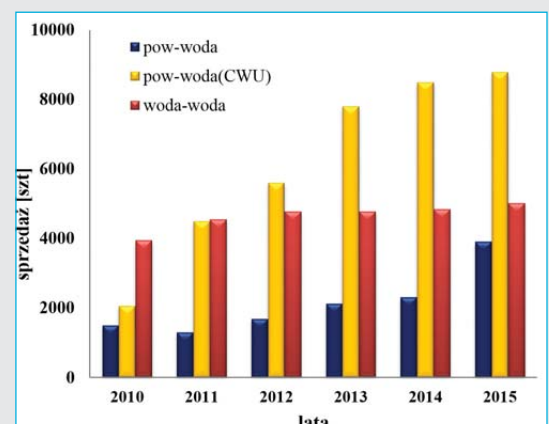
przez zmniejszenie emisji fluorowanych gazów cieplarnianych poprzez odzyskiwanie czynników, ograniczanie bądź zaniechanie ich stosowania. Według przyjętych założeń do 2030 roku poprzez unikanie wykorzystywania fluorowanych gazów cieplarnianych ich emisja powinna zostać zredukowana o 2/3 w stosunku do emisji odnotowanej w roku 2010. Natomiast do 2050 roku emisja gazów cieplarnianych powinna być zredukowana o około 85% w odniesieniu do poziomu z roku 1990. Szczegóły dotyczące wycofywania z użycia omawianych gazów znajdują się załączniku wyżej wymienionego rozporządzenia [1].

Polski rynek pomp ciepła

Sprzedaż pompy ciepła w Polsce z roku na rok jest coraz większa. Zainteresowanie tego typu urządzeniami systematycznie rośnie. W głównej mierze wykorzystywane są w budownictwie jednorodzinym do ogrzewania budynku oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. Wykorzystując dane przedstawione przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC), na rysunku 1. zaprezentowano ogólną sprzedaż pomp ciepła w Polsce w latach 2010–2015. Natomiast rysunek 2. przedstawia sprzedaż powietrznych pomp ciepła powietrze-woda, powietrze-woda CWU oraz woda-woda [3]. Średnio co roku sprzedaż wzrasta o około 20%. Na przełomie roku 2012/2013 wystąpiła największa dynamika sprzedaży. Analizując rysunek 2. można zauważyć,



Rys. 1. Sprzedaż pomp ciepła w Polsce w latach 2010–2015, na podstawie [3]



Rys. 2. Sprzedaż powietrznych pomp ciepła w Polsce w latach 2010–2015, na podstawie [3]

że rynek pomp ciepła woda-woda jest ustabilizowany. Średnia sprzedaż roczna oscyluje w granicach 4700 sztuk. W przypadku pomp ciepła pracujących w układzie powietrze-woda sprzedaż systematycznie wzrasta. Na rysunku 3. przedstawiono udział poszczególnych rodzajów pomp ciepła w 2015 r. Największym zainteresowaniem cieszyły się urządzenia przeznaczone do przygotowania CWU. Udział tego typu pomp ciepła wyniósł około 40%. W roku 2015 największy wzrost sprzedaży dotyczył pomp ciepła powietrze-woda. W stosunku do roku poprzedzającego, sprzedano o 70% więcej urządzeń tego typu. Przyczyną tak dużego zainteresowania tego rodzaju pompami ciepła mogą wynikać z:

- niskich kosztów zakupu i eksploatacji,
- zmian w warunkach technicznych dla budynków dokonanych w 2014 roku dotyczących izolacyjności przegród oraz planowanej nowelizacji na rok 2017,
- łagodniejszych okresów zimowych w ostatnich latach,
- większej tendencji do budowania domów o powierzchni nie przekraczającej 130 m²,
- większej świadomości ludzi do korzystania z odnawialnych źródeł energii.

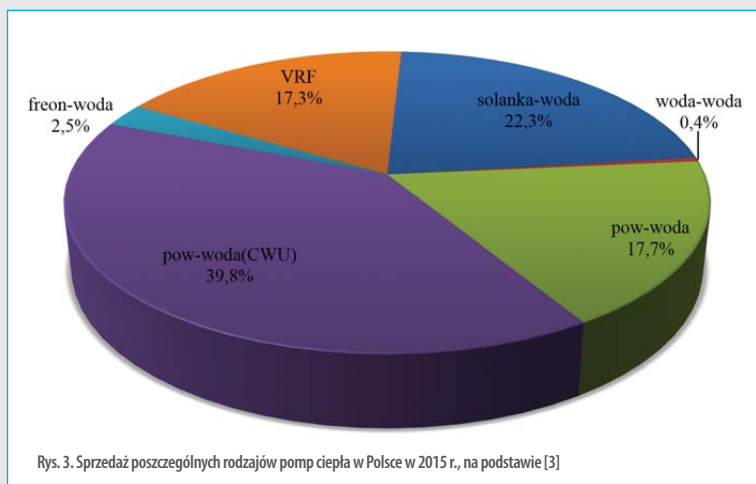
Charakterystyka czynników chłodniczych o niskim współczynniku GWP

Nowy czynnik chłodniczy, który jest wprowadzany do użytku jako zamiennik już istniejącego, powinien posiadać lepsze właściwości fizykochemiczne i termodynamiczne, być bezpieczny w użyciu, łatwo osiągalny, tani oraz spełniać odpowiednie wymagania prawne [4]. Dokonując porównania czynników chłodniczych, oprócz własności fizykochemicznych, należy również ocenić wskaźniki ekologiczne, które charakteryzują, w jakim stopniu wpływa on na atmosferę ziemską. Współczynnik GWP (Global Warming Potential) jest to potencjał danego czynnika do tworzenia efektu cieplarnianego. Odniesiony jest do dwutlenku węgla (CO₂), dla którego wartość GWP = 1. Jako okres oddziaływania czasowego przyjmuje się 100 lat. Większość z obecnie stosowanych czynników posiada zbyt dużą wartość tego współczynnika i powoli są one wycofywane z użytku. Wymagania prawne oraz troska o środowisko skłoniło producentów substancji chemicznych do poszukiwania nowych czynników chłodniczych, które spełniałyby dyrektywę UE. Kolejny wskaźnik to ODP (Ozone Depletion Potential), czyli współczynnik określający wpływ danej substancji na rozkład warstwy ozonowej zawartej w atmosferze ziemskiej. Wartość współczynnika ODP odniesiona jest do czynnika chłodniczego R11, dla którego ODP = 1 [5]. Najlepsze pod względem ekologicznym są czynniki pochodzenia naturalnego lub syntetyczne, których wartości współczynników wynoszą odpowiednio: ODP = 0, GWP ≈ 0. Podsumowując, idealny czynnik chłodniczy powinien posiadać następujące cechy [6]:

- niska normalna temperatura wrzenia,
- wysoka wartość temperatury krytycznej,
- niska temperatura krzepnięcia,
- znikoma rozpuszczalność w wodzie,
- mała objętość właściwa,
- niewybuchowość,
- niski koszt jednostkowy,
- nietoksyczność,
- obojętność dla środowiska naturalnego.

Dobranie odpowiedniego czynnika, który posiadałby wszystkie wyżej wymienione cechy jest bardzo trudne. W związku z dużą liczbą produktów oferowanych przez koncerny chemiczne zajmujące się wytwarzaniem substancji, które mogą pełnić rolę czynników chłodniczych, powinno się zastosować odpowiednie kryteria doboru. W wyniku regulacji prawnych i dążenia do spełnienia założonych celów na lata 2030 oraz 2050, podczas wyboru czynnika powinno się brać pod uwagę następujące aspekty, wymienione poniżej według ich ważności [6]:

- oddziaływanie na środowisko,
- bezpieczeństwo pracy instalacji,
- własności termodynamiczne,



Rys. 3. Sprzedaż poszczególnych rodzajów pomp ciepła w Polsce w 2015 r., na podstawie [3]

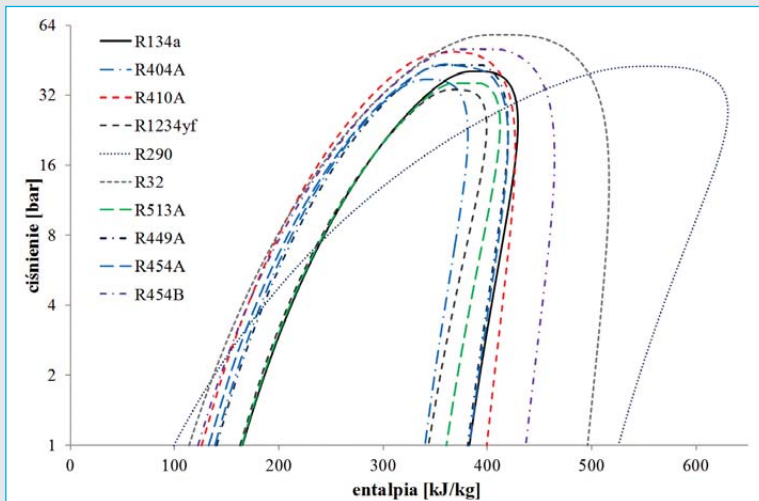
- własności techniczne,
- kryteria ekonomiczne.

Obecnie w urządzeniach chłodniczych i instalacjach klimatyzacyjnych wykorzystuje się najczęściej czynniki R134a, R404A i R410A. Wprowadzono je jako zamienniki freonu R12 oraz R22. Jednak z uwagi na przepisy prawne oraz rozporządzenia Parlamentu Europejskiego zostaną one w przyszłości wycofane z użytku. Przedsiębiorstwa oraz koncerny chemiczne poszukują nowych zamienników, które spełniałyby wszystkie wymagania stawiane czynnikom chłodniczym. W literaturze [6–9] jako alternatywne czynniki chłodnicze, które mogą być stosowane jako zamienniki obecnie już stosowanych, wymienia się następujące freony: R1234yf, R290, R32, R513A (Opteon XP10), R449A (Opteon XP40), R452A (Opteon XP44), R454A (Opteon XL40), R454B (Opteon XL43). W tabeli 1. zawarto wybrane właściwości omawianych czynników chłodniczych. Przeglądając je, można zauważyć, że substancje proponowane jako zamienniki już stosowanych freonów posiadają podobne wartości temperatury wrzenia oraz temperatury punktu krytycznego. Wartości współczynnika GWP są znacznie niższe, niż dla czynników chłodniczych obecnie stosowanych. Żaden z proponowanych zamienników nie wpływa na rozkład warstwy ozonowej.

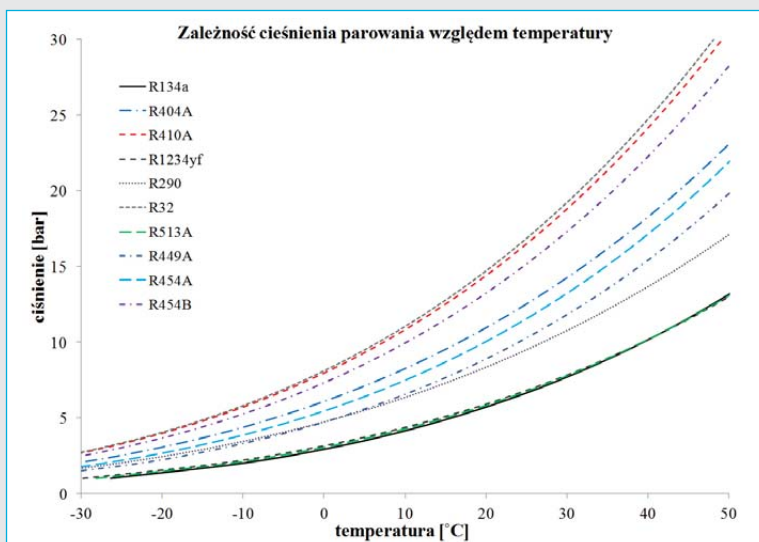
Przy wyborze nowego czynnika chłodniczego należy zwrócić uwagę na klasę palności podaną przez producenta. Czynniki oznaczone klasą palności A1 (nie palne) posiadają wysokie wartości współczynnika GWP. Natomiast alternatywne czynniki, zaprezentowane w tabeli 1., które posiadają niski współczynnik GWP posiadają klasę palności: A2L (słabo palne), A2 (średnio palne), lub A3 (łatwo palne). Widać wyraźnie, że istnieje powiązanie pomiędzy klasą palności czynnika a współczynnikiem GWP. Im niższa wartość współczynnika GWP, tym większa palność czynnika. Oznacza to, że czynnik bardziej bezpieczny dla środowiska, jest mniej bezpieczny dla człowieka. Wymusza to na producentach, aby podczas projektowania urządzeń zwracali uwagę na bezpieczeństwo użytkownika oraz ilość czynnika chłodniczego w układzie.

Na rysunku 4. przedstawiono krzywe nasycenia rozważanych czynników w układzie ciśnienie – entalpia (log p – i). Większość z porównywanych czynników posiada zbliżony charakter krzywej nasycenia. Wyjątkiem są krzywe nasycenia dla czynnika R32 oraz R290. Czynniki te posiadają większą wartość jednostkowego ciepła parowania.

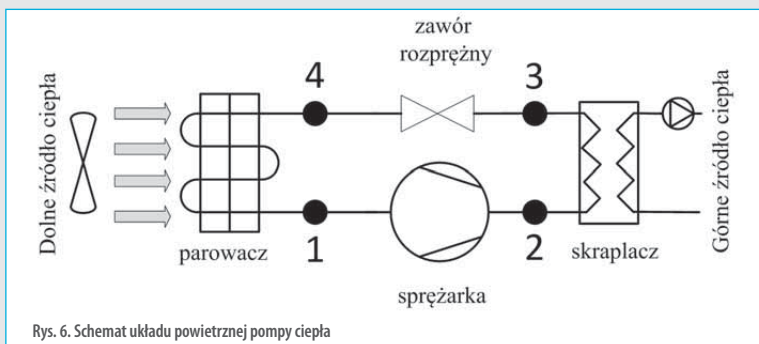
Tabela 2. Parametry obliczeniowe obiegu	
Q_p – wydajność grzewcza pompy ciepła [kW]	7
T_g – temperatura górnego źródła ciepła [°C]	35
ΔT_g – różnica pomiędzy temperaturą górnego źródła ciepła a temperaturą skraplania czynnika [K]	5
T_d – temperatura dolnego źródła ciepła [°C]	-30, ..., +25
ΔT_d – różnica pomiędzy temperaturą dolnego źródła ciepła a temperaturą odparowania [K]	10
ΔT_{gr} – przegrzanie [K]	7
η – sprawność izentropowa sprężarki [-]	0,8



Rys. 4. Krzywe nasycenia czynników chłodniczych na wykresie log p – i.



Rys. 5. Zależność ciśnienia parowania względem temperatury



Rys. 6. Schemat układu powietrznej pompy ciepła

Tabela 2. Parametry obliczeniowe obiegu

Q_g – wydajność grzewcza pompy ciepła [kW]	7
T_g – temperatura górnego źródła ciepła [°C]	35
ΔT_g – różnica pomiędzy temperaturą górnego źródła ciepła a temperaturą skraplania czynnika [K]	5
T_d – temperatura dolnego źródła ciepła [°C]	-30, ..., +25
ΔT_d – różnica pomiędzy temperaturą dolnego źródła ciepła a temperaturą odparowania [K]	10
ΔT_{sh} – przegrzanie [K]	7
η – sprawność izentropowa sprężarki [-]	0,8

W związku z tym układ chłodniczy będzie wypełniony mniejszą ilością czynnika chłodniczego. Jest to korzystne z tego względu, że są to czynniki palne. Rysunek 5. przedstawia zależności ciśnienia parowania względem temperatury. Analizując rysunek 5., widać wyraźnie, że układ wypełniony czynnikiem R32, R410A oraz R454B pracuje na wyższych ciśnieniach. Natomiast czynniki R134a, R1234yf, R513A są czynnikami niskociśnieniowymi.

Analiza współpracy pompy ciepła z zastosowaniem czynników o niskim współczynniku GWP

Do analizy idealnych obiegów powietrznych pomp ciepła pracujących z czynnikami o niskim współczynniku GWP założono następujące parametry układu:

- wydajność grzewczą pompy ciepła,
- temperaturę górnego źródła ciepła,
- różnicę pomiędzy temperaturą skraplania czynnika chłodniczego a temperaturą górnego źródła ciepła,
- różnicę pomiędzy temperaturą dolnego źródła ciepła a temperaturą odparowania czynnika ziębniczego,
- przegrzanie.
- sprawność izentropową sprężarki.

Zakres temperatury dolnego źródła ciepła zmieniano w przedziale od -30°C do +20°C. Przyjęte wartości parametrów do obliczeń podano w tabeli 2. Schemat analizowanego układu przedstawiono na rysunku 6. Następnie wykorzystując wykresy log p – i analizowanych czynników chłodniczych, odczytano wartości entalpii w charakterystycznych punktach pracy pomp ciepła oraz wyliczono współczynnik wydajności grzewczej COP, korzystając z zależności (1) - (3).

$$m = Q_g / (i_2 - i_3) \quad (1)$$

$$N = m \cdot (i_2 - i_1) \quad (2)$$

$$COP = Q_g / N \quad (3)$$

gdzie:

Q_g – wydajność grzewcza pompy ciepła [kW];

N – zapotrzebowanie na moc sprężarki [kW];

m – strumień masy czynnika [kg/s];

i_1 – entalpia czynnika na wlocie parownika, wlot do sprężarki [kJ/kg];

i_2 – entalpia czynnika na wlocie sprężarki, wlot do skraplacza [kJ/kg];

i_3 – entalpia czynnika na wlocie ze skraplacza, wlot do zaworu rozprężnego [kJ/kg];

i_4 – entalpia czynnika na wlocie z zaworu rozprężnego, wlot do parowacza [kJ/kg];

COP – współczynnik wydajności grzewczej pompy ciepła [-].

Otrzymane wartości współczynników COP dla pompy ciepła pracującej z czynnikami o niskich wartościach GWP w różnych temperaturach dolnego źródła ciepła zaprezentowano na rysunku 7. Największe wartości współczynników COP uzyskano dla czynnika R134a. W przypadku proponowanych zamienników R134a, posiadających niskie wartości współczynnika GWP, czyli R1234yf oraz R513A uzyskuje się niższe wartości COP. Odpowiednio dla R1234yf parametr COP jest średnio o około 4% niższy, natomiast dla czynnika R513A o 2%. Propan (R290), proponowany jest jako zamiennik R404A, jest kolejnym czynnikiem, który uzyskał wysokie wartości współczynnika COP. Wartości COP dla R290 średnio przyjmują wartość o około 9% wyższą niż dla R404A. Pozostałe dwa czynniki proponowane jako zamienniki R404A uzyskały niższe wartości COP, odpowiednio 3% dla R449A oraz 5% dla R454A. W przypadku czynnika R449A, będącego zamiennikiem R410A wartości współczynnika COP są niższe o około 1%. Z pośród porównywanych czynników, najniższe wartości współczynników COP otrzymano, analizując układ z czynnikiem R454A oraz R449A. W dodatnich temperaturach dolnego źródła ciepła uzyskiwane wartości parametrów COP są znacząco niższe niż w przypadku pozostałych czynników.

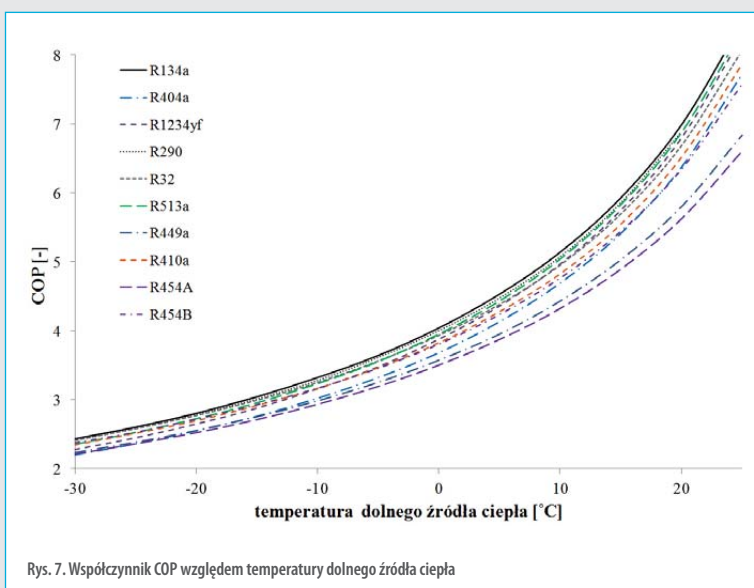
Podsumowanie

Wybór odpowiedniego czynnika chłodniczego dla układu pompy ciepła jest trudnym zagadnieniem. Podczas doboru należy wziąć pod uwagę kilka aspektów: wydajność urządzenia,

bezpieczeństwo dla środowiska oraz bezpieczeństwo użytkownika, a następnie dokonać wyboru optymalnego czynnika. Wymagania prawne oraz troska o środowisko naturalne wymusza na producentach stosowanie w układach chłodniczych czynników chłodniczych o niskich wartościach współczynników GWP. Z kolei klient wymaga od produktu jak największej sprawności i wydajności. W przypadku analizowanych czynników, nowe substancje są bezpieczniejsze dla środowiska, ale wartości współczynników COP na ogół przyjmują niższe wartości, wyjątkiem jest propan (R290). Różnica zazwyczaj nie przekracza 5%. Przy tak małych różnicach pomiędzy uzyskanymi wartościami współczynników COP, ochrona środowiska ma większe znaczenie. Propan (R290) wydaje się być bardzo dobrym zamiennikiem. W porównaniu do czynnika, dla którego ma być zamiennikiem, uzyskał wyższe wartości współczynnika COP. Ponadto posiada dużą wartość jednostkowego ciepła parowania. Wpływa to na zmniejszenie ilości czynnika w układzie chłodniczym. Niekorzystną cechą jest wysoka klasa palności, która negatywnie wpływa na bezpieczeństwo użytkownika. Wprowadzanie nowych czynników na ogół zawsze wywołuje kontrowersje i wzbudza obawę wśród projektantów, serwisantów oraz użytkowników. Rynek chłodniczy również wymaga czasu na przygotowanie i przystosowanie się do nowych wymagań. Dlatego też wycofywanie z użytku substancji o wysokich wartościach współczynnika GWP jest stopniowe i rozciągnięte w długim okresie czasu. Niekorzystny wpływ czynników chłodniczych na atmosferę można zaobserwować dopiero po pewnym okresie czasu. W związku z tym należy wcześniej podejmować odpowiednie kroki, aby chronić atmosferę ziemską. Poszukiwać nowych czynników chłodniczych, które będą odpowiednimi zamiennikami już istniejących a następnie wprowadzać je do użytku.

LITERATURA:

[1] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r.
 [2] ZALEWSKI Wojciech: Pompy ciepła sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne. Gdańsk. Wydawnictwo IPPU Masta. 2001.
 [3] Spektakularny wzrost rynku powietrznych pomp ciepła w 2015 roku! Port PC. Chłodnictwo&Klimatyzacja. 1-2 (204). s.31–32. 2016.



Rys. 7. Współczynnik COP względem temperatury dolnego źródła ciepła

[4] WESOŁOWSKI Andrzej: Kontrowersje związane z R1234yf jako czynnikiem chłodniczym. Chłodnictwo&Klimatyzacja. 10 (146). s.16–19. 2010.
 [5] BONCA Zenon, BUTRYMOWICZ Dariusz, DAMBEK Dariusz, DEPTA Albert, TARGAŃSKI Waldemar: Poradnik Czynniki chłodnicze i nośniki ciepła – własności cieplne, chemiczne i eksploatacyjne. Gdańsk. Wydawnictwo IPPU Masta. 1998.
 [6] BOHDAL Tadeusz, CHARUN Henryk, KUCZYŃSKI Waldemar: Analiza wyboru czynników roboczych dla sprężarkowych wysokotemperaturowych powietrznych pomp ciepła. Chłodnictwo 9. s.24–32. 2015.
 [7] BOHDAL Tadeusz, CHARUN Henryk, KUCZYŃSKI Waldemar: Wybrane aspekty prawno-techniczne i ekologiczne stosowania sprężarkowych pomp ciepła. Annual Set The Environment Protection 17. s.461–484. 2015.
 [8] TARGAŃSKI Waldemar: Alternatywne syntetyczne czynniki chłodnicze. Chłodnictwo&Klimatyzacja. 1–2 (204). s.58–61. 2016.
 [9] KAŁUŻA Janusz, ZASADA Dominik: Co nowego w sprawie F-gazów? Chłodnictwo&Klimatyzacja. 4 (206). s.10–11. 2016.
 [10] Czynniki chłodnicze – raport Bitzer wydanie 18.

Bądź na bieżąco z fachową wiedzą!

PRENUMERATA 2018



Prenumerata roczna:

- ▶ wersja drukowana **169 zł**
- ▶ wersja elektroniczna **139 zł**
- ▶ pakiet (drukowana + elektroniczna) **219 zł**

Zamów prenumeratę

prenumerata@euro-media.pl, 22 535 32 27, www.e-czasopisma.net

Możliwe tryby współpracy pomp ciepła z PV

Współpraca pomp ciepła z fotowoltaiką w warunkach domów mieszkalnych – dyskusja aspektów

JACEK BISKUPSKI

Zagadnienie możliwości współpracy pomp ciepła z fotowoltaiką stanowi aktualnie przedmiot dyskusji naukowców, sporów politycznych, a także jest przedmiotem żywego zainteresowania potencjalnych użytkowników. Istnieje wiele przesłanek do stosowania takiego właśnie zestawu urządzeń. Z jednej strony, produkcja własnego prądu i różne systemy wyceny jego wartości, a z drugiej spora energochłonność pomp ciepła, stwarzają naturalną podstawę dla takiego połączenia.



O AUTORZE

Dr inż. Jacek BISKUPSKI
Politechnika Krakowska,
Wydział Energetyki
i Paliw
Ekspert ds. Energetyki
Słonecznej,
właściciel firmy
Unihome

Obliczenia opłacalności instalacji pomp ciepła z fotowoltaiką są utrudnione przez stosowanie różnych mechanizmów wsparcia systemowego instalacji fotowoltaiki (PV) lub/i pomp ciepła (PC) w różnych krajach. Są kraje (np. Wielka Brytania), gdzie pompa ciepła zwolniona jest z VAT, przy jednoczesnej specjalnej taryfie odsprzedażowej dla prosumentów częściowo produkujących sobie energię dla jej zasilania. W USA, każdy stan ma osobną regulację dotyczącą możliwości zagospodarowania energii odnawialnej na zasadzie net-meteringu. W niektórych stanach, raz przekazaną do sieci energię można odzyskiwać w nieskończoność, a pompy ciepła dla celów klimatyzacyjnych i grzewczych są tu najważniejszym odbiorcą zakumulowanego w sieci energetycznej prądu. W Polsce, wprowadzona 26 czerwca 2016 r. Nowelizacja Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii daje możliwość odzyskania 80% (tzw. opust 80%) z przekazanej do sieci wyprodukowanej przydomowo własnej energii elektrycznej, z kilkoma jednak ograniczeniami, o których będzie mowa później. Wiele zależy od wsparcia, jakie inwestor dostanie od swojego Państwa na instalację zestawu PC+PV. Różne są uzasadnienia dla zastosowania połączonego systemu PV i PC. Dla jednych inwestorów będzie to niezależność energetyczna, dla innych obniżenie kosztów ogrzewania i chłodzenia domu (obniżenie rachunków za energię ciepłą po zmianie na pompę ciepła zasilaną z PV), jeszcze dla innych istotny jest wymiar środowiskowy.

Przeanalizujemy zatem różne warianty takich zestawień, biorąc pod uwagę kilka kryteriów. Decyzja o zakupie zestawu pompy ciepła z PV ma aspekty zarówno ekonomiczne, techniczne jak oraz środowiskowe i równocześnie przez pryzmat takich trzech aspektów należy takie systemy rozpatrywać.

Pompy ciepła o środowisko naturalne

Pompy ciepła najczęściej reklamowane są przez producentów jako rozwiązania pro-ekologiczne. Ale to jest jeden punkt widzenia. Niektóre firmy związane z dystrybucją gazu ziemnego, sugerują brak pozytywnego wpływu pomp ciepła na środowisko naturalne, ze względu na zasilanie „czarną energią elektryczną”. Twierdzą one, że pompa ciepła w kraju, w którym nakład na nieodnawialną energię pierwotną jest równy współczynnikowi SCOP danej PC (SCOP – czyli Sezonowy Współczynnik Efektywności, wskazujący ile kWh ciepła w sezonie grzewczym uzyskujemy z 1 kWh energii elektrycznej dostarczonej do pompy ciepła), a energia produkowana jest z węgla, PC nie poprawia stanu środowiska, a nawet go pogarsza – podobnie jak każde instalowanie nowych urządzeń grzewczych zasilanych „czarnym prądem”. Przykładowo w Minnesocie w USA, firma Center Point Energy zajmująca się dystrybucją nośników energii, dowodzi, że powietrzna pompa ciepła działając przez sezon grzewczy spowoduje dwukrotnie większą emisję dwutlenku węgla



i czterokrotnie większą związków azotu, nie wspominając o emisjach siarki czy rtęci (związanych z paleniem węgla) w porównaniu z dobrym kotłem gazowym.

Przykładając powyższy przypadek do Polski, gdzie współczynnik WPI wynosi 3 (czyli więcej niż w Minnesocie), rzeczywistość na pierwszy rzut oka może się wydawać, że użytkowanie pompy ciepła o współczynniku SCOP = 3,3 daje żaden albo niewielki zysk dla środowiska, a na pewno zwiększa emisję niebezpiecznych związków do atmosfery. W krajach, w których współczynnik WPI wynosi 2, sytuacja jest lepsza, a uzasadnienie dla PC większe, ponieważ postęp technologii powoduje wzrost parametru SCOP pomp ciepła z roku na rok.

Jednak patrząc na ekonomikę PC, sprawa się komplikuje. Efektywna pompa ciepła jest droгим urządzeniem, o ograniczonym czasie życia. Wysoki koszt zakupu, konieczność zastosowania drogiego kolektora dolnego źródła (w przypadku pomp gruntowych), czy koszt stosowania w sezonie grzewczym dodatkowych grzałek (w przypadku pomp powietrznych) powoduje, że zakup systemu PC to znaczny wydatek. Czas życia sprężarki pompy ciepła jest ograniczony, więc pompa zużyje się szybciej niż alternatywne prostsze urządzenia grzewcze.

Jeśli chodzi o stronę techniczną tego rozwiązania, to pompy ciepła pracują najefektywniej w sytuacji, kiedy dostarczają tzw. „niski parametr”, czyli wodę o temperaturze 35÷45°C. Z założenia więc, nadają się do nowych domów, gdzie instalacje grzewcze oparte są na radiatorach powierzchniowych (np. ogrzewanie podłogowe lub/i ściennie). W starym domu, czy domu „zimnym” o wysokim zapotrzebowaniu na energię (ponad 60 W/m²/rok) pompa ciepła nie będzie dobrym rozwiązaniem, szczególnie jeżeli będzie miała współpracować z grzejnikami zaprojektowanymi na wysoki parametr czynnika grzewczego (75/55°C i wyżej). Do tego dochodzą różne metodologie liczenia współczynnika SCOP, które powodują sytuację, że bez podania normy wg której został wyliczony, nie ma on żadnego sensu.

Czy pompa ciepła nie ma więc uzasadnienia w Polsce?

Zdecydowanie ma, ale pod pewnymi warunkami wstępnymi. Pompa ciepła dla systemu grzewczego nie będzie odpowiednia dla starego domu, ale dając nowe możliwości – np. chłodzenie domu w okresie letnim, będzie atrakcyjnym urządzeniem typu „dwa w jednym” (ogrzewanie i klimatyzacja) dla nowego budynku, szczególnie jeżeli będzie on pasywny lub energooszczędny. Te ostatnie mają znaczne przeszklenia południowej elewacji i najczęściej wymagają systemu chłodzenia, aby zapewnić komfort klimatyczny. W tym wypadku sprawdzą się albo dwa oddzielne systemy: grzewczy i chłodniczy, albo pracująca rewersyjnie pompa ciepła. Podobnie kwestia przygotowania C.W.U., zdecydowanie nie będzie opłacalna przy pomocy tradycyjnych bojlerów z grzałką, ponieważ SCOP tego ostatniego będzie zawsze w okolicach 1, a pompa ciepła z 1 kWh prądu zrobi nam 3÷4 kWh energii dla ciepłej wody (SCOP=3÷4).

Jeśli chodzi o współpracę pompy ciepła z systemem wentylacji nawiewno-wywiewnej z rekuperacją, to rozwiązania tego typu stały się już w Polsce standardem, co prawda wymuszonym przez programy NF40, NF15. Nawet wysoka sprawna rekuperacja będzie w praktyce powodowała konieczność dogrzewania powietrza po procesie rekuperacji (np. zimą będzie nawiewała powietrze o temp. 17°C). Zastosowanie grzałek (typowe rozwiązanie wbudowane w rekuperatory) powoduje, że dogrzewanie w wentylacji staje się drugim po ogrzewaniu odbiorcą energii w okresie grzewczym. Alternatywą jest wykorzystanie do tego pompy ciepła (autor zaprojektował już kilka działających w ten sposób budynków mieszkalnych w Polsce), gdzie z 3÷4-krotną efektywnością (SCOP) będziemy mogli wykorzystywać energię końcową – tu elektryczną.

Jak wynika z powyższych rozważań, wprowadzenie do nowoczesnego energooszczędnego budynku jednej lub kilku

pomp ciepła może znacznie zmniejszyć jego zapotrzebowanie na energię końcową. Nie zmienia to jednak postaci rzeczy, że budynki takie staną się z założenia monoenergetyczne (prąd dla: C.O., C.W.U., chłodzenie, wentylacja) i będą pobierać znacznie więcej energii elektrycznej niż przeciętnie budowany dziś budynek. Powstaje więc potencjalne uzasadnienie dla wyposażenia takiego budynku we własną instalację generującą energię elektryczną, która będzie mogła choć w części zmniejszyć jego energochłonność, a tym samym uzasadnić właśnie wprowadzenie do niego pomp ciepła.

Przydomowa instalacja fotowoltaiczna

Podstawy teorii systemów fotowoltaicznych

Generatory fotowoltaiczne – czyli panele fotowoltaiczne (składające się z modułów fotowoltaicznych o mocy od 100 do 300 W), są urządzeniami przetwarzającymi bezpośrednio energię promieniowania słonecznego (bezpośredniego i rozproszonego) na prąd elektryczny (napięcia stałego DC). Aby mogły współpracować z domową siecią niskiego napięcia (240V AC) muszą być podłączone do specjalnych urządzeń – tzw. „inwerterów” dopasowujących źródła prądu stałego do zmiennego. Razem, panele PV i inwertery, stanowią mikroelektrownie generujące energię elektryczną. W tym przypadku, taka mikroelektrownia musi być zawsze podłączona do czynnej sieci energetycznej nn. (tzw. system on-grid). W tym układzie, jeżeli nasz dostawca energii (OSD) wstrzyma dostawę prądu (np. prace sieciowe), nasz system też się automatycznie wyłączy, niezależnie od intensywności nasłonecznienia.

Alternatywnym rozwiązaniem jest system off-grid, gdy energia ze słońca przetworzona przez moduły nie jest zamieniana na prąd zmienny, tylko w postaci prądu stałego służy do ładowania baterii akumulatorów (domowego banku energii). Tu pomiędzy panelami a bateriami instaluje się urządzenie zwane „regulatorem ładowania”, które może również zarządzać odbiorem tej energii przez odbiorniki domowe. Taki system nazywamy siecią wydzieloną – czyli „wyspą” własnej energii elektrycznej. W układzie takim musi istnieć zespół efektywnych akumulatorów, które będą składować energię elektryczną, dając możliwość jej późniejszego wykorzystania. System taki, może pracować bez podłączenia do czynnej sieci nn.

Ekonomika systemu PV

Podobnie jak w przypadku pomp ciepła, ekonomikę stosowania lokalnego generatora fotowoltaicznego wyznaczają głównie krajowe uwarunkowania, dotyczące wyceny i sposobu zagospodarowania wyprodukowanej energii elektrycznej. W Polsce ta sytuacja zmieniała się ostatnio co pół roku. Zapominając poprzednie warunki (i tym samym własne teksty na ten temat w różnych pismach) odniosę się do aktualnie obowiązujących przepisów.

Zgodnie z obowiązującą nowelizacją Ustawą Energii Odnawialnych Źródłach Energii z 22.06.2016, możemy teoretycznie w okresach do roku (365 dni) składować energię u Operatorów Sieci Dystrybucji (OSD) odczytując ją z 20% opustem. Instalując więc generator fotowoltaiczny o mocy nominalnej 10 kWp (ale nie większej) – możemy liczyć na ok. 10 000 kWh własnej energii rocznie, którą jeżeli w całości oddalibyśmy do OSD możemy w innej części roku odzyskać 8 000 kWh. Przy założeniu, że zużyjemy te 8000 kWh na swoje potrzeby w ciągu 365 dni to wyprodukowanie i oddanie dodatkowej 1 kWh więcej (np. w wyniku zwiększenia efektywności uzysku PV) nie dostaniemy już nic, energię tę otrzyma od nas w prezencie OSD. Ustawodawca rozumie więc nowy system jako możliwość składowania energii w OSD bez możliwości odsprzedaży jej nadmiarów (stosowanej w ramach tzw. ustaw FIT w większości krajów europejskich). Można wiele dyskutować nad racjonalnością takiego rozwiązania, ja zajmę się możliwościami efektywnego wykorzystania takiego prawa dla podłączenia pomp ciepła.

Możliwe tryby współpracy pomp ciepła z fotowoltaiką

Bezpośrednie połączenie pompy ciepła z generatorem PV

Ze względu na fakt, że pompy ciepła, zarówno te z gruntowym dolnym źródłem jak i powietrzne są urządzeniami grzewczymi czerpiącymi energię ze środowiska, ale również z sieci energetycznej (w relacji odpowiadającej współczynnikowi SCOP) – zawsze wymagają solidnego przyłącza zasilającego. Praktycznie najbardziej energochłonnym elementem każdej pompy jest sprężarka, która w chwili rozruchu przekracza najczęściej moc znamionową pompy. Z tego powodu nie jest możliwe połączenie wprost pompy ciepła z generatorem fotowoltaicznym, który nie toleruje obciążeń ponadnormatywnych. Połączenie PC+PV, aby było efektywne, zawsze musi mieć układ buforujący, zapewniający pokrycie dodatkowego zapotrzebowania energii na rozruch pompy ciepła zarówno w układzie off-grid (baterie), jak i on-grid (sieć nn).

System wyspowy PV – czyli off-grid z pompą ciepła

W rozwiązaniach tego typu jest możliwe zasilanie pompy ciepła z PV przy posiadaniu odpowiedniej mocy „bufora” z akumulowanej energii, czyli np. odpowiedniej wielkości akumulatorów. System działa w ten sposób, że generator fotowoltaiczny ładuje najpierw zestaw akumulatorów (bank energii), następnie zgromadzona energia staje się dostępna dla sieci domowej, w szczególności dla pompy ciepła. Takie systemy są zazwyczaj realizowane dla mniejszych pomp ciepła o mocy do ok. 1÷5 kW zasilanych jednofazowo.

Standardowy domowy bank akumulatorów o pojemności 5 kWh (np. PowerWall Tesli), może być niewystarczający dla pompy ciepła o mocy nominalnej 5 kW, która w chwili rozruchu może wymagać znacznie większej energii. Ponadto, w pełni naładowany bank energii zapewni pracę pompy zaledwie na kilka godzin (max. cztery). Nie zmienia to faktu, że pompa ciepła o mocy 2÷4 kW, mająca układ soft-startu, będzie działać poprawnie. Wszystko zależy od możliwości przeciążenia akumulatorów oraz przetwornicy DC/AC, wynikającego części z ograniczeń przeciążeniowych przetwornicy DC/AC, niż samych baterii. Standardowe przetwornice nie dopuszczają przeciążeń większych niż 10% mocy znamionowej, choć same akumulatory (najczęściej litowo-jonowe, lub litowo-jonowo-fosfatowe) pozwalają nawet na 10-krotne krótkotrwałe przeciążenie ich nominalnej energii (10C). Zatem przy odpowiednim skonfigurowaniu systemu off-gridowego, możliwe jest zasilanie pompy ciepła przy odpowiednio dobranym zestawie akumulator – inwerter sieciowy. Największą wadą tego rozwiązania jest to, że niewielkie rozładowanie akumulatorów uniemożliwia rozruch pompy ciepła i najczęściej nie ma możliwości przełączenia jej na zasilanie z OSD (system wyspowy), a także krótki czas pracy takiego układu.

System zsynchronizowany z siecią – czyli on-grid

W systemach on-grid podłączenie generatora PV następuje przez inwerter DC/AC – urządzenie, które zsynchronizuje elektrownię fotowoltaiczną do jednej lub/i trzech faz zewnętrznej sieci AC. W takim układzie podłączenie pompy ciepła do sieci energetycznej jest najprostszym i najpewniejszym rozwiązaniem, ponieważ sieć OSD wytrzymuje znaczne przeciążenia – do wielkości zainstalowanych zabezpieczeń. W takim jednak przypadku, najważniejsze jest w jaki sposób będzie rozliczana energia z PV oddana do sieci w stosunku do energii pobranej z OSD. Dlatego też, rozpatrywanie opłacalności współpracy PC z PV musi odbywać się na gruncie konkretnych regulacji – Ustaw i Rozporządzeń obowiązujących w danym kraju.

Aspekty ekonomiczne połączeń systemu PV+ PC w Polsce

Pompa ciepła, jako element systemu grzewczego, pracuje wtedy, kiedy potrzebujemy w budynku energii, czyli w okresie grzewczym. Chcąc zasilając pompę z własnej energii musimy albo wyprodukować jej tyle, aby połączenie jej wprost z mikrogeneratorem PV było możliwe (układ off-grid z akumulatorami) albo przekazać, czyli zakumulować energię w sieci energetycznej z okresu, kiedy jej mamy nadmiar, do czasu jej niedoboru (np. zima). Jak wspomniano wcześniej, układ on-grid jest znacznie łatwiejszy dla takiej realizacji. Niestety, ze względu na zmienne nasłonecznienie w naszych warunkach klimatycznych, wartość energii oddawanej do sieci waha się znacznie w poszczególnych miesiącach. Empirycznie potwierdzono, że 80% rocznego uzysku energii możliwe jest do wygenerowania „latem” (~od kwietnia do września), a 6 zimowych miesięcy (~października do marca) przyniesie nam tylko 20%. W warunkach Polski, roczny uzysk jest mniej więcej stały w ostatnich latach (nawet minimalnie się zwiększa) i w okresie 12 miesięcy dobrze zaprojektowana i wykonana instalacja PV powinna przynieść min. 1000 kWh z 1 kWp zainstalowanych paneli. Co oznacza, że z 1000 kWh rocznie – 800 kWh będzie wygenerowane „latem” i 200 kWh „zimą”, czyli dokładnie odwrotnie niż potrzebujemy do systemu grzewczego. Dlatego tak istotny jest system wsparcia ze strony państwa w zakresie możliwości składowania letniej nadwyżki w sieci energetycznej. Tak naprawdę nie jest najważniejsze, jak taki system jest zorganizowany, czy jest to system odkupu energii po wyższej niż rynkowa cenie (FIT), czy net-metering (składowanie w sieci energii do późniejszego wykorzystania) – istotne jest by istniała możliwość przesunięcia nadmiaru energii („lato”) na okres popytu na energię („zima”), z możliwością jej ekonomicznie uzasadnionej składowania w tym okresie.

System wprowadzony aktualnie w Polsce, pozwala na składowanie energii przez okres „letni” w sieci i odzysku 80% w okresie 365 dni od wygenerowania energii i wprowadzenia jej do sieci OSD.

Ekonomia w przypadku systemu off-grid połączenia PV i pompy ciepła grzewczej (CO)

Jak wspomniano wcześniej, system taki działa z baterią akumulatorów ładowanych z nadmiaru energii w okresie „letnim”. Z punktu widzenia ekonomiki systemu, jest to rozwiązanie mało efektywne, ponieważ koszt dobrych baterii, liczony łącznie z ich amortyzacją (w tym wypadku liczbą możliwych do wykonania cykli ładowanie/rozładowanie), przewyższa inne możliwe opcje. Bank energii na bazie dobrych cel litowo-jonowych (50 VDC 100 Ah o pojemności nominalnej 5 kWh), wraz z inwerterem DC/AC będzie kosztował ok. 10 000 USD, to jeżeli założyc 3000 cykli ładowania (DOD 80%), przez ok. 10 lat, zeszkładowanie 1 kWh będzie kosztowało nawet 3,50 zł/kWh. Nawet jeżeli udało by się osiągnąć 5000 cykli to warość zeszkładowanej 1 kWh będzie równa 2,1 zł/kWh. Tańsze baterie ołowiane nie osiągną nawet połowy tego czasu życia, więc nawet nie są brane pod uwagę.

W takim układzie nie ma wątpliwości, że lepiej byłoby podłączyć pompę ciepła do sieci OSD i płacić po 0,65 zł za 1 kWh. Rozwiązanie to jest w ogóle możliwe tylko dla małych jednofazowych pomp ciepła, w innym razie należałoby przygotować tryb takie zestawy akumulatorów.

Ekonomia w przypadku podłączenia on-grid zasilania PC grzewczej

Z systemu PV zsynchronizowanego z siecią energetyczną, podłączenie pompy ciepła, nawet trójfazowej staje się najprostszym rozwiązaniem. Efektywność tego rozwiązania należałoby analizować przez pryzmat ilości możliwej realnie do przekazania energii z systemu PV w okresie letnim. Wspomniany powyżej przykład produkcji i oddania do sieci 1000 kWh z 1 kWp nie jest praktycznie realizowalny, ponieważ licznik energii OSD zamontowany jest za naszą instalacją domową. Tak więc energia wyprodukowana przez PV zostanie najpierw częściowo „skon-



sumowana” przez sieć domową (lodówki, oświetlenie itp.), a potem dopiero nadmiar trafi do OSD. Nie mamy na to wpływu, jedynie teoretycznie przez odłączenie odbiorników na czas „składowania”, ale to nie jest rozwiązanie komfortowe (np. lodówka). Pozostaje kilka rozwiązań, np. przewymiarowanie instalacji PV tak, aby nadmiar przekazany do OSD był równy zużyciu energii przez pompę ciepła w okresie zimowym.

Inaczej będzie to wyglądało dla pompy ciepła dogrzewającej lub dochładzającej powietrze po wentylacji lub produkującej C.W.U. (rozwiązania z powodzeniem zastosowane w wielu domach w Polsce). Pompa taka, np. o mocy nominalnej dla grzania 3 kW, będzie potrzebowała ok. 0,9 kW prądu elektrycznego i pracując przez 15 h zużyje na dobę ok. 14 kWh, czyli miesięcznie 200÷300 kWh (uwzględniając okresy redukcji wentylacji z powodu braku domowników). Jak widać instalacja PV o mocy znamionowej np. 3 kWp bez problemu pokryje większość tego zapotrzebowania. Zwiększając moc zainstalowanych paneli PV do 6, a nawet 10 kWp okaże się, że jesteśmy w stanie zbuforować część energii na zimę dle celów grzewczych, ale pojawią się jej nadmiary.

Tu niestety wkrada się poważny problem ekonomiki. Buforowanie siecią energetyczną, będzie miało sens – za 200 kWh wyprodukowanych w ciągu miesiąca dostaniemy od OSD 160 kWh, ale jeżeli będziemy je chcieli dokupić w ciągu nocy, to zapłacimy za nie ok. 0,65 zł/kWh (przy II taryfie 35 zł). Zwiększenie mocy Prosumenckiej elektrowni PV może mieć również inne utrudnienie. Zakładając 10 kWp – i uzysk 10 000 kWh rocznie – będziemy mieli 80% tej energii dostępnej w okresie zimowym (teoretycznie 8 000 kWh). Praktycznie jednak, pamiętając o tym, że energia ta trafi najpierw do domowej sieci i zostanie częściowo wykorzystana, przy stopniu wykorzystania własnego 30% (tzw. Współczynnik SWE0), to będzie to 7 000 kWh oddanych i z tego 5 600 kWh dostępnych od OSD „zimą”. I tu okazuje się, że zastosowanie nawet dwóch pomp ciepła – jednej służącej zimą do ogrzewania i drugiej do wspomagania wentylacji, może nie wykorzystać efektywnie całej energii z PV. A to, czego możemy nie wykorzystać w okresie 365 dni, po tym terminie przepadnie. Dobrą praktyką (już sprawdzoną w kilku budynkach) jest wykorzystanie pompy ciepła pracującej jako wytwornica chłodu wspomagająca układ wentylacji. W efekcie uzyskujemy system pełnej, bardzo taniej w utrzymaniu klimatyzacji (jedynie koszt amortyzacji urządzeń), którą z powodzeniem zagospodarujemy okresowe nadwyżki energii. Również przygotowanie C.W.U. z namiarów własnej energii elektrycznej może okazać się bardzo opłacalne.

Rozwiązanie hybrydowe

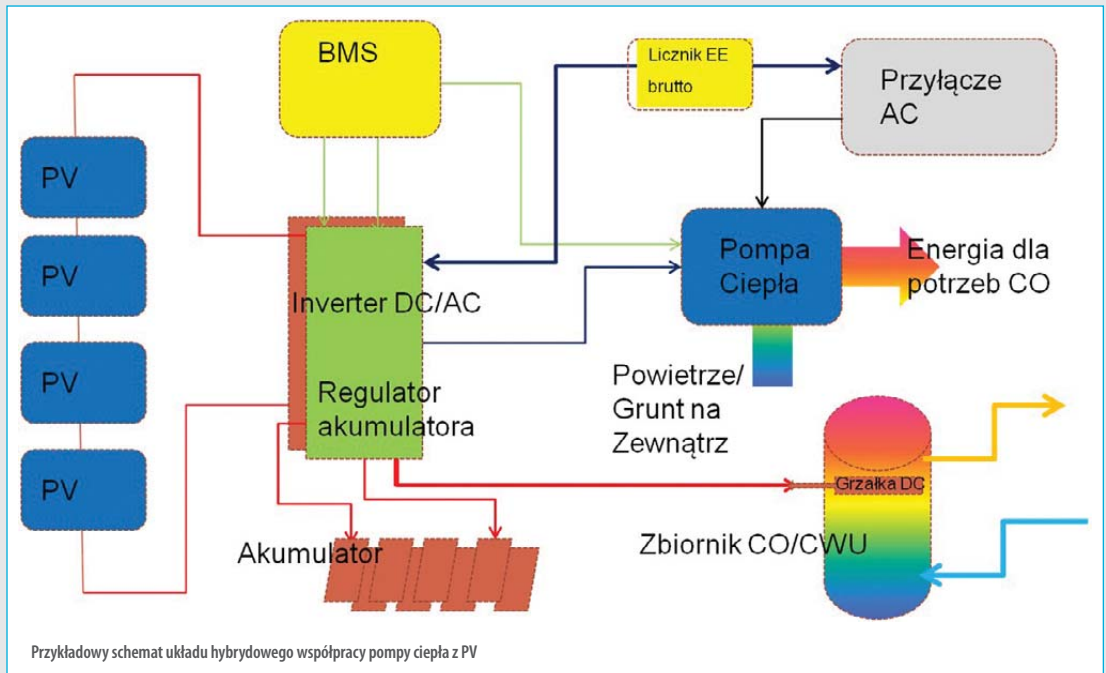
Antidotum na to jest rozwiązanie zwane „hybrydowym”, które zastosowano w domu testowym. Polega ono na wykonaniu w budynku dwóch instalacji:

- jednej zsynchronizowanej (on-grid),
- drugiej wyspowej

oraz na okresowym włączaniu elektrowni PV w system z akumulatorami (off-grid), a okresowo przyłączenie go do sieci OSD.

Dla Prosumentów, którzy potrafią dobrze wykorzystać swoją własną energię jest to rozwiązanie optymalne przy założeniu, że mają do dyspozycji „inteligentny” system automatyki budynkowej (BMS), który będzie w stanie zapewniać bezpieczne i uzasadnione przełączanie odbiorników – w tym pomp ciepła między jednym a drugim zasilaniem. Nie jest to łatwe zadanie, ponieważ praktyka wykazuje, że ani proste sterowanie progowe (np. jeżeli napięcie na ładowanych z PV akumulatorach wzrośnie powyżej pewnego poziomu) ani sterowanie czasowe (np. od godz. 10 do godz. 13) nie zdaje tu egzaminu. Pierwsze powoduje zbyt częste „skoki”, kiedy system oscyluje na granicy zadanego napięcia, nie do zaakceptowania dla większości odbiorników AC. Drugi bardzo często różni się z podażą zielonej energii. W przypadku zasilania pomp ciepła problem dodatkowo komplikuje fakt, że większość wbudowanych sterowników pomp ciepła nie dopuszcza możliwości zbyt częstego ich włączania i wyłączania – w praktyce pompa ciepła nie daje się wyłączać częściej, niż 3 razy w ciągu godziny, blokując się po kilku takich próbach (traktując to jako awarie zasilania), aż do przyjazdu serwisu. Rozwiązanie to daje elastyczność w wykorzystaniu energii z PV, tak aby nie oddawać nadmiarów wyprodukowanej energii za darmo do OSD. A dzieje się tak w Polsce (od 01.07.2016) zawsze, kiedy nie będziemy w stanie skosztować energii i oddamy nadwyżkę do sieci.

Dlatego też, optymalnym rozwiązaniem jest przytoczony system hybrydowy, który w okresach nasłonecznienia będzie zasilał pompę ciepła, a nadwyżki akumulował. Nadwyżki powinny być też przekazywane do akumulatorów w okresie nadmiarów oraz kiedy nie potrzebujemy dogrzewać/schładzać powietrza do wentylacji albo produkować C.W.U. Sprawny system zarządcy BMS powinien być w stanie diagnozować te stany i efektywnie przełączać zasilanie pomp ciepła między różnymi źródłami. Nie nadają się do tego żadne typowe sterowniki pomp ciepła ani inwerterów PV. Jest to zdecydowanie najlepsze technicznie rozwiązanie, jednak najdroższe i można je określić jako luksusowe.



Analizując ekonomikę instalacji fotowoltaicznej w Polsce, nie sposób oddzielić od możliwości zestawienia jej z pompami ciepła. Obecna Ustawa o OZE, z jednej strony „skazuje nas” na obowiązkowe zużycie energii elektrycznej przed oddaniem jej do sieci, z drugiej daje możliwość jej odbierania z 20% kosztem. Instalacja, w której nie ma odbiorników energii na fazach gdzie zsynchronizowano inwertery sieciowe, jest z założenia skazana na nieefektywność. Oddanie całości 10 000 kWh (z 10 kWp) byłoby sensowne o tyle, o ile moglibyśmy w okresie rozliczeniowym zużyć (8000 kWh), ponieważ praktycznie w okresach szczytowych najprawdopodobniej trudno będzie zagospodarować całą energię pochodzącą z generatora PV. Mając na uwadze fakt, że 80% (np. z tych 10 000 kWh) zostanie wyprodukowane w ciągu 6 miesięcy „letnich”, gdzie potrzeby energetyczne budynków mieszkalnych są najmniejsze, składowanie energii z PV na okres grzewczy staje się koniecznością.

Projektując system energetyczny Budynku Energooszczędnego, a już w szczególności Zrównoważonego, należy więc zacząć niejako „od końca”, czyli od obliczenia, ile dachu czy miejsca w koło domu będziemy w stanie przeznaczyć na PV. Następnie obliczamy ile będziemy potrzebowali energii w poszczególnych okresach („zimną” i „latem”) i w końcu ile z tego jesteśmy w stanie zakumulować w okresie „letnim”. Podejście takie generuje więc nowy rachunek ekonomiczny. Sprowadza się on do liczenia zapotrzebowania na ciepło w okresie zimowym i porównanie go do możliwości zgromadzenia energii przez okres 6 miesięcy słonecznych, przy założeniu możliwości akumulowania energii w OSD za 20% „opust”. Dopiero takie podejście daje szansę na racjonalne połączenie pomp ciepła z mikrogeneratorami PV.

Aktualne pułapki i ograniczenia rozwiązania PC+PV

System taki ma jednak swoje ograniczenia. Pierwszym z nich jest fakt, że jest to rozwiązanie drogie i skomplikowane oraz jak wykazują analizy, żadna „standardowa oferta”, czy „zestaw producenta” nie jest zoptymalizowany do konkretnego budynku i potrzeb jego mieszkańców. Rozwiązanie to wymaga każdorazowo indywidualnego projektu. Drugim jest konieczność wykorzystania przekazanej do OSD energii w określonym czasie, różnie interpretowanym przez różnych OSD w Polsce. O ile „Energia”, nie ma wątpliwości co do intencji Ustawodawcy i możliwości pobierania energii przez 365 dni od jej wprowadzenia, o tyle inni OSD już odwołują się do swoich Umów Kompleksowych,

w których bezkompleksowo po swojemu czytają Ustawę twierdząc, że mogą rozliczać np. w dwumiesięcznych okresach rozliczeniowych, uniemożliwiając tym samym niskokosztowe składowanie energii z PV na „zimę” (w okresach pomiędzy rozliczeniami trzeba będzie najprawdopodobniej zapłacić za tzw. „prognozy zużycia energii”). Inną pułapką jest tzw. Opłata za moc czynną, parametr niestety związany z użytkowaniem pomp ciepła, który może stanowić dodatkowe obciążenie dla Prosumenta – możemy zostać naliczana dodatkowo znaczna opłata za wprowadzenie tej mocy, jak to już precedensowo stało się faktem w tym roku w Białymstoku. Są to jednak problemy startu dużego i nowego systemu wsparcia po nowelizacji i mamy nadzieję, że problemy te będą z czasem rozwiązywane (jak istniejący do niedawna problem tzw. rozliczania międzyfazowego, który mamy nadzieję został rozstrzygnięty na korzyść Prosumentów, choć są też doniesienia o oszustwach niektórych OSD w tym zakresie).

Efekty środowiskowe instalacji PC+PV

Opisane przykłady z pompami ciepła mają, poza ekonomicznym jeszcze jeden, niesłychanie ważny wymiar – środowiskowy. System, w którym instalowane są nowe pompy ciepła, które zwiększają zapotrzebowanie na „czarną” energię elektryczną, może być oceniany przez sceptyków jako nieekologiczny, jak to pokazano na początku artykułu. Zastosowanie zestawu PC+PV obala argument, że pompy ciepła zwiększają emisję gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczenie powietrza bardziej, niż kotły gazowe. Wytwarzając w przydomowym generatorze fotowoltaicznym energię, którą następnie zużywamy w tym samym domu, mamy do czynienia ze zmniejszeniem współczynnika WPI z 3 do zera dla znacznej części energii wykorzystywanej w domu oraz całkowitą redukcją zanieczyszczeń towarzyszących ogrzewaniu domu (przy jednej PC), przygotowaniu C.W.U. oraz klimatyzacji.

Zdaniem Autora, użycie pomp ciepła do ogrzewania pomieszczeń, dogrzewania czy schładzania powietrza do wentylacji, czy też do produkcji C.W.U., przy wspomaganie z mikroelektrowni PV staje się najbardziej ekologicznym, a zarazem najbardziej efektywnym istniejących źródeł ciepła dla systemów HVAC na świecie. Pozostaje zawsze pytanie, kogo stać w Polsce na trzy pompy ciepła w nowobudowanym budynku mieszkalnym, ale to już kwestia systemu wsparcia, wybiegająca poza meritum tego artykułu.

Jak wybrać pompę ciepła?

Wybór pompy ciepła przez firmę instalacyjną

ADRIAN TELIŻYN

Rynek pomp ciepła w Polsce stale rośnie, a liczba producentów je oferujących wręcz wystrzeliła w górę. Dla klienta końcowego pompa ciepła to zwrot dość ogólny i oznacza po prostu rodzaj ogrzewania w jego domu. Jej wybór sprowadza się do ceny oraz zaufania do marki i instalatora. Firma instalacyjna wybierając, a mówiąc precyzyjniej dobierając pompę ciepła dla klienta końcowego, nie powinna tego zaufania zawieźć. Musi więc spojrzeć na temat nieco szerzej.

Zacznijmy od tego, że na rynku mamy ofertę różnych typów pomp ciepła. I tak, mamy:

- pompy ciepła powietrze-powietrze przystosowane do całorocznego ogrzewania, reprezentowane przez jednostki kanałowe dla ogrzewania nadmuchowego, klimatyzatory typu split czy też układy VRV;
- pompy powietrze-woda, do których zaliczamy najbardziej popularne pompy niskotemperaturowe LT, wysokotemperaturowe HT oraz hybrydowe, będące połączeniem kotła gazowego oraz pompy LT powietrze-woda;
- pompy gruntowe glikol-woda i woda-woda będące najczęściej pompami niskotemperaturowymi.

Każda z przedstawionych pomp ciepła może być strzałem w dziesiątkę, ale tylko dla konkretnej instalacji, a nie dla każdej.

Wymienione na początku rozwiązania typu powietrze-powietrze, nazywane często bezpośrednim odparowaniem, stosowane są na ogół w obiektach wymagających nie tylko całorocznego ogrzewania, ale i chłodzenia. Przeważnie są to budynki komercyjne, w których ciepło z instalacji oddawane jest bezpośrednio do powietrza w pomieszczeniach. W budownictwie indywidualnym najbardziej popularne są układy wodne oparte na pompach powietrznych i gruntowych.

Ponieważ głównym powodem, dla którego inwestor wybiera pompę ciepła, są niskie koszty eksploatacji, warto więc spojrzeć na różne typy pomp ciepła pod tym kątem. Parametrem mającym istotny wpływ na koszty, jest temperatura zasilania, współpracującej z pompą ciepła instalacji.

Samodzielna analiza kosztów eksploatacji na podstawie dokumentacji technicznej producenta jest dość trudna i może być obarczona sporym błędem z uwagi na fakt, że prosta interpolacja danych z prezentowanych przez producenta tabel mocy grzewczych nie jest możliwa. W tym celu lepiej jest wykorzystać dedykowane narzędzia producentów urządzeń, które w swoich algorytmach obliczeniowych mają zawarte charakterystyki pracy w całym zakresie temperatur.

Dobór pompy ciepła ze względu na temperaturę zasilania

Dla potrzeb niniejszej prezentacji wykorzystano narzędzie Daikin WebTools, będące symulatorem kosztów eksploatacji, stworzone przez producenta, który w swojej ofercie ma wszystkie typy pomp ciepła.

Przyjęto następujące założenia:

- średniej wielkości dom jednorodzinny, z zapotrzebowaniem na ciepło w wysokości 20 tys. kWh;
- płaska stawka za energię elektryczną w wysokości 0,60 zł/kWh;
- stacja pogodowa Katowice;
- rozpiętość temperatur zasilania w zakresie 35÷65°C;

oraz następujące urządzenia producenta, pompy Daikin Altherma:

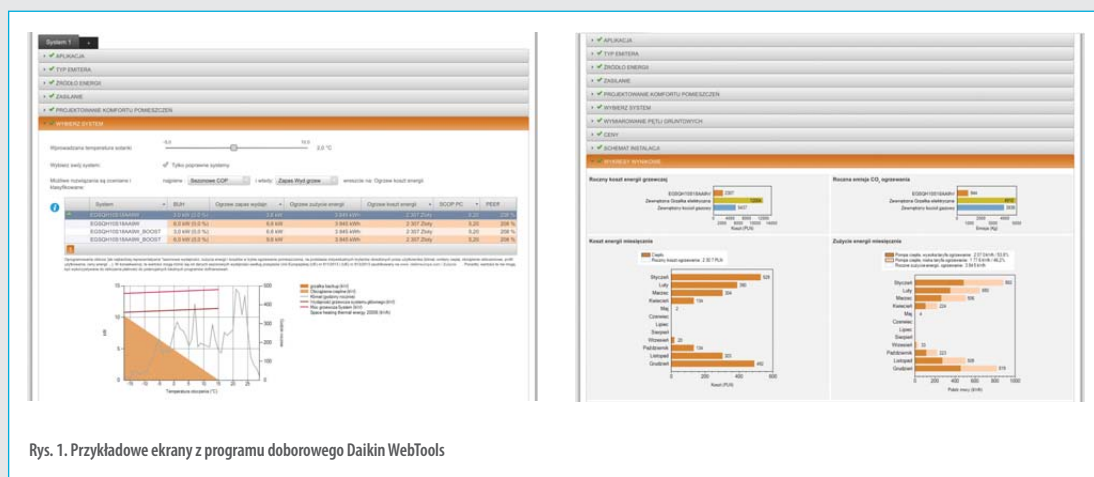
- pompa niskotemperaturowa LT o mocy nominalnej 11 kW;
- pompa wysokotemperaturowa HT o mocy nominalnej 11 kW;
- pompa gruntowa o mocy nominalnej 10 kW;
- hybrydowa pompa ciepła z modulem pompy ciepła o mocy 7,4 kW i modulem kotła gazowego o mocy 27 kW;

0 AUTORZE

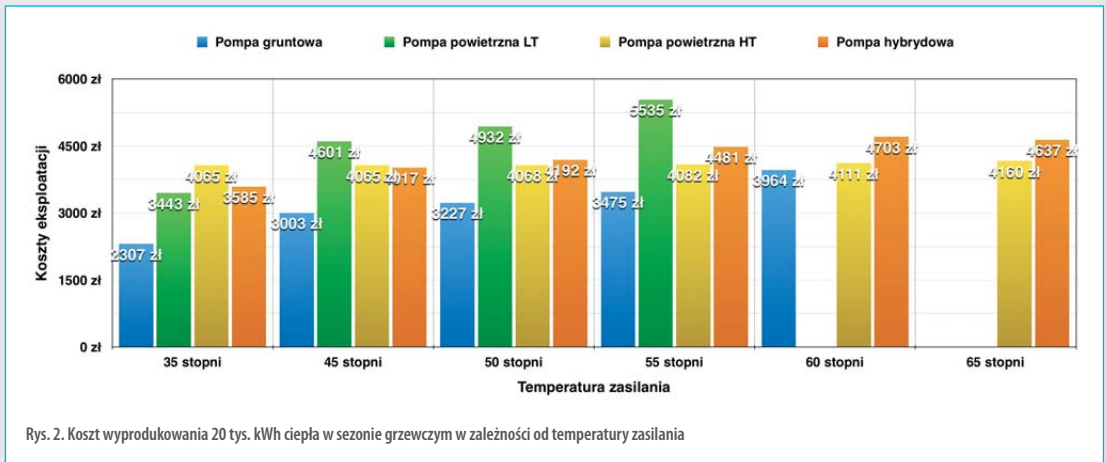


mgr inż. Adrian
TELIŻYN

Prezes Zarządu Karbon sp. z o.o., od 2010 roku prowadzi autorski blog OWK, czyli HVAC po polsku, www.blog.karbon.com.pl



Rys. 1. Przykładowe ekrany z programu doborowego Daikin WebTools



Rys. 2. Koszt wyprodukowania 20 tys. kWh ciepła w sezonie grzewczym w zależności od temperatury zasilania

Wyniki przedstawiono na rys. 1, a pokazują one koszt wyprodukowania 20 tys. kWh ciepła w sezonie grzewczym w zależności od temperatury zasilania, podawanej na instalację grzewczą.

Ilość ciepła odpowiada zapotrzebowaniu na moc grzewczą ok. 10 kW. Wszystkie pompy z zestawienia wyposażone są w sprężarki inwerterowe z płynną modulacją mocy, a także w pompy obiegowe z płynną modulacją przepływu, zapewniające utrzymanie stałej delty zasilanie/powrót przy zmiennych obciążeniach cieplnych.

Z wykresów widać, że przy temperaturze zasilania 35 stopni, najniższe koszty eksploatacji daje nam oczywiście pompa gruntowa, a różnica w stosunku do następnej pompy powietrznej LT, zaczyna się od kwoty ok. 1 tys. zł i dalej rośnie. Zarówno pompa hybrydowa jak i pompa wysokotemperaturowa HT generują wyższe koszty.

Oczywiście wzrost temperatury zasilania podnosi nam koszty eksploatacji, a w przypadku pompy LT, ten wzrost zaczyna gwałtownie przyspieszać kiedy osiągamy pułap 45°C, gdyż koszty eksploatacji skaczą o ponad 1 tys. zł.

Przy zasilaniu 50 i 55°C, pompa LT znacznie odstaje od pozostałych pomp, a przy 60°C, z uwagi na ograniczenia techniczne, wypada z zestawienia.

Warto zauważyć iż przy temperaturze zasilania 65°C w zestawieniu pozostaje jedynie pompa hybrydowa i wysokotemperaturowa HT. Ta ostatnia jest najbardziej odporna kosztowo na wzrost temperatury zasilania w instalacji.

Należy zaznaczyć, że Altherma HT jest pompą dwusprężarkową, z kaskadowym układem sprężania, dzięki któremu osiąga temperaturę zasilania do 80°C. Większość pomp na rynku, oznaczonych również literkami HT, wyposażonych jest w jedną sprężarkę, a temperatura 65°C, to górna granica możliwości technicznych, przy której sprawność drastycznie spada.

Dość ciekawym rozwiązaniem jest pompa hybrydowa, która przy stosunkowo niskim koszcie inwestycyjnym, w porównaniu do pozostałych typów pomp, generuje średnie koszty eksploatacji.

Należy też pamiętać, że przedstawione na wykresie koszty eksploatacji odnoszą się do płaskiej stawki za energię elektryczną. W przypadku stosowania stawek jakże dostawcy energii oferują w układach dwutaryfowych czy weekendowych, koszty eksploatacji będą znacznie niższe.

Koszty inwestycyjne i warunki lokalizacyjne

Oczywiście wybór tego czy innego rozwiązania nie zależy tylko od najniższych kosztów eksploatacji. Nie bez znaczenia jest koszt inwestycyjny oraz zewnętrzne ograniczenia techniczne wynikające z wielkości budynku, powierzchni działki, lokalizacji, dostępnych mediów, możliwości instalacyjnych. Dla budynku z zapotrzebowaniem 4-5 kW nie wybierzemy pompy HT. Najczęściej jest ona wybierana do modernizowa-

nych instalacji grzejnikowych, dotychczas zasilanych kotłem na paliwo stałe.

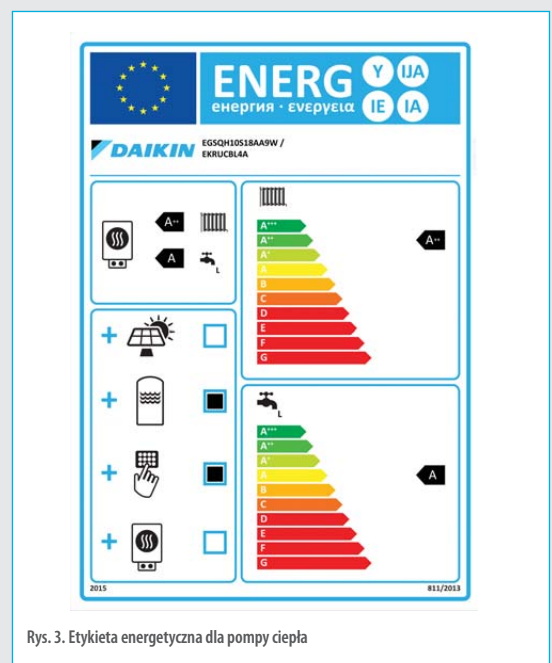
Jeśli do dyspozycji mamy zbyt małą działkę na dolne źródło poziome, i do tego np. w centrum miasta lub na terenach, gdzie wiercenie nie wchodzi w grę (tereny górnicze lub górskie), to nie zastosujemy pompy gruntowej i pozostaje nam do wyboru tylko pompa powietrzna.

Jeśli nie mamy gazu – to nie wybierzemy hybrydowej pompy ciepła. Jest ona z kolei najczęściej wybierana do większych budynków, mających dostęp do gazu, z instalacją grzejnikową. Pozwala ona ograniczyć koszty eksploatacyjne w stosunku do samego gazu o ok. 20÷30%, a w połączeniu z instalacjami PV do 50%.

Dobór ze względu na rozwiązania techniczne pomp ciepła

Jeśli dany producent nie oferuje narzędzi symulacyjnych pozwalających na oszacowanie przyszłych kosztów eksploatacji, warto zwrócić uwagę na dane techniczne oferowanych przez niego urządzeń.

Pamiętajmy jednak, że wybieranie pompy ciepła na podstawie tabel z wartościami współczynnika COP odeszło już do historii, a wrzesień 2015 roku, kiedy wprowadzono obowiązek etykiet energetycznych, przypieczętował ten fakt definitywnie.



Rys. 3. Etykieta energetyczna dla pompy ciepła



Rys. 4. Analizowane urządzenia Altherma: a) gruntowa, b) LT, c) HT, d) hybrydowa

Etykieta energetyczna, to nie tylko kolorowa naklejka z mapą naszego kontynentu i literkami, ale szereg dokumentów, w tym:

- arkusz danych technicznych;
- arkusz seasonal efficiency;
- product fiche;
- technical fiche

a wszystko to dla c.o. jak i c.w.u.

W etykiecie producent wprost szacuje koszty eksploatacji konkretnego urządzenia, dla zadeklarowanego obciążenia cieplnego, warunków klimatycznych oraz temperatur zasilania. Umiejętność jej przeczytania i wyjaśnienia zawartych informacji klientowi końcowemu nie powinna być obca żadnej firmie instalacyjnej.

Oprócz zewnętrznych ograniczeń technicznych, należy zwrócić uwagę także na te, tkwiące w samej pompie ciepła, a więc graniczne parametry pracy, możliwości sterowania oraz współpracy z instalacją grzewczą.

Codziennie skrzynka mailowa instalatora zapełniana jest ofertami rewelacyjnych pomp ciepła, w rewelacyjnych cenach. Ale wybierając tą czy inną pompę dla klienta końcowego powinniśmy wybierać ją w taki sposób, by nie przysporzyła nam problemów instalacyjnych i eksploatacyjnych.

Firma instalacyjna jest najważniejszym i najczęściej jedynym ogniwem (pomijając projektanta) łączącym klienta końcowego z konkretnym rozwiązaniem instalacyjnym. Jeśli praca instalacji z pompą ciepła odbiega od założeń i oczekiwań klienta, to wynikające z tego niezadowolone, nie jest kierowane w stronę producenta, tylko właśnie w stronę firmy instalacyjnej.

Najczęstszym powodem problemów jest niedopasowanie hydrauliczne i mocowe pompy ciepła do instalacji oraz ubogie możliwości sterowania. By pompa ciepła pracowała przez cały sezon grzewczy w warunkach zmiennego obciążenia z założoną sprawnością, nie odbiegającą od wcześniejszych założeń symulacyjnych i danych z etykiety energetycznej, jej układ chłodniczy musi mieć zapewnione stabilne warunki pracy, a więc:

- właściwą modulację mocy;
- zakładany przepływ;
- różnicę temperatur na dolnym i górnym źródle.

W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach, stosowane są sprężarki inwerterowe z elektronicznym zaworem rozprężnym oraz modulacją przepływu na pompie obiegowej, pozwalające na precyzyjną regulację mocy oddawanej przez pompę ciepła i dostosowanie się hydrauliczne do instalacji.

W prostszych i tańszych pompach ciepła typu on/off, z termostatycznym zaworem rozprężnym i z pompą obiegową o niewielkiej wysokości podnoszenia i stałym wydatku, dla zapewnienia stabilnej pracy, konieczne jest stosowanie bufora lub sprzęgła hydraulicznego i większej wtórnej pompy obiegowej lub pompy ze zmiennym przepływem – o ile po stronie instalacji zmienne przepływy mają miejsce.

Zarówno etykiety energetyczne jak i programy symulacyjne nie uwzględniają nieprawidłowej współpracy pompy z instalacją. Tak więc pompę ciepła dobieramy nie tylko pod kątem najniższych kosztów eksploatacji i mocy grzewczej, ale także pod kątem instalacji, z którą ma współpracować.

Automatyka i możliwości sterowania pompą ciepła

Dobierając pompę ciepła, wybieramy jednocześnie możliwości sterowania z jakich korzystać będzie końcowy użytkownik. Na etapie doboru, dokładne przeanalizowanie sterowania jest na ogół pomijane, jednak w trakcie eksploatacji często okazuje się, że brak pewnych funkcjonalności dyskwalifikuje instalację. Użytkownicy pomp ciepła bardzo często korzystają z dwutaryfowych stawek za energię. Automatyka pompy powinna więc pozwalać na niezależne programowanie cykli przygotowania wody użytkowej oraz ogrzewania w godzinach taniej taryfy w poszczególnych dniach tygodnia.

Dla użytkownika chcącego zweryfikować poprawność wyboru pompy ciepła, przydatne będą też informacje o ilości energii zarówno pobranej, jak i wyprodukowanej przez pompę oraz podstawowe dane o aktualnej pracy pompy ciepła, takie jak: stan pracy sprężarki, pompy obiegowej, tryb pracy, temperatura górnego i dolnego źródła, przepływy.

Współpraca z dostawcą urządzenia

Na wybór pompy ciepła przez firmę instalacyjną powinny mieć również wpływ pozycja producenta na rynku oraz sposób dystrybucji urządzeń. Składa się na nią sprawna organizacja zamówień i dostaw, wsparcie techniczne przy montażu i rozruchu oraz obsługa gwarancyjna. Jeśli współpracujemy bezpośrednio z producentem to mamy zagwarantowany kontakt z inżynierami sprzedaży, inżynierami serwisu, działem technicznym, logistyką, marketingiem, dokumentacją szkoleniową i serwisową. Jeśli współpracujemy z importem, przekazywany nam know-how jest zazwyczaj znacznie uboższy.

Dość często przyjętym modelem na naszym rynku, szczególnie w przypadku pomp ciepła powietrznych, jest taki, w którym firma instalacyjna, w ramach udzielonego jej rabatu handlowego, przejmuje na siebie obowiązki gwarancyjne z tytułu robocizny, a producent dostarcza bezpłatnie tylko części. W tym modelu instalator powinien upewnić się, że producent zapewnia mu pełne wsparcie serwisowe obejmujące szkolenia na odpowiednim poziomie i niezbędną dokumentację, a urządzenie jest przyjazne w serwisie.

Jeśli pompa ciepła ma sprawny system autodiagnostyki i detekcji błędów, możliwość monitoringu parametrów pracy i dobrą dokumentację serwisową, to proces usuwania ewentualnej awarii nie będzie czasochłonny i kosztowny dla instalatora. Przy braku tych elementów, jedna awaria potrafi zniweczyć całą pracę.

Jak więc widać, nie zawsze każda pompa ciepła w rewelacyjnej cenie, przełoży się na sukces konkretnej instalacji.

Silna drużyna pomp ciepła marki Buderus

Marka Buderus jest idealnym rozwiązaniem dla osób poszukujących urządzeń, wykorzystujących energię odnawialną jako źródło ciepła. Buderus ma w ofercie pompy ciepła, które wykorzystują jako naturalne źródło ciepła zarówno powietrze, jak i ciepło ziemi.



Logatherm WPT

Wśród powietrznych pomp ciepła, można wyróżnić pompy ciepła do ciepłej wody użytkowej Logatherm WPT, które są wyposażone w zasobnik ciepłej wody użytkowej o pojemności 200, 250 i 260 litrów. Ich szczególne cechy to wysoka efektywność, możliwość podgrzewania ciepłej wody do 60°C, praca do temperatury powietrza -10°C (model WPT 270.3 AS) oraz możliwość podłączenia kanałów powietrznych, gdzie łączna długość może sięgać nawet 70 m!

Logatherm WLW196i AR

Ciekawą propozycją, jaką można znaleźć w ofercie Buderus, jest powietrzna pompa ciepła Logatherm WLW196i AR. Jest to nowa konstrukcja, która oprócz bardzo dobrych parametrów technicznych wyróżnia się unikatowym wyglądem, ponieważ przednia obudowa modułu wewnętrznego dostępna jest w kolorze białym lub czarnym i wykonana jest ze szkła (Titanium Glass).



Logatherm WLW

Logatherm WLW196i ARE, ART, ARTS

Logatherm WLW196i AR to urządzenie typu monoblok, które służy zarówno do ogrzewania c.o., podgrzewania ciepłej wody użytkowej jak i chłodzenia. Pompa ciepła powietrze-woda to duża elastyczność adaptacji do różnych rodzajów budynków. Dostępne są 4 wersje urządzeń przeznaczone do obiektów nowych i modernizowanych. Pompy ciepła do budynków nowo wybudowanych wyposażone są w moduł wewnętrzny: ARE, ART, ARTS. Wszystkie wersje zawierają standardowo wbudowany dogrzewacz elektryczny wspomagający pompę ciepła w najzimniejsze dni, a dwa ostatnie wyposażone są dodatkowo w zasobnik c.w.u. o pojemności 190 litrów wykonany z wysokogatunkowej stali nierdzewnej.

Logatherm WLW196i ARB

Czwarta wersja modułu wewnętrznego ARB jest przeznaczona do budynków modernizowanych, wyposażonych już

w inne źródło ciepła. Dzięki wbudowanemu zaworowi mieszającemu pompa ciepła może współpracować z innym źródłem ciepła. Dodatkowo przy uprzednim wprowadzeniu relacji między ceną energii elektrycznej i ceną dotychczas stosowanego paliwa (np. gazu, oleju opałowego), system sterowania sam określa czy w danym momencie ciągle opłacalne jest wykorzystywanie pompy ciepła, czy może warto przełączyć się na istniejące źródło ciepła.

Mając zatem 4 moce grzewcze i 4 wersje pompy ciepła (w jednym kolorze), można uzyskać aż 16 rozwiązań, co może zaspokoić nawet najbardziej wymagających klientów.

Sterowanie

Wychodząc naprzeciw coraz większej mobilności użytkowników i coraz większego znaczenia komunikacji przez internet, pompy ciepła Logatherm WLW196i AR zostały standardowo wyposażone w moduł komunikacyjny. Podłączając urządzenie do sieci internetowej, można się komunikować z urządzeniem za pomocą aplikacji Buderus EasyControl, dostępnej na system Android lub iOS. Pozwala ona na kontrolowanie temperatur pracy pompy ciepła, regulację i programowanie temperatur na każdym obiegu grzewczym, regulację temperatury ciepłej wody oraz otrzymywanie informacji o wystąpieniu usterki. Wszystkie funkcje pozwalają zdalnie sterować pompą ciepła z domu bez podchodzenia do urządzenia lub będąc poza domem, zapewniając wygodę użytkownikowi.

Wysoka efektywność

Warto jeszcze wspomnieć o oszczędnościach w eksploatacji. Wszystkie pompy ciepła Logatherm WLW196i AR charakteryzują się bardzo wysokimi współczynnikami efektywności COP. Oznacza to, że niewielkim nakładem energii elektrycznej, można wytworzyć kilkukrotnie więcej energii cieplnej. Przykładowo dla temperatury powietrza +7°C i temperaturze instalacji grzewczej 35°C, ta relacja może wynieść blisko 5,0, czyli zysk jest prawie pięciokrotny w stosunku do poniesionego nakładu. Pompy ciepła Logatherm WLW196i AR dostępne są w mocach grzewczych: 6,8, 11 i 14 kW.

Logatherm WPLS.2

Kolejnym „powietrznym” rozwiązaniem oferowanym w marce Buderus jest pompa ciepła Logatherm WPLS.2. W odróżnieniu od urządzenia Logatherm WLW196i AR, jest ono skonstruowane w technologii split, co oznacza, że część pompy ciepła znajduje się na zewnątrz budynku, a część wewnątrz. Logatherm WPLS.2 pozwala zaoszczędzić bardzo dużo energii, ponieważ moc pompy ciepła jest modulowana zależnie od zapotrzebowania dzięki zastosowaniu technologii inwerterowej. Produkcja ciepła zachodzi przy bardzo wysokiej efektywności – współczynnik COP przy temperaturze powietrza zewnętrznego +7°C wynosi nawet 4,81 co bezpośrednio wpływa na obniżenie kosztów eksploatacji.

Zintegrowana pompa obiegowa i nowy regulator pompy ciepła HMC300, który pozwala na doskonale współdziałanie z instalacją fotowoltaiczną, wpływają również na energooszczędność. Opcjonalnie dostępny jest także moduł internetowy.



towy, umożliwiając zdalne mobilne sterowanie systemem za pośrednictwem aplikacji Buderus EasyControl. Urządzenie automatycznie dostosowuje swoją moc (w zakresie modulacji od 25 do 100%) do aktualnego zapotrzebowania i optymalizuje zużycie energii.

Pompa została przygotowana do pracy w klimacie skandynawskim, dlatego jej wysoka efektywność zachowywana jest w całym zakresie temperatur pracy, tj. aż do -20°C . Oprócz funkcji ogrzewania, urządzenie można wykorzystać latem do chłodzenia dzięki rewersyjnej pracy układu chłodniczego.

Jednostkę zewnętrzną Logatherm WPLS.2 można połączyć z czterema różnymi jednostkami wewnętrznymi, które są dostosowane do szczególnych wymagań nowych i modernizowanych budynków. Nieistotne, czy w połączeniu z istniejącym pojemnościowym podgrzewaczem wody, czy z podgrzewaczem zintegrowanym w urządzeniu – Logatherm WPLS.2 idealnie nadaje się również do przygotowania c.w.u. Zapotrzebowanie przestrzenne urządzenia jest niewielkie – jednostka zewnętrzna zajmuje nie dużą przestrzeń poza budynkiem, a jednostkę wewnętrzną można bez problemu instalować w dowolnym pomieszczeniu wewnątrz (np. w pralni czy piwnicy). Pompy Logatherm WPLS.2 są oferowane w 4 mocach grzewczych: 6, 8, 11 i 13 kW. Łącznie urządzenie dostępne jest w 16 zestawach, co umożliwia dobór do niemal każdego rodzaju instalacji grzewczej.

Logatherm WPS6K/10K-1 oraz Logatherm 6/17-1

Zwieńczeniem oferty marki Buderus są pompy ciepła czerpiące ciepło z gruntu za pomocą glikolu. Typszeregi Logatherm WPS6K/10K-1 oraz Logatherm 6/17-1, przeznaczone są do ogrzewania obiektów jedno- lub wielorodzinnych, a także do mniejszych obiektów użyteczności publicznej oraz do podgrzewania wody użytkowej. Model ten obejmuje moce od 6 do 17 kW. Urządzenie cieszą się dużą popularnością dzięki innowacyjnej konstrukcji. Dodatkowo typoszereg urządzeń Logatherm WPS6K/10K-1 łączy zalety dwóch urządzeń: pompy ciepła i zasobnika ciepłej wody, ponieważ oba znajdują się w jednej obudowie. Zasobnik wody ma pojemność 185 litrów, jest wykonany ze stali nierdzewnej i dodatkowo ma wbudowaną anodę inercyjną.

System optymalizacji pracy Dynamic Pump Control podczas działania pompy ciepła dba o to, aby uzyskiwała ona jak najwyższy współczynnik COP. Dzięki wysokiemu współczynnikowi wydajności (COP) urządzenie pracuje oszczędniej, co przynosi się na konkretne korzyści finansowe dla użytkownika. Wg normy EN 14511 w warunkach 0/35 pompy osiągają współczynniki COP o wartości nawet do 4,8! Dodatkowo pompy Logatherm wyposażone zostały w elektroniczne pompy obiegowe klasy A dolnego i górnego źródła, które wpływają na obniżenie zużycia energii przez całe urządzenie. System sterowania w pompach ciepła oparty jest na regulacji pogodowej. Oznacza to, że urządzenia dostosowują temperaturę



w instalacji grzewczej do warunków pogodowych, z czego również wynikają wymierne oszczędności. Oprócz innowacji zastosowanych wewnątrz pompy ciepła, pozwalających na bardziej oszczędną pracę, sterowanie HMC10-1 dba także o to, aby urządzenia pracujące poza obrębem pompy ciepła spełniały ten warunek. Oznacza to, że pompy obiegowe podczas sezonu grzewczego nie pracują non-stop, lecz tylko wtedy, kiedy jest to konieczne, co wpływa na kolejne oszczędności.

Regulator pompy ciepła HMC10-1 umożliwia kontrolowanie dwóch obiegów grzewczych w standardzie, a zatem, jeżeli chcemy mieć w instalacji dwie różne temperatury, np. w grzejnikach i instalacji podłogowej, to bez dokupowania dodatkowych elementów sterujących można uruchomić taką regulację. Jeżeli instalacja wymaga większej ilości obiegów grzewczych, to automatykę można rozbudować o sterowanie dwoma dodatkowymi obiegami grzewczymi. Każdy z obiegów grzewczych może wówczas mieć swój indywidualny regulator pokojowy. Dodatkowo, stosując odpowiednie akcesoria, pompa ciepła realizuje funkcje podgrzewania basenu i chłodzenia pasywnego. Może także współpracować z innym źródłem ciepła. Przy takiej współpracy określamy punkt bivalentny, czyli temperaturę zewnętrzną, po przekroczeniu której ma uruchamiać się dodatkowe źródło ciepła. Regulator pompy ciepła pozwala również na połączenie dwóch pomp ciepła w kaskadę bez żadnych dodatkowych modułów sterujących. HMC10-1 kontroluje również ilość wytworzonej energii przez pompę ciepła a zatem użytkownik ma kontrolę nad tym, na jakie cele pompa ciepła produkuje najwięcej energii. Inne standardowe funkcje sterownika to: sterowanie czasowe pompą cyrkulacyjną ciepłej wody, sterowanie czasowe instalacją grzewczą, wygrzewanie jastrychu, dezynfekcja termiczna wody, funkcje wakacyjne i wiele innych.

Więcej szczegółów mogą Państwo znaleźć w naszych materiałach informacyjnych oraz na stronie firmowej Buderus. ■



Robert Bosch Sp. z o.o.

02-231 Warszawa, ul. Jutrzenki 105

e-mail: biuro@buderus.pl, www.buderus.pl

Infolinia handlowa: 801 777 801

ESTIA – pompy ciepła o wysokim COP w ultrakompaktowej obudowie

Oferta produkowanych przez TOSHIBA powietrznych pomp ciepła ESTIA najnowszej 5 serii, wzbogaciła się o dodatkową wielkość o nominalnej wydajności 4,5 kW. Tym samym typoszereg urządzeń umożliwiających ogrzewanie i produkcję ciepłej wody użytkowej poszerzył się o wielkość dedykowaną do mniejszych aplikacji lub do zastosowań w nowych budynkach, których przegrody charakteryzują się niskim współczynnikiem przenikania ciepła.

Jednostka zewnętrzna nowego modelu bazuje konstrukcyjnie na agregacie serii DAISEIKAI 8, który jest najdoskonalszym osiągnięciem japońskich inżynierów w ujęciu sprawności energetycznej. Dzięki temu urządzenie charakteryzuje się najlepszym współczynnikiem COP dla warunków $-7^{\circ}\text{C} / 35^{\circ}\text{C}$ przy zachowaniu ultra kompaktowej obudowy. Poza opisaną wielkością ESTIA to rodzina urządzeń, która oferuje w standardowym wykonaniu rozwiązania o wydajnościach: 8, 11, 14 oraz 16 kW. Warto wspomnieć, iż TOSHIBA przewidziała dwa modele (8 i 11 kW) o sygnaturze POWERFUL, która w stosunku do standardowej serii ma lepsze współczynniki COP z gwarancją utrzymania wartości przy temperaturze zewnętrznej -15°C . Dodatkowo zwiększony został zakres pracy urządzenia do -25°C na zewnątrz oraz możliwość osiągnięcia wody o parametrze 60°C przy -5°C na zewnątrz.

W ujęciu instalacyjnym ESTIA to produkt kompletny, składający się z jednostki zewnętrznej, modułu wewnętrznego i zasobnika c.w.u. Każdy z tych elementów występuje w kilku wariantach, dając możliwość dobrania rozwiązania pod konkretną inwestycję. Tym samym, poza wyborem wydajności samego źródła możemy zdecydować czy moduł wewnętrzny będzie wyposażony w grzałkę 6 czy 9 kW. Oferowane fabryczne zasobniki występują w trzech wielkościach 150, 210 i 300 litrów. W przypadku połączenia systemu ESTIA z innymi źródłami ciepła, takimi jak np. układ solarny, możliwe jest zastosowanie innego zasobnika ciepła przystosowanego do obsługi kilku źródeł ciepła. Sama ESTIA ma ponad sto kodów funkcyjnych, które pozwalają dopasować urządzenie (umożliwiają zrozumieć ESTII zastosowany rodzaj instalacji) do obiektu i tym samym zoptymalizować pracę całego układu.

Nowa seria urządzeń to również wzbogacona funkcjonalność oraz dodatkowe możliwości sterowania systemem. Nie-



zmiennie od lat ESTIA daje możliwość konfiguracji 2 stref temperaturowych w zależności od zaawansowania i stopnia skomplikowania aplikacji z możliwością wykorzystania tradycyjnych grzejników, ogrzewania podłogowego lub fancoili. Nowościami charakteryzującymi 5 serię są: funkcja osuszania podłogowego, możliwość pracy 8 urządzeń w grupie, nowy elegancki drugi sterownik oraz długo wyczekiwana możliwość integracji urządzeń z protokołem KNX lub Modbus, dając możliwość kontrolowania i monitorowania odpowiednich parametrów.

To, co wyróżnia TOSHIBA na tle innych producentów, to przede wszystkim unikatowe podejście do energooszczędności i żywotności urządzenia. Filozofia ta jest głęboko zakorzeniona w produktach TOSHIBA. Estia wykonana jest z materiałów i komponentów najwyższej jakości. W agregatach stosowane są sterowane inwerterowo podwójne rotacyjne sprężarki TOSHIBA. Niezwykle precyzyjny algorytm sterowania automatycznie dostosowuje pracę urządzenia do potrzeb grzewczych, co przekłada się na oszczędność energii i zadowolenie użytkownika – i tym samym, święty spokój instalatora. ■



TOSHIBA
Leading Innovation >>>

BEIJER REF POLSKA Sp. z o.o.
Al. Krakowska 22, Sękocin Nowy, 05-090 Raszyn
tel.: +48 22 715 58 58
e-mail: kontakt@toshiba-hvac.pl, www.toshiba-hvac.pl

DAIKIN

(r)ewolucja w pompach ciepła

GRZEGORZ PAKOSIEWICZ

21 lipca 1969 r. Neil Armstrong jako pierwszy człowiek stanął na Księżycu i wypowiedział wówczas słowa: „to jest mały krok człowieka, ale wielki skok dla ludzkości”. W 2017 r. DAIKIN, będąc prekursorem rozwiązań opartych na obróbce powietrza, zrobił krok dalej, jako pierwszy na świecie wprowadzając do seryjnej produkcji pompy ciepła trzeciej generacji oparte o czynnik chłodniczy R32.

Nowy czynnik chłodniczy R32 cechuje bardzo niski wskaźnik potencjału tworzenia efektu cieplarnianego – GWP. Jest on trzykrotnie niższy niż czynnika R410A, jest od niego tańszy i w obiegu chłodniczym jest go około 30% mniej. Wprowadzenie czynnika chłodniczego R32 jest spójne z polityką Unii Europejskiej. Zaznaczyć należy, że jest on czynnikiem palnym, ale klasyfikowanym jako A2L, a więc o niewielkim zagrożeniu wystąpienia.

Wprowadzenie nowego czynnika chłodniczego to podniesienie poprzeczki w kierunku zwiększenia efektywności pomp ciepła do poziomu COP 5,4, jak też uzyskania wyższych temperatur zasilania w obiegu grzewczym do poziomu 65°C. To jedne z najwyższych wartości na rynku pomp ciepła.

Dotychczas firma DAIKIN posiadała w ofercie urządzenia pracujące w zakresie maksymalnych temperatur na zasilaniu rzędu 55°C – urządzenia serii LT i 80°C – urządzenia serii HT, lecz nowe urządzenia na czynnik chłodniczy R32 rozszerzają tę klasyfikację do urządzeń średnitemperaturowych. Obecne pompy ciepła będą więc w stanie z powodzeniem zastąpić gruntowe pompy ciepła, dorównując im efektywnością. Trzecia generacja pomp ciepła to również nowy atrakcyjny design, intuicyjne sterowanie dla użytkownika, łatwość obsługi serwisowej sprowadzonej tylko do demontażu przedniego panelu i oraz dostępu do systemu rurowego od góry.



Kwestie obsługi przez użytkownika sprowadzone zostały do wstępnego wyboru szeregu programów pracy, czy też zdalnej kontroli on-line. Dostępne jednostki wewnętrzne mogą zostać wybrane spośród szerokiej palety urządzeń:

- wiszących,
- stojących ze zintegrowanym zasobnikiem ciepłej wody użytkowej,
- czy też stojących wyposażonych w zintegrowany bufor do współpracy z innymi źródłami ciepła.



Wszystkie pompy ciepła mają możliwość pracy w trybie chłodzenia, co dodatkowo zwiększa ich funkcjonalność. Milowy krok DAIKINA to również wprowadzenie hybrydowej pompy ciepła, będącej połączeniem kondensacyjnego kotła gazowego, pompy ciepła na czynnik chłodniczy R32 i technologii multi-split. Urządzenie wykorzystuje do chłodzenia jednostki wewnętrzne systemu multi serii bluevolution, natomiast pompa ciepła zapewnia podgrzew ciepłej wody użytkowej oraz centralnego ogrzewania, mogąc z pomocą kotła gazowego podnieść temperaturę zasilania do wartości 80°C. Oszczędności z zastosowania nowej hybrydy pozwalają na redukcję kosztów ogrzewania i produkcji ciepłej wody w stosunku do tradycyjnego kondensacyjnego kotła gazowego na poziomie nawet 20%.



DAIKIN AIRCONDITIONING POLAND Sp. z o.o.

ul. Taśmowa 7

02-677 Warszawa

tel.: +48 22 319 90 00

fax: +48 22 433 51 98

e-mail: office@daikin.pl

www.daikin.pl



Skojarzone systemy pomp ciepła i kolektorów słonecznych

MICHAŁ ZALEWSKI

Energia słoneczna, pochodząca z gruntu czy z powietrza zewnętrznego, jest obecnie najmniej inwazyjną formą energii odnawialnej, najbardziej przyjazną środowisku naturalnemu. Dostępne technologie pozwalają wykorzystywać ją do produkcji energii grzewczej, chłodniczej oraz elektrycznej. Aktualnie możemy również kojarzyć te technologie i wywołując efekt synergii znacznie zwiększyć efektywność wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

O AUTORZE



Michał ZALEWSKI
Kierownik Sekcji
Szkoleń,
KLIMA-THERM

Systemami wykorzystującymi energię powietrza zewnętrznego oraz bezpośrednią energię słoneczną, czyli systemami pomp ciepła oraz ogniw fotowoltaicznych, zainteresowani są dostawcy energii oraz twórcy inteligentnych sieci tzw. smart grid. Ta para jest również stosowana przy budowie domów energooszczędnych czy domów zeroenergetycznych. Energia słoneczna pozyskiwana przez kolektory słoneczne jest od wielu lat wykorzystywana bezpośrednio do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Wykorzystanie energii słonecznej do bezpośredniego wsparcia układu chłodniczego pomp ciepła jest jednym z najnowszych pomysłów na energię odnawialną. Do tego celu stosuje się specjalnej konstrukcji kolektory słoneczne. Istota ich działania polega na zwiększaniu energii wewnętrznej cząstek czynnika chłodniczego. Próżniowy kolektor montuje się pomiędzy sprężarką a skraplaczem. Aby lepiej zrozumieć zasadę działania kolektora należy przeanalizować stan czynnika w tym miejscu. W tym punkcie układu chłodniczego czynnik występuje w fazie gazowej, a więc stan gazu w kolektorze można opisać równaniem stanu gazu doskonałego, równaniem Clapeyrona.

$$pv = nRT$$

gdzie

p – ciśnienie [Pa]

v – objętość [m³]

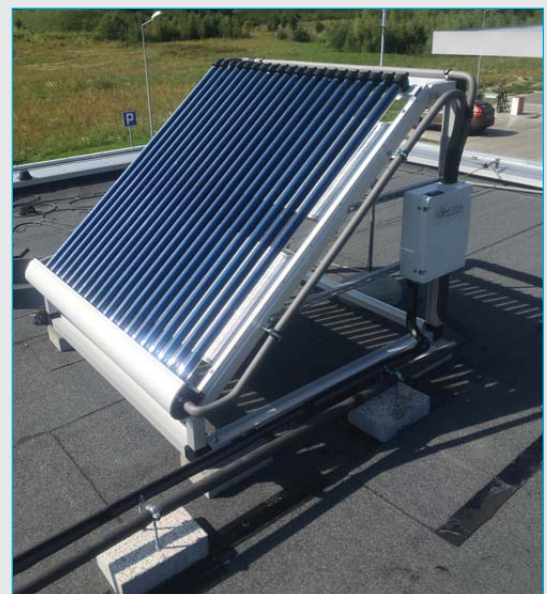
n – liczba moli gazu, będąca miarą liczby jego cząstek;

$$n = v/V$$

V – objętość molowa

T – temperatura bezwzględna, [K]

R – stała gazowa R = 8,314 J/(mol·K)



Rys. 1. Panel systemu SolX

Na skutek działania słońca dostarczamy energię i podnosimy temperaturę gazu. Ponieważ w układzie chłodniczym ciśnienia ustalone są w parowniku i skraplaczu, to w kolektorze nie ulegają one zmianie, nie zmieni się również objętość gazu definiowana pojemnością kolektora. W związku z tym, zgodnie z prawem Clapeyrona, przy wzroście temperatury musi nastąpić spadek ilości moli – w efekcie cząstek gazu, muszą one intensywnie przemieścić się do skraplacza. Zwiększona ilość czynnika w skraplaczu pozwala na zapewnienie odpowiedniej wydajności skraplacza i parownika, dzięki czemu sprężarka może zmniejszyć obroty, a co za tym idzie – zużycie energii elektrycznej.

System o nazwie SolX można stosować do każdej pompy ciepła: powietrze/powietrze (klimatyzatory SPLIT, MULTI i systemy VRF), powietrze/woda czy woda/woda. Mogą być oczywiście wykorzystywane w układach chłodniczych – do agregatu skraplającego do central wentylacyjnych czy np. do systemów chłodniczych komercyjnych chłodzi, ład chłodniczych w sklepach, w urządzeniach chłodniczych do procesów produkcyjnych itp.

Kolektory próżniowe korzystają tylko z energii promieniowania, temperatura zewnętrzna nie ma znaczenia dla efektyw-

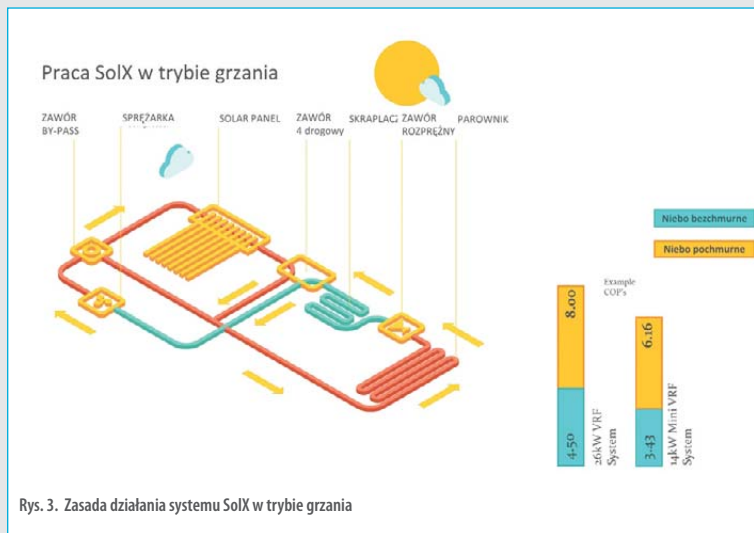


Rys. 2a. Gama pomp ciepła Fujitsu Waterstage

Rys. 2b. Pompa ciepła Fujitsu Waterstage HighPower z zasobnikiem ciepłej wody

ności pozyskiwania energii, dlatego równie skutecznie potrafią pracować w niskich, jak i w wysokich temperaturach – istotne jest tylko nasłonecznienie. W Polsce mamy średnio 1 800 godzin słonecznych w roku (np. dla Warszawy – 2 205, dla Szczecina – 1 553), a sezon grzewczy trwa często prawie 8 miesięcy, a więc znaczna część tych godzin przypada właśnie na sezon grzewczy. W tym okresie można korzystać ze wsparcia słońca i podniesienia wskaźnika COP.

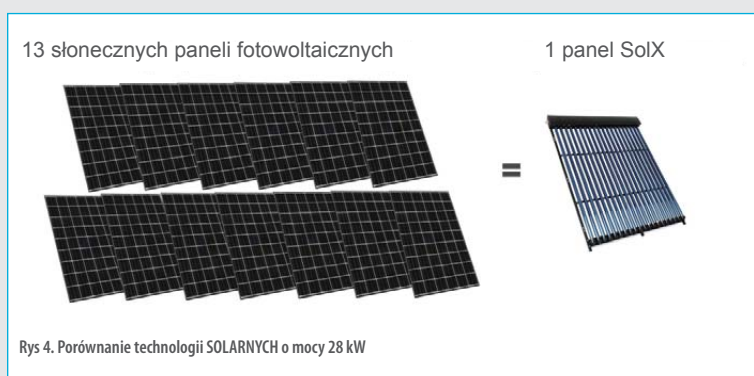
Energię słoneczną można oczywiście wykorzystać do wspierania sprężarek zasilanych energią elektryczną jeszcze w inny sposób - nie przez zwiększanie wskaźnika efektywności, a przez pozyskiwanie taniego prądu z ogniw fotowoltaicznych. Różnica pomiędzy tymi dwoma sposobami obniżenia kosztów widoczna jest w dwóch obszarach. Dla instalacji o mocy 28 kW, jeden kolektor SolX odpowiada 13 panelom fotowoltaicznym (przy zbliżonej powierzchni zabudowy), a koszt inwestycyjny jest blisko 5-krotnie niższy.



Rys. 3. Zasada działania systemu SolX w trybie grzania

KlimaTherm
FUJITSU solXenergy

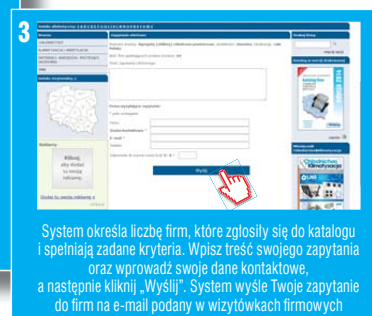
ul. Ostrobramska 101A
04-041 Warszawa
tel.: +48 22 517 36 00
fax: +48 22 879 99 07
e-mail: handlowy@klima-therm.pl
www.klima-therm.pl



Rys. 4. Porównanie technologii SOLARNYCH o mocy 28 kW

www.kataloghvac.pl

Szukasz dobrej oferty na urządzenia, usługę?
Zobacz jakie to proste.
Wysyłanie zapytań ofertowych w 3 krokach



Wielofunkcyjne pompy ciepła GAIA i SPHERA marki CLIVET

Urządzenia energetyczne podzielone są na klasy, według wzoru określonego m.in. przez: dyrektywy unijne, w tym ErP. Po jej ostatniej nowelizacji, do ogrzewania wody dopuszczone są urządzenia w klasie „C” i wyższych. Toteż pompy ciepła typu powietrze/woda oraz woda/woda, jako podgrzewacze podlegają rygorom wspomnianej ErP. W rezultacie korzysta użytkownik. To On, za energię elektryczną zapłaciłby bardzo drogo w przypadku urządzenia np.: w klasie G. W klasie C zapłaci mniej i znacznie mniej w klasie A+ + +.

By zrozumieć działanie pompy ciepła należy odejść od pojęć używanych na co dzień, a przejść do tych, które stosuje termodynamika. Nie przydadzą się terminy: zimno, chłód, mróz itp. Na bezwzględnej skali temperatur są tylko wartości dodatnie, bowiem w punkcie 0 Kelwina skala się kończy. Kontynuując, ciepła mamy: albo mniej, na „niższym piętrze” skali K, albo więcej, na jej „piętrze wyższym”. Zwykła pompa, zasilana z zewnątrz¹, służy do przenoszenia wody np.: ze źródła w studziennym dole do wiadra – tak samo pompa ciepła przenosi ciepło z obszaru, który nazywamy „źródłem dolnym” do obszaru zwanego odbiornikiem, lub „źródłem górnym”. Im różnica wysokości między źródłami większa, tym więcej zużyjemy energii na pracę systemu i będzie nas to więcej kosztowało. Dlatego konieczną jest odpowiedź na pytanie, kiedy pompa ciepła się opłaca, a kiedy opłacać się przestaje? W przypadku przemysłu, hipermarketów, biurowców, hoteli, szpitali itp. odpowiedzi szuka Projektant branżysta. Natomiast instalacje w domach jednorodzinnych, apartamentach, w mniejszych biurach i lokalach handlowych zazwyczaj nie są poprzedzone projektem. I co wtedy?



Odpowiedzią są rozwiązania wielofunkcyjne, produkowane przez CLIVET, w seriach GAIA i SPHERA. GAIA i SPHERA to pompy ciepła, spełniające funkcje: ogrzewania lub zamiennie chłodzenia i produkcję ciepłej wody użytkowej (c.w.u.), akumulowaną we wbudowanym w urządzenie zasobniku. Ponadto przewidziano możliwość współpracy z kolektorami słonecznymi oraz z systemem wentylacji mechanicznej, z odzyskiem ciepła z wywiewanego powietrza, poprzez wspólne sterowanie.

¹ Zasilana z zewnątrz, kiedyś koniem, który kręcił kierat, później parą z kotła, dziś energią elektryczną. Wszystkie te napędy nazywamy energią zewnętrzną.

Kolejnym krokiem są GAIA i SPHERA w wykonaniach HYBRID. Wbudowany jest w nich, we wspólny korpus kotła gazowego z zamkniętą komorą spalania oraz Euro-przełącznik. Zadaniem przełącznika jest podjęcie, w imieniu użytkownika, decyzji w jakich warunkach ekonomicznym staje się korzystanie z energii słonecznej, do jakiej temperatury zewnętrznej warto by pracowała pompa ciepła i kiedy należy uaktywnić działanie kotła gazowego. Jest to wykonalne dzięki możliwości wprowadzenia do sterownika aktualnych cen: gazu i energii elektrycznej. Dodatkowo Euro-przełącznik stale monitoruje temperaturę cieczy na wyjściu z instalacji solarnej.

Całkowita lista produkowanych przez CLIVET pomp ciepła, służących do podgrzania wody, zajmuje ponad 30 pozycji, i blisko 250 wielkości w przedziale mocy grzewczej od 2,0 do ponad 1400 kW. Natomiast drugą wśród nich szczególną grupę stanowią pompy z indeksem kodowym MF, czyli wielofunkcyjne.

Pompy ciepła typu woda/woda to takie, w których energia cieplna doprowadzana i odprowadzana jest przy zastosowaniu cieczy (wody, glikolu, solanki itp.) Pozwalają użytkownikowi

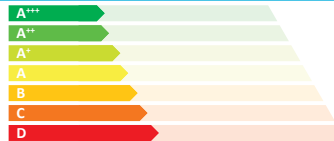


równocześnie dysponować wodą ogrzaną i wodą schłodzoną, z zastrzeżeniem, że funkcja wtórna będzie podporządkowana funkcji pierwotnej. Inaczej mówiąc, jeżeli funkcją pierwotną (główną) będzie odbiór ciepła „chłodzenie”, lecz z częściowym obciążeniem, to po stronie, która ciepło oddaje, nie osiągniemy pełnej mocy (wydajności). W powszechnie stosowanych urządzeniach z zewnętrznym wymiennikiem powietrznym takich możliwości nie mamy.

Pompy ciepła MF, prod. CLIVET, zarówno typu woda/woda, jak i powietrze/woda, są w stanie równocześnie podgrzewać i ochładzać wodę w dowolnych i niezależnych od siebie propor-

od 26 września 2017
Nowe wymagania ErP

Energy
related
Products



Pompa ciepła - dolne źródło realizowane funkcje	Przeznaczenie	Kod jednostki	Ilość wielk. w serii	Zakres mocy grzewczej [kW]	Temperatura dolnego źródła [°C]	Klasa ErP
Powietrze-woda grzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom - małe biuro - handel	MSER-XEE	2	4,91 + 14,9	-22,0	ErP 55°C A++
Woda-woda ogrzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom - małe biuro - handel	WSHR-XEE	2	5,52 + 15,7	-8,00	ErP 55°C A+++
Powietrze-woda - praca hybrydowa, ogrzew./chłod. + c.w.u. + moduł gaz.	dom - małe biuro - handel	MSER-XIN	1	10,8 + 16,0	-22,0	ErP 55°C A++
Woda-woda - praca hybrydowa, ogrzew./chłod. + c.w.u. + moduł gaz.	dom - małe biuro - handel	WSHR-XIN	1	9,90 + 15,7	-8,00	ErP 55°C A+++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom - małe biuro - handel	GLC A+B + MSAN-GL	6	2,84 + 17,00	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda - praca hybrydowa, ogrzew./chłod. + c.w.u. + moduł gaz.	dom - małe biuro - handel	GLH A+B + MSAN-GL	6	2,84 + 17,01	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom jednorodzinny	GIGA + MSAN-GL	3	3,13 + 8,53	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom - małe biuro - handel	SRHM-TC + MDAN-Xmi	7	3,15 + 15,4	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda - praca hybrydowa, ogrzew./chłod. + c.w.u. + moduł gaz	dom - małe biuro - handel	SRHM-TH + MDAN-Xmi	7	2,84 + 17,01	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie + c.w.u.	dom jednorodzinny	SRHM-i + MDAN-Xmi	3	3,15 + 8,10	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	dom - małe biuro - handel	SRHM-BC + MDAN-Xmi	7	3,15 + 15,4	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda tylko c.w.u.	dom jednorodzinny	SWAN 190-300	3	1,85 + 2,21	-20,0	ErP 55°C A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	dom - biuro - przemysł	WSAN-XIN	14	3,10 + 50,2	-20,0	ErP 55°C A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	dom - biuro - przemysł	WSAN-XIN	14	3,10 + 50,2	-20,0	ErP 55°C A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-Xmi	9	5,19 + 30,6	-20,0	ErP 55°C A++
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSN-XIN	14	5,19 + 49,3	-20,0	ErP 55°C A/A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSN-XEE	9	41,0 + 112	-10,0	ErP 55°C A
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XEE	8	28,4 + 82,8	-15,0	ErP 55°C A/A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XEE	9	101 + 234	-10,0	ErP 55°C A
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XIN	4	56,0 + 93,0	-20,0	ErP 55°C A/A++
Powietrze-woda; równoczesne ogrzewanie+chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XIN MF	4	64,7 + 94,5	-15,0	ErP 55°C A/A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XEM	10	155 + 378	-15,0	b.d.
Powietrze-woda; równoczesne ogrzewanie+chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XEM MF	10	157 + 442	-15,0	b.d.
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XEM HW	6	109 + 185	-20,0	b.d.
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WBAN	6	27,4 + 103	-18,0	ErP 55°C A/A+
Powietrze-woda ogrzewanie/chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XSC3	19	283 + 1391	-15,0	ErP 55°C C/A
Powietrze-woda; równoczesne ogrzewanie+chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSAN-XSC3 MF	19	295 + 1456	-15,0	b.d.
Woda-woda; równoczesne ogrzewanie+chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSHN-XEE	4	29,2 + 356	-8,0	ErP 55°C A++
Woda-woda; równoczesne ogrzewanie+chłodzenie	biuro - handel - przemysł	WSHN-XEE2 MF	5	155 + 378	-8,0	ErP 55°C A++

cyjach. Priorytetową funkcją staje się ta, która realizuje wyższe obciążenie sprężarek. Ilość energii przewyższająca potrzeby obiegu wtórnego jest usuwana.

Podsumowanie

Tekst, z którym zechcieli się Państwo zapoznać cechują zrozumiałe ograniczenia. Zdajemy sobie sprawę, że skąpe ramy niniejszego artykułu ograniczają bardziej szczegółową prezentację sygnalizowanych urządzeń a zwłaszcza ich budowy i sposobu pracy. Osoby szerzej zainteresowane w zastosowaniu omawianych urządzeń proszone są o bezpośredni pisemny lub telefoniczny kontakt z działem handlowym Naszego biura.

Firma KLIWEKO od r. 1994 realizuje dystrybucję, produkowanych przez CLIVET, pomp ciepła.



KLIWEKO Biuro Techniczno Handlowe Sp. z o.o.
Kraków 30-442, ul. Zawila 22
tel.: +12 262 44 56 58
e-mail: biuro@kliweko.com.pl www.kliweko.com.pl

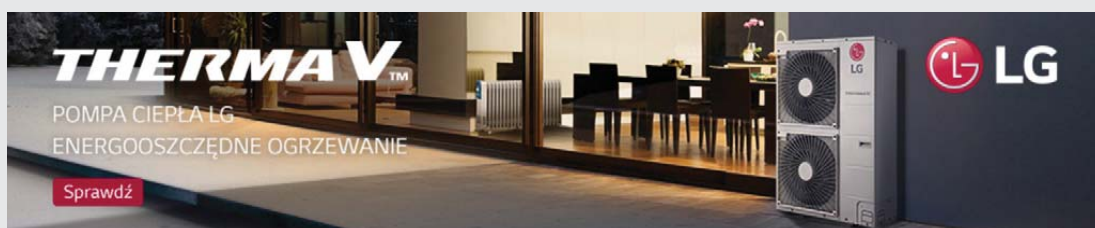
Pompy ciepła LG – wysoka wydajność i efektywność

SEBASTIAN OGONEK

Pojawienie się na rynku ogrzewnictwa pomp ciepła, czyli zupełnie nowej technologii, która jest postrzegana jako kolejny krok w dziedzinie rozwoju energii odnawialnej, spowodowało odejście od stosowania takich surowców jak ropa czy gaz. Pompy ciepła stanowią idealne rozwiązanie, ponieważ istotą ich działania jest czerpanie energii cieplnej z powietrza zewnętrznego, nawet wtedy, gdy jego temperatura jest bardzo niska, jak np. -20°C . W bilansie energetycznym dla przeciętnej pompy ciepła z 1 kW energii elektrycznej oraz 2 kW energii uzyskanej z powietrza atmosferycznego uzyskuje się 3 kW całkowitej mocy wyjściowej. Z tak dobrymi wynikami jasnym i oczywistym staje się wybór technologii AWHP (air to water heat pump).

O AUTORZE

Sebastian OGONEK
– Therma V Sales
& Product Manager,
LG Electronics



Wysoka wydajność pomp ciepła LG

Co sprawia, że pompy ciepła są tak wydajne? Jeśli spojrzymy na pompę Therma V marki LG Electronics, znajdziemy kilka czynników odpowiedzialnych za wysoką wydajność grzewczą. Sercem urządzenia jest dwurotacyjna sprężarka BLDC wykorzystująca silny magnes neodymowy, która jest o 8% wydajniejsza i znacznie bardziej niezawodna dla pracy w trybie grzania, niż standardowe sprężarki stosowane w klimatyzacji. Zastosowanie sprężarki rotacyjnej oraz szersze uźębrowanie, zwiększające powierzchnię wymiennika o 28%, pozwoliły osiągnąć wysoką wydajność, nawet w niskich temperaturach powietrza zewnętrznego. Przy budowie urządzenia wykorzystano wysokiej jakości komponenty, jak pompa wodna klasy energetycznej A, która jest o 65% bardziej wydajna od pompy konwencjonalnej. Precyzyjną kontrolę pracy pompy ciepła

Therma V osiągnięto przez sterowanie urządzeniem na podstawie odczytów temperatury i ciśnienia czynnika chłodniczego. Dodatkowo wykorzystanie kontroli ciśnienia czynnika w obiegu pozwala na znacznie szybsze osiągnięcie wymaganej wydajności.

LG Electronics w segmencie pomp ciepła ma do zaoferowania trzy różne gamy produktów: Począwszy od pomp ciepła typu split, składających się z jednostki zewnętrznej i modułu hydraulicznego, o mocach grzewczych od 3 do 16 kW (temperatura wody do 57°C), poprzez układy monoblok ze zintegrowanym modułem hydraulicznym umieszczonym w jednostce zewnętrznej o mocach od 3 do 16 kW (temperatura wody do 57°C), kończąc na

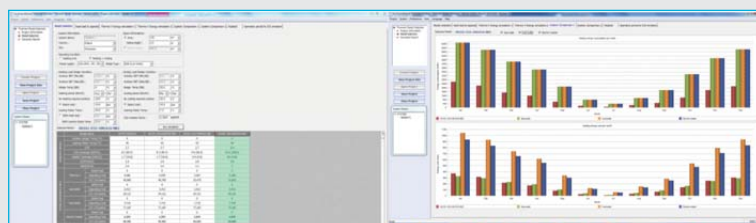




niem budynku mieszkalnego. Aplikacja oblicza roczne koszty związane z poborem energii elektrycznej i kosztem eksploatacyjnym oraz roczną emisję CO₂ do atmosfery. Po wprowadzeniu danych o dotychczasowym rodzaju systemu grzewczym, kubaturze budynku, zapotrzebowaniu cieplnym oraz np. liczbie osób zamieszkujących dom, otrzymujemy graficzne zestawienie korzyści wynikających ze stosowania pomp ciepła LG Therma V. Kalkulator jest dostępny pod adresem: <http://www.lgethermav.com/energy/>

Program doboru pomp LG Therma V

Firma LG stworzyła także program doborowy, który w prosty sposób pomaga w wyborze odpowiedniego urządzenia Therma V. Uzupełniając w programie niezbędne dane, takie jak wybór typu pompy Split/Monoblok, miejsca instalacji, średniej



wysokotemperaturowej pompie ciepła Therma V o mocy 16 kW i maksymalnej temperaturze wody grzewczej 80°C. Efekt ten został osiągnięty poprzez zastosowanie kaskadowego układu pośredniego wykorzystującego inwerterową sprężarkę pracującą na ekologicznym czynniku R134a.

Wysoka efektywność energetyczna dzięki technologii inwerterowej

Pompa ciepła Therma V gwarantuje wysoką efektywność energetyczną dzięki sprężarce inwerterowej LG. Zamiast pracy urządzenia tylko w jednym z dwóch stanów – włączenia lub wyłączenia, inwerter pozwala na płynną regulację wydajności urządzenia, dostosowując obciążenie pracy do aktualnych potrzeb. Działanie systemu z mniejszym obciążeniem powoduje jego pracę przy minimalnym poborze energii elektrycznej. Zastosowanie silników BLDC sprężarki i wentylatora skraplacza oraz efektywnej pompy wodnej obiegu hydraulicznego pozwala na osiągnięcie do 40% oszczędności podczas pracy na małych prędkościach i 20% przy wyższych prędkościach obrotowych silników.

Łatwa i szybka instalacja

Pompa ciepła LG pozwala instalatorom na łatwe i szybkie zainstalowanie oraz dużą elastyczność projektowania. Konstrukcja pompy ciepła Therma V pozwala dostosować ją do każdego budynku. W dłuższej perspektywie taka elastyczność pozwala na oszczędność czasu i pieniędzy, ponieważ projektowanie, instalacja oraz konserwacja stają się łatwiejsze.

Kalkulacja energii

LG Electronics udostępniło kalkulator energetyczny umożliwiający porównanie rocznych kosztów związanych z ogrza-

temperatury zewnętrznej – otrzymujemy wykaz pomp o odpowiednich parametrach. Program oblicza współczynniki efektywności COP w zależności od zadanej temperatury zewnętrznej. Program doborowy, pozwala m.in. na graficzne zestawienie poboru energii elektrycznej podczas pracy pompy ciepła w porównaniu do innych źródeł ciepła, takich jak kocioł gazowy, kocioł opalany paliwem stałym, ogrzewanie elektryczne. W zestawieniu Therma V kontra konwencjonalne źródła ciepła widzimy jak szybko uzyskamy zwrot kosztów inwestycji związanych z zakupem pompy ciepła LG Therma V.

Dofinansowanie na zakup pomp ciepła

Od 1 września br. ruszyły dotacje ze środków budżetu m.st. Warszawy na realizację inwestycji polegających na wykorzystaniu lokalnych źródeł energii odnawialnej, zlokalizowanych na terenie m.st. Warszawy. Otrzymanie dotacji możliwe jest m.in. na: zakup i montaż kolektorów słonecznych, instalacji fotowoltaicznych oraz pomp ciepła. Dotacje podzielone są na dwie tury:

- 1 września do 31 grudnia roku poprzedzającego planowany rok realizacji inwestycji,
- 2 stycznia do 31 marca roku, w którym planowana jest realizacja inwestycji.

Wnioskodawca może uzyskać dofinansowanie:

- na zakup i montaż pomp ciepła – maksymalna wartość dotacji udzielonej w ramach jednego wniosku o udzielenie dotacji nie może przekroczyć 40 000 zł.
- do 80% rzeczywistych kosztów realizacji inwestycji polegającej na wykorzystaniu lokalnych źródeł energii odnawialnej (dot. jednostek sektora finansów publicznych, będących gminnymi lub powiatowymi osobami prawnymi).



LG Electronics Polska Sp. z o.o.
ul. Wołoska 22a, 02-675 Warszawa
tel.: +48 22 48 17 100
e-mail: klimatyzacja@lge.pl

www.lg.com/pl/klimatyzacja, www.strefaklimatyzacji.pl

Pompy ciepła Mitsubishi Electric ECODAN

Efektywne ogrzewanie z technologią ZUBADAN

Pompy ciepła powietrze-woda ECODAN służą do ogrzewania lub chłodzenia pomieszczeń mieszkalnych i użytkowych oraz przygotowywania C.W.U. Stosownie do wymagań można dobrać takie zestawy pompy ciepła, które będą stanowiły w danym przypadku najlepszą kombinację modułu zewnętrznego i wewnętrznego. Podstawę stanowią urządzenia zewnętrzne – Power Inverter lub ZUBADAN Inverter, w połączeniu z odpowiednim modułem wewnętrznym z wbudowanym zasobnikiem C.W.U. lub bez wbudowanego zasobnika.



Pompy ciepła powietrze-woda ECODAN są w stanie uzyskać z 1 kW energii elektrycznej około 4 kW energii cieplnej. Przy czym 3 kW pochodzi z energii słonecznej zawartej w powietrzu.

Nowoczesne urządzenia, takie jak ZUBADAN z inwerterym kompresorem, działają z najwyższą efektywnością także w niesprzyjających warunkach klimatycznych. Systemy te pracują skutecznie i niezawodnie nawet przy temperaturach zewnętrznych spadających do -28°C . Jeszcze przy temperaturze -15°C są w stanie wytwarzać pełną moc cieplną. Ta jedyna w swoim rodzaju zaleta sprawia, że pompy ciepła powietrze-woda ECODAN stanowią niezawodne rozwiązanie grzewcze w praktycznie nieograniczonym zakresie zastosowań w nowych i modernizowanych budynkach.

Wyjątkową jakość systemów pomp ciepła powietrze-woda ECODAN potwierdzają udokumentowane dane techniczne, a także wspólnotowa etykieta ekologiczna Ecolabel.

Nowe systemy ECODAN firmy Mitsubishi Electric stanowią atrakcyjne rozwiązanie dla każdego, kto szuka zrównoważonego ogrzewania:

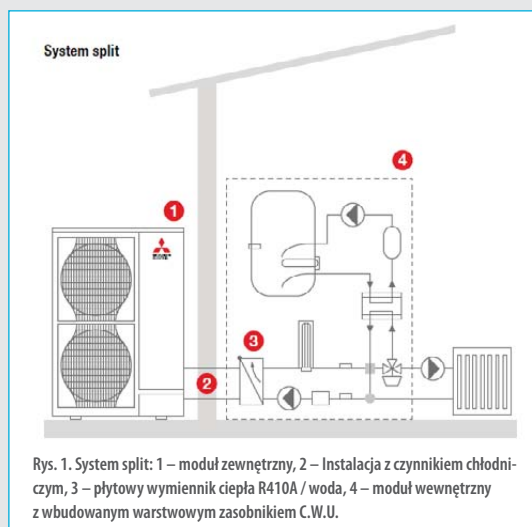
- wysokowydajna pompa ciepła powietrze-woda, która odyskuje z otoczenia do 75% wymaganej energii;
- proste przekazanie ciepła do domowego obiegu grzewczego lub C.W.U. dzięki wysokiej temperaturze zasilania i dopasowanym wymiarowo modułom wewnętrznym z/bez wbudowanym zasobnikiem C.W.U.
- maksymalna elastyczność podczas rozmieszczania urządzenia zewnętrznego i praktycznie nieograniczony zakres możliwości montażu w nowych i modernizowanych budynkach.

Optymalne dopasowanie do wszystkich wymagań

W obrębie systemu pomp ciepła ECODAN można stosować dowolne konstrukcje i inwertery. Oznacza to, że dostępne są systemy split z urządzeniami ZUBADAN i Power Inverter. Dzięki temu system ECODAN można dokładnie dopasować do warunków użytkowania i montażu — przy optymalnym wymiarowaniu będzie on pracował z najwyższą efektywnością.

ECODAN jako system split

W systemie split energia transportowana jest do budynku w postaci czynnika chłodniczego. W urządzeniu wewnętrznym połączonym z jednostką zewnętrzną instalacją z czyn-



nikami chłodniczym znajduje się płytowy wymiennik ciepła. Zasada działania split podnosi łączną efektywność systemu. Stanowi też lepsze rozwiązanie w przypadku większej odległości między urządzeniem wewnętrznym a zewnętrznym. Zależnie od mocy pompy ciepła długość instalacji może wynosić do 75 m.

Power Inverter

Urządzenia zewnętrzne serii Power Inverter przeznaczone są specjalnie do użytku jako pompa ciepła powietrze-woda działająca w temperaturach do -20°C . Ich temperatura zasilania wynosi maksymalnie 60°C przy temperaturze zewnętrznej do -3°C i maks. 55°C do -10°C . Czynnik chłodniczy przechładzany jest przez specjalny odbiornik Power Receiver, co – w połączeniu z dwoma osobno sterowanymi zaworami rozprężnymi – pozwala osiągnąć optymalną moc grzewczą przy bardzo energooszczędnej pracy. Typowymi zakresami zastosowania urządzeń Power Inverter są nowe budynki, a także istniejące budynki o dobrej izolacji cieplnej i dużych powierzchniach wymiany ciepła, jak np. ogrzewanie podłogowe.



Rys. 2. Urządzenie zewnętrzne Power Inverter

ZUBADAN Inverter

Opatentowana technika ZUBADAN Inverter stanowi obecnie optymalne rozwiązanie w dziedzinie pomp ciepła powietrze-woda. Obieg czynnika chłodniczego ZUBADAN z doładowaczem HIC i sprężarką z układem wtrysku Flash umożliwia stabilizację natężenia przepływu czynnika chłodniczego nawet przy niskich temperaturach zewnętrznych. Dzięki temu system jest w stanie działać z pełną mocą także przy -15°C , a nawet przy -28°C pompa ciepła jest zdolna do skutecznego i niezawodnego działania. Oznacza to, że dzięki technice ZUBADAN zdecydowanie zbędne staje się przewymiarowywanie instalacji w celu uzyskania marginesu bezpieczeństwa podczas pracy w trybie grzania.



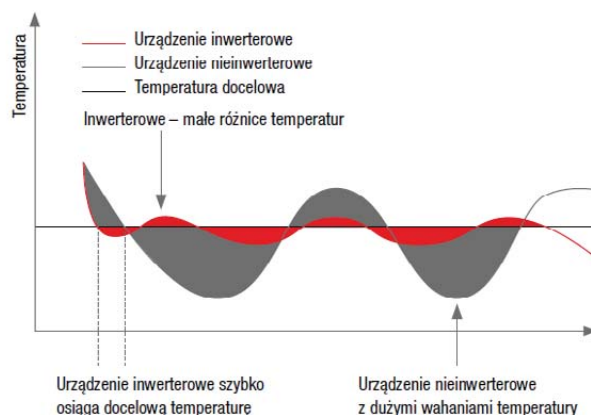
Rys. 3. Urządzenie zewnętrzne ZUBADAN Inverter

Wysokie temperatury zasilania rzędu 60°C sprawiają, że pompy ciepła powietrze-woda ECODAN z urządzeniem ZUBADAN Inverter uzyskują rewelacyjne wskaźniki efektywności także w połączeniu z typowymi grzejnikami. W związku z tym rozwiązanie to jest najlepszym wyborem w przypadku modernizacji. Bez względu na to, jakie warunki stawia budynek, urządzenia ZUBADAN Inverter będą działały z najwyższą mocą w całym zakresie roboczym.

Systemy ZUBADAN wyposażone są ponadto w zoptymalizowaną funkcję odmrażania, która zapewnia najwyższą niezawodność. Funkcja ta regulowana jest zależnie od zapotrzebowania z uwzględnieniem:

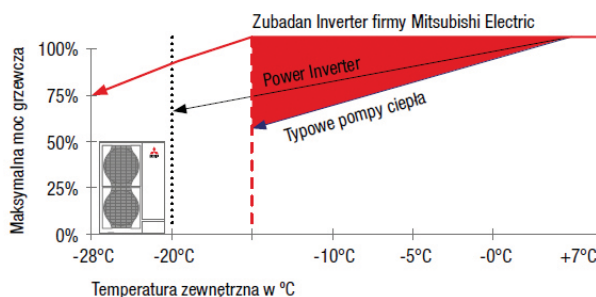
- temperatury wewnętrznej,
- temperatury powierzchni parownika,

Zasada działania urządzenia inwerterowego



Rys. 4. Technika inwerterowa umożliwia szybkie i precyzyjne osiągnięcie zadanej temperatury. Minimalizuje to konieczność późniejszych dodatkowych regulacji, minimalizuje duże wahania temperatury, a co za tym idzie także straty efektywności

Zysk mocy Zubadan



Rys. 5. Poprzez niezawodne działanie pompy ciepła nawet przy -28°C , a z pełną mocą do -15°C , opatentowana technika ZUBADAN Inverter zapewnia wyraźnie większy potencjał zastosowań niż typowe systemy

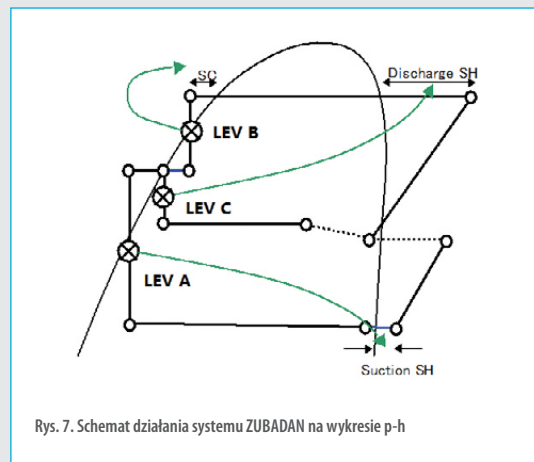
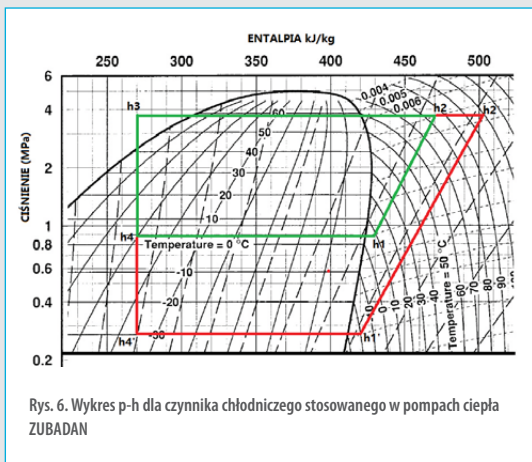
- czasu pracy
- czasu trwania procesu rozmrażania.

Odstępy między procesami rozmrażania można zatem wydłużyć do 150 minut, a czas trwania takiego jednego procesu jest o 50% krótszy w porównaniu z typowymi urządzeniami.

Technologia ZUBADAN – idea działania

Najważniejszą cechą tych jednostek jest ich temperaturowy zakres pracy w trybie grzania. Technologia ta gwarantuje pracę do -28°C na zewnątrz oraz stu procentową wydajność nominalną przy temperaturze zewnętrznej -15°C . Parametry te idealnie wpisują się w polski klimat, gdzie w najchłodniejszej ze stref klimatycznych, temperatura projektowa wynosi -24°C . Dla osób z branży klimatyzacyjnej lub grzewczej informacje te są już doskonale znane, ponieważ pierwsze urządzenia ZUBADAN pojawiły się w Polsce w 2008 roku, czyli 8 lat temu. Sama technologia jest jeszcze starsza, ponieważ pierwsze urządzenia opuściły linie produkcyjną już w 2005 roku. Początkowo stworzone zostały dla regionu północnej Japonii, gdzie temperatura w tamtejszym mieście Hokkaido dochodziła do -20°C . Następnie zaczęto eksportować je do Europy jako jednostki ZUBADAN oraz Ameryki Północnej np. Stanów Zjednoczonych jako urządzenia Hyper-Heating.

Jak to jest możliwe, by jednostki ZUBADAN pracowały dla tak niskich temperatur? – to jedno z najczęściej zadawanych



pytań o tę technologię. Otóż odpowiedzialne za to jest serce układu chłodniczego, czyli sprężarka. W tym przypadku jest to sprężarka typu scroll z technologią Flash injection, czyli wtryskiem. Dlaczego zastosowano taki rodzaj sprężarki?

Głównym problemem dla powietrznych pomp ciepła jest niska temperatura dolnego źródła ciepła w okresie zimowym. Standardowe urządzenia charakteryzują się spadkiem wydajności już od temperatury zewnętrznej +5°C, natomiast przy temperaturze zewnętrznej rzędu -25°C dysponują 55% znamionowej mocy grzewczej.

Wynika to z faktu, iż ciśnienie parowania czynnika przy temperaturze zewnętrznej -28°C wynosi 2,9 bar, przy czym temperatura parowania -30°C. Występująca różnica temperatur spowodowana jest koniecznością pobrania energii. Przeprowadzając analizę pracy standardowej jednostki oraz jednostki ZUBADAN o nominalnych mocach 14 kW należy odwołać się do lewobieżnego obiegu Lindego. Pompy ciepła wyposażono w sprężarki ANB33FNCMT oraz ANB33FULMT – z wtryskiem. Dla obliczeń przyjmuje się oznaczenie INV – standard FNJ – ZUBADAN. Jednostka typu INV w temperaturze otoczenia +7°C dysponuje strumieniem masowym $\dot{m}_{INV} = 245$ [kg/h], zaś w temp. otoczenia -28°C $\dot{m}_{INV} = 65$ [kg/h]. Spowodowane jest to zmianą gęstości czynnika z 31,6 kg/m³ do 10,6 kg/m³. Mając wartości entalpii h_1, h_2, h_3, h_4 możemy obliczyć teoretyczne moce jakimi dysponują te urządzenia w danych temperaturach. I tak dla +7°C na zewnątrz mamy kolejno: $h_1=423, h_2=475, h_{3,4}=265$ [kJ/kg]. Wydajność grzewczą urządzenia otrzymujemy ze wzoru:

$$Q = \frac{\dot{m} \times (h_2 - h_1)}{3600} = 14,2 \text{ [kW]}$$

Dla temperatury -28°C na zewnątrz $h_1=417, h_2=510, h_{3,4}=265$ [kJ/kg] Wydajność grzewcza wynosi . Jak widać wydajność spada do 30%. Przy tak skrajnie niskich temperaturach zbliżamy się do temperatur tłoczenia rzędu 120°C, które są niebezpieczne dla oleju i mogą powodować jego rozpad. Dodatkowo urządzenia wyposażone są w czujniki temperatury płaszcza sprężarki niepozwalające na przekraczanie temperatur powyżej 110°C.

W przypadku urządzeń typu ZUBADAN technologia tych urządzeń utrzymuje stałą wydajność od +5°C do -15°C. Dzieje się tak, ponieważ urządzenie posiada sprężarkę z bezpośrednim wtryskiem mokrych par czynnika do komory scrolla. Stopień suchości pary regulowany jest przez elektroniczny zawór rozprężny w zakresie od $x=0,2$ do $x=1$. Dodatkowo urządzenie wyposażone jest w wymiennik typu HIC, gdzie czynnik chłodniczy wstępnie odparowuje, by później trafić do komory sprężania. Efektem tej przemiany jest pobranie ciepła od przepływającej przez wymiennik cieczy, czyli zmniejszenie jej entalpii.

W wyniku tego następuje zwiększenie wydajności chłodniczej, a więc zdolności do pobierania ciepła z otoczenia.

Jak wspomniano wcześniej, przy urządzeniu typu Standard, wraz ze spadkiem temperatury zmienia się gęstość czynnika, a co za tym idzie zmienia się strumień masy. Co daje nam wtrysk pary mokrej? Wtrysk eliminuje to zjawisko oraz obniża temperaturę tłoczenia, zapewniając stałą wydajność oraz możliwość pracy w niskich temperaturach zewnętrznych, ale czy to takie proste? Niezupełnie. Cała tajemnica tkwi w rodzaju wtryskiwanego czynnika. Producenci ze względów bezpieczeństwa realizują wtrysk czynnika w postaci pary suchej gdzie $x=1$, ale napatrz na wykres czynnika R410A można zauważyć, że para sucha ma kilkadziesiąt razy mniejszą gęstość niż para mokra, co w konsekwencji może nie wystarczyć do obniżenia temperatury tłoczenia. Występują również sprężarki z wtryskiem „cieczy”, gdzie do komory sprężania zostaje podana para mokra o stopniu suchości $x=0,2$. Wtrysk pary o takich parametrach powoduje znaczne obniżenie temperatury tłoczenia, co dalej może doprowadzić do sytuacji, w której końcowa temperatura tłoczenia znajdzie się poza obszarem pary suchej przegranej i spowoduje spadek temperatury zasilania skraplacza.

Kolejnym punktem, zasługującym na uwagę jest fakt, iż urządzenia ZUBADAN posiadają przegrzewacz pary zamiast akumulatora czynnika chłodniczego. W procesie odszraniania pozwala to na szybkie osiągnięcie wysokiej temperatury tłoczenia, a co za tym idzie, skraca się czas odszraniania do 2 minut. Możliwość zastosowania takiego rozwiązania wynika ze sposobu regulacji układu chłodniczego. Regulacja ta odbywa się za pomocą trzech zaworów rozprężnych, które decydują o przegrzaniu par oraz dochłodzeniu cieczy. Jest to optymalne rozwiązanie, które czyni te urządzenia idealnymi do zastosowań w systemach ATA (air to air) lub ATW (air to water) jako jedynych źródła ciepła.



MITSUBISHI ELECTRIC B.V.

Oddział w Polsce (Sp. z o.o.)
LES (Living Environment Systems)
 ul. Łopuszańska 38C
 02-232 Warszawa
 kontakt-les@mpl.mee.com
 www.mitsubishi-les.pl

Technologia i efektywność w nowym rozwiązaniu Galletti

Pompy ciepła Galletti serii V-IPER i agregaty wody chłodzącej są przeznaczone do ogrzewania lub chłodzenia wody stosowanej w systemach klimatyzacyjnych dedykowanych do użytku domowego, handlowo-przemysłowego lub przemysłowego. Wysoka efektywność energetyczna urządzeń zapewnia znaczną redukcję zużycia energii i możliwość pracy w różnych warunkach pogodowych.

V-iper to seria modułowych chillerów z aluminiowym wymiennikiem mikrokanalowym, o kompaktowych wymiarach. Agregaty wody lodowej dostępne są w wersji chłodzącej lub chłodząco-grzewącej z kontrolą kondensacji i elektronicznym zaworem rozprężnym w standardzie. Zastosowanie wymiennika mikrokanalowego pozwoliło na redukcję ilości czynnika chłodniczego w urządzeniu o ponad 40%. Chillery V-iper zaprojektowano z myślą o zastosowaniu inwerterowych pomp obiegowych w instalacji wody lodowej, gdyż specjalna konstrukcja wymienników płytowych pozwala na uzyskanie pełnej sprawności wymiany ciepła w przypadku przepływu wody przez wymiennik w zakresie 30-100%. Agregaty dostępne są w wersjach jednoobiegowych z jedną, dwiema lub trzema sprężarkami (wysoki ESEER) lub dwuobiegowej z jedną sprężarką na każdy obieg (wysokie bezpieczeństwo pracy). Zakres wydajności chłodniczej oraz grzewczej mieści się w przedziale 50-380 kW zachowując klasę A efektywności energetycznej.

Zalety chillerów V-iper

- Wysoka sprawność w warunkach obciążenia częściowego
- Klasa A w trybie pracy pompa ciepła i funkcji chłodzenia
- Rozszerzony zakres temperatury pracy
- Inteligentna modulacja natężenia przepływu wody
- Rozwiązania przeciwprądowego przepływu w każdym trybie pracy
- Możliwość konfiguracji wersji cichej

Korzyści wynikające z zastosowania wymiennika wykonanego w technologii mikrokanalowej:

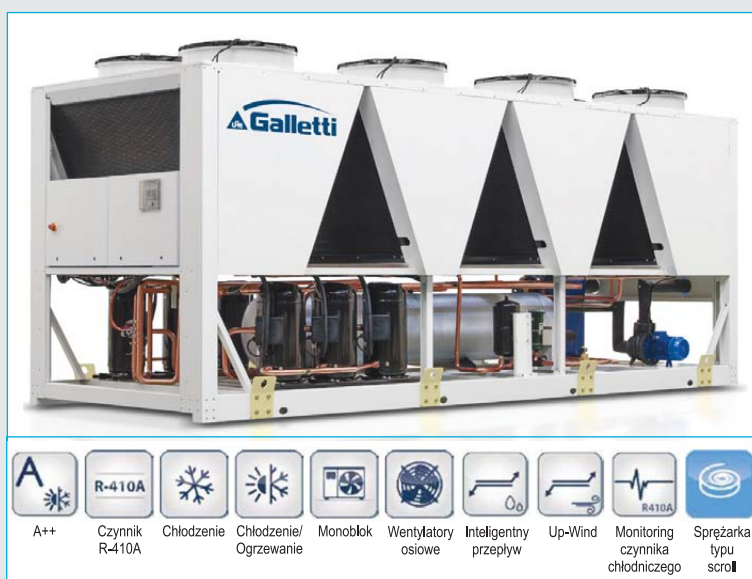
- zmniejszenie ilości czynnika chłodniczego o 40%
- większa powierzchnia wymiany ciepła ochrona
- ochrona przeciw promieniom UV
- ochrona antykorozyjna
- mała waga oraz kompaktowe wymiary

Ciche wykonanie

Chillery V-iper mogą być dostarczane w wersji cichej z obudową akustyczną dla sprężarek oraz specjalnymi dyfuzorami Axitop na wentylatorach osiowych. Ta konfiguracja, w połączeniu z funkcją tłumienia nocnego, zapewnia dużą redukcję poziomu mocy akustycznej.

Funkcja Upwind

V-iper wdraża nową technologię, która przy zmianie trybu pracy (chłodzenie/ogrzewanie) pozwala na utrzymanie stałego kierunku przepływu medium chłodniczego przez wymiennik i utrzymanie wymiany ciepła będąc cały czas w przeciwprądzie. Ta zaawansowana technologia zapewnia spadek ryzyka powstawania szronu na lamelach wymiennika. Jednocześnie technologia UPWIND zapewnia optymalizację wymiany ciepła w trakcie odparowywania i kondensacji, co pozwala na zaliczenie pomp ciepła Galletti V-iper do klasy A (wysoka sprawność) zarówno dla ogrzewania jak i chłodzenia.



Praca ze zmiennym przepływem

Dzięki obecności zaawansowanego sterownika zarządzającego zmiennym przepływem w głównym obwodzie chłodniczym, zwiększono wydajności cyklu chłodzenia, zmniejszając koszty związane z pracą układu pompowego oraz uzyskano ogólny wzrost sezonowego współczynnika efektywności energetycznej. Wykorzystano także płytowy wymiennik ciepła o wewnętrznej budowie zaprojektowanej specjalnie do pracy ze zmienną wartością przepływu do 30% nominalnej jego wartości.

 nabilaton[®]



NABILATON Sp. z o.o.
Generalny Przedstawiciel Galletti w Polsce
ul. Marywilska 34, 03-228 Warszawa
tel.: +48 22 811 30 28
www.gallettipolska.pl

Pompy Ciepła Samsung EHS

PIOTR WRZASZCZ

Mając na uwadze rosnące ceny paliw i emisję gazów cieplarnianych, firma Samsung oferuje inteligentne, energooszczędne urządzenia, pozwalające na ogrzewanie (c.o.), przygotowanie ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) oraz klimatyzację pomieszczeń. EHS (Eco Heating System) zapewnia wyjątkowy komfort i niskie koszty eksploatacji przez cały rok. Odpowiednio zaprojektowany układ pozwala na zużycie znacznie mniejszej ilości energii elektrycznej niż w przypadku konwencjonalnych systemów grzewczych, tym samym obniżając rachunki za prąd i redukując emisję CO₂.



O AUTORZE

Piotr WRZASZCZ
– Senior Product
Specialist,
SAMSUNG ELECTRONICS
POLSKA Sp. z o.o.

Nowa linia produktowa pomp ciepła Samsung charakteryzuje się najwyższymi wartościami sezonowego współczynnika efektywności energetycznej SCOP. Wszystkie agregaty zewnętrzne należą do klasy energetycznej A++. Znaczącej poprawie uległy przede wszystkim parametry termodynamiczne przy niskich temperaturach zewnętrznych. Nowe modele gwarantują zachowanie 90% nominalnej wydajności grzewczej przy temperaturze -10°C, a urządzenia zaprojektowane są do pracy nawet do -25°C! Dzięki temu pompy ciepła Samsung mogą efektywnie i stabilnie pracować w naszych warunkach klimatycznych, nawet podczas najbardziej mroźnej zimy. Zakres temperaturowy wody zasilającej instalację grzewczą sięga do 55°C, zatem odpowiada on dzisiejszym układom niski- i średniotemperaturowym. Często możliwe jest zastosowanie rozwiązania bez pomocniczego źródła ciepła. Dodatkową funkcjonalnością Samsung EHS jest możliwość kontrolowania systemu za pośrednictwem aplikacji na smartfona. Pozwala to na zarządzanie ogrzewaniem mieszkania z dowolnego miejsca, w dowolnym czasie, co eliminuje na przykład problem nieobecności w domu podczas zimowego urlopu.

Linia produktowa pomp ciepła Samsung EHS 2017 składa się z trzech typów urządzeń: monoblok, split oraz TDM+, będącego unikalną na polskim rynku technologią zaprojektowaną przez Samsung.



EHS Mono to seria pomp ciepła powietrze/woda zintegrowanych w jednostce zewnętrznej. Dostępne są nominalne moce grzewcze w zakresie 5÷16 kW, w wersjach jedno- lub trójfazowych. Urządzenia są hermetyczne, co oznacza, że nie ma konieczności wykonywania połączeń chłodniczych. Fakt ten jest szczególnie istotny w świetle najnowszych uregulowań prawnych. Charakterystyczną cechą monobloków Samsung jest zastosowanie dedykowanego, uniwersalnego modułu sterującego, który gwarantuje prostotę i elastyczność montażu.

System EHS Split składa się z agregatu zewnętrznego i modułu hydraulicznego, zainstalowanego wewnątrz budynku. Odległość między nimi może wynosić nawet 50 metrów, co w praktyce eliminuje odczucie hałasu pracującej sprężarki. Typosereg składa się z 10 zestawów, o nominalnych mocach grzewczych 4,4÷16 kW, w wersjach jedno- i trójfazowych. Układ zapewnia zasilanie instalacji centralnego ogrzewania oraz przygotowanie ciepłej wody użytkowej. Możliwe jest również chłodzenie w okresie letnim, na przykład przy użyciu klimakonwektorów. Wbudowany w moduł hydrauliczny sterownik

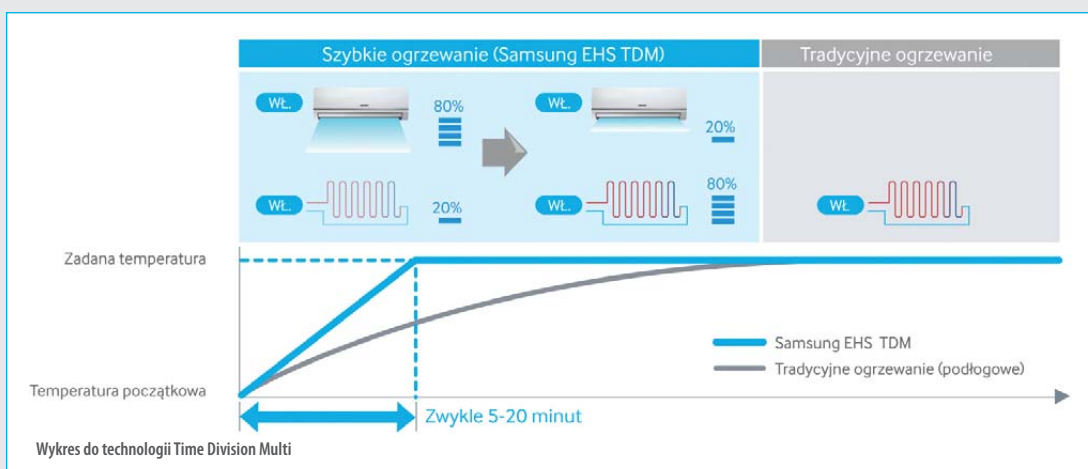




Agregat zewnętrzny Samsung EHS



Moduł hydrauliczny Samsung EHS



Wykres do technologii Time Division Multi

zapewnia łatwą, intuicyjną kontrolę systemu grzewczego. Moduły hydrauliczne wyposażone są również w grzałki elektryczne o mocach od 4 do 6 kW, które mogą pełnić funkcję pomocniczą przy niskich temperaturach zewnętrznych.

Unikalną technologią zaproponowaną przez Samsung jest seria urządzeń TDM+. Zapewnia ona centralne ogrzewanie, przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz chłodzenie standardowymi jednostkami wewnętrznymi typu powietrze/powietrze – wszystko przy pomocy jednego agregatu zewnętrznego. Jedno urządzenie gwarantuje więc komfort termiczny przez cały rok, generując jednocześnie 50% oszczędności miejsca i kosztów instalacji w porównaniu z oddzielnymi układami grzewczym i klimatyzacyjnym. Zestaw podstawowy składa się z jednostki zewnętrznej i modułu hydraulicznego. Dodatkowo możliwe jest dołączenie do 7 jednostek wewnętrznych typu powietrze/powietrze. Mogą to być jednostki ścienna, kanałowe lub konsole. Łącznie typoszereg TDM+ składa się z 8 agregatów (moce grzewcze od 4,4 do 16 kW), 4 modułów hydraulicznych oraz 15 jednostek wewnętrznych klimatyzacyjnych. Technologia „Time Division Multi” gwarantuje najszybsze osiągnięcie zadanej temperatury po uruchomieniu ogrzewania. Polega ona na współpracy dwóch układów (powietrze/woda oraz powietrze/powietrze), co pozwala na doprowadzenie do temperatury komfortu już po czasie 5±20 minut od momentu włączenia.

Przy tradycyjnej instalacji wodnej proces ten może trwać nawet kilka godzin. Dodając do tego technologię Smart-Wifi użytkownik otrzymuje możliwość szybkiego, zdalnego sterowania temperaturą w swoim mieszkaniu, używając do tego jednej aplikacji, niezależnie od pory roku.

W trwającym sezonie grzewczym firma Samsung przygotowała atrakcyjne promocje na pompy ciepła EHS, skierowane do firm instalacyjnych. Szczegółowe informacje dostępne są u Autoryzowanych Dystrybutorów. Zapraszamy również do zapoznania się z Katalogiem EHS 2017, gdzie można znaleźć więcej informacji o produkcie, takich jak karty katalogowe i rysunki techniczne poszczególnych jednostek.

SAMSUNG

Samsung Electronics Air Conditioner Europe B.V.
 Evert van de Beekstraat 310, 1118 CX Schiphol
 P.O. Box 75810, 1118 ZZ Schiphol
 Netherlands
 e-mail: klimatyzacja@samsung.com

Pompy ciepła EHS

SAMSUNG

URZĄDZENIA GRZEWcze W NAJWYŻSZEJ KLASIE

Samsung łączy najwyższy poziom efektywności energetycznej, wydajności oraz obsługi w jednym. Zapewnij sobie oraz bliskim ciepłą i przyjemną atmosferę dzięki ekologicznym i efektywnym rozwiązaniom pomp ciepła Samsung EHS (Eco Heat System):

MONO



SPLIT



TDM+
NOWOŚĆ!



Katalog EHS 2017
dostępny na
klimatyzacja.samsung.pl



Atrakcyjne promocje – więcej informacji u autoryzowanych dystrybutorów Samsung EHS.