

Poradnik

POMPY CIEPŁA 2021

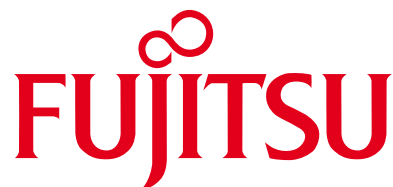


Spis treści

Przed nami powszechna elektryfikacja ogrzewania i samouczące się urządzenia grzewcze	
Rozmowa z dr. inż. Markiem Miara z Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE.	4
Połączenie pomp ciepła z grzejnikową instalacją grzewczą. Rozwiązania KAISAI seria Arctic.	10
Elektryfikacja ciepłownictwa. Technologie wytwarzania ciepła i ich integracja z systemem energetycznym . . .	14
Beretta	22
Wysokotemperaturowe pompy ciepła – odpowiedź rynku na „Falę Renowacji”?	24
ClimateHub – najwyższy poziom komfortu cieplnego w domu	30
Pompy ciepła w istniejących budynkach	32
Energooszczędne ogrzewanie z pompami ciepła LG Therma V.	36
Wyniki pracy powietrznych oraz gruntowych pomp ciepła w budynkach bez termomodernizacji	42
Mitsubishi dla domu i przemysłu	48
Pompy ciepła w obiektach modernizowanych	51
Biwalentne układy grzewcze z pompą ciepła	57
Układy hydrauliczne z pompami ciepła.	62
Przyjazne dla środowiska i wydajne ogrzewanie z pompami ciepła WOLF	67
Układy hybrydowe w ogrzewaniu budynków. Współpraca sieci ciepłowniczych z pompami ciepła	70
Pompy ciepła w epoce smart.	75
Katalog firm	79



Partnerzy publikacji



Redakcja



ADRES REDAKCJI

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa

tel. 22 512 60 75

www.rynekinstalacyjny.pl

REDAKCJA E-BOOKA

Agata Nowicka

anowicka@rynekinstalacyjny.pl

Przy opracowywaniu e-booka wykorzystano materiały zamieszczone w portalu rynekinstalacyjny.pl

REKLAMA

mdzierzawa@medium.media.pl

ezgutka@rynekinstalacyjny.pl



Grupa MEDIUM

Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością Sp.k.

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa

tel. 22 810 21 24

ISBN 978-83-64094-12-5

Przed nami powszechna elektryfikacja ogrzewania i samouczące się urządzenia grzewcze

Rozmowa z dr. inż. Markiem Miarą
z Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE



Dr inż. Marek Miara jest ekspertem w zakresie pomp ciepła we Fraunhofer Institut for Solar Energy Systems ISE, gdzie obecnie pełni funkcję Business Developer Heat Pumps. Wiele lat prowadził też projekty związane z monitorowaniem na dużą skalę wydajności pomp ciepła. Nadzoruje również międzynarodowe projekty i działania UE. Jest członkiem komitetów normalizacyjnych VDI, członkiem zarządu Niemieckiego Stowarzyszenia Chłodnictwa (DKV), członkiem zarządu Europejskiego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (EHPA) oraz współzałożycielem i byłym członkiem zarządu Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC).

Czy rzeczywiście czeka nas szeroka elektryfikacja ogrzewania i czy jest to rozwiązanie najtańsze pod względem ekonomicznym i ekologicznym?

Odpowiedź na to pytanie jest złożona, musi bowiem uwzględnić co najmniej trzy aspekty.

Już od kilku lat obserwujemy prawdziwy wysyp opracowań, symulacji czy studiów próbujących przewidzieć, w jaki sposób powinien się rozwijać system energetyczny w danym regionie, kraju czy nawet całej Europie, żeby można było osiągnąć planowane cele klimatyczne, a zwłaszcza ograniczyć emisję dwutlenku węgla. To jeden z możliwych punktów wyjścia do optymalizacji systemu energetycznego. Kolejnym jest aspekt ekonomiczny – można optymalizować koszty odbiorców indywidualnych końcowych lub całego systemu. I tutaj pojawiają się już kwestie polityczne

– jak duży ma to być system, obejmujący dany kraj czy całą Europę, a może nawet szerszy? Z tym wiąże się efektywność energetyczna. Oczywiście wszystkie te aspekty są ze sobą w jakiś sposób związane, ale w niektórych przypadkach nie są to powiązania bliskie.

Reasumując: działania koncentrują się wokół redukcji dwutlenku węgla i wszelkie dostępne opracowania mówią, że czeka nas daleko posunięta elektryfikacja (dużo dalej, niż wielu by sobie życzyło), nie tylko systemów grzewczych, ale i całej gospodarki. Wywoła to wielkie zmiany systemowe, a bez kompleksowego podejścia nie osiągniemy sukcesu – konieczna jest skoordynowana współpraca wielu podmiotów na szczeblu krajowym, ministerstw, organizacji i stowarzyszeń oraz biznesu. Wszystkie analizy wskazują, że masowa elektryfikacja jest jedynym realnym rozwiązaniem, jeśli

chodzi o systemy ogrzewania, uwzględniając aspekt ekonomiczny i klimatyczny. Choć zmiany nie będą tanie, każde inne rozwiązanie będzie nas kosztować drożej.

Potwierdzeniem trafności tych opracowań i studiów jest przyjęta przez UE strategia dotycząca systemu energetycznego i wykorzystania wodoru w celu stworzenia bardziej wydajnego i wzajemnie połączonego sektora energetycznego, którego motorem są dwa równie ważne cele: czystsza planeta i silniejsza gospodarka [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_20_1259]. To nowy program inwestycji w czystą energię zgodny z pakietem Komisji Europejskiej Next Generation EU oraz Europejskim Zielonym Ładem. Planowane inwestycje przyczynią się także do odbudowy gospodarki po kryzysie spowodowanym koronawirusem i pozwolą stworzyć nowe miejsca pracy.

Udział systemów grzewczych bazujących na prądzie w budynkach mieszkalnych ma wynieść 40% do 2030 roku, a do 2050 nawet 60–75%. W budynkach komercyjnych już w 2030 roku ma to być 65%. Te ilości przełożone na liczbę urządzeń są naprawdę olbrzymie. Strategia jest potwierdzeniem kierunku zmian, podstawą do dalszych ustaw i regulacji prawnych. Na niej jest też częściowo oparty Zielony Ład. Także Fala renowacji i elektryfikacji są ze sobą powiązane. Czekają nas zatem elektryfikacja ogrzewania, i to szeroko zakrojona.

Na marginesie warto dodać, że we wszystkich strategiach zastosowania elektryfikacji ogrzewania jest ona zawsze połączona z modernizacją budynków. Nie da się uzyskać pożądanego efektu, przeprowadzając jedynie modernizację lub tylko montując system ogrzewania zasilany energią elektryczną. Trzeba zrobić jedno i drugie – inne możliwości nie ma.

Oprócz elektryczności mamy do dyspozycji jeszcze wodór?

Tak, to modny temat i teoretycznie da się dzięki tej technologii uzyskać pewne efekty klimatyczne, ale wiele wskazuje, że zarówno teraz, jak i w przyszłości będzie to rozwiązanie znacznie droższe i bardziej skomplikowane i że nie da się wyprodukować w sposób sensowny takiej ilości wodoru, aby można go było użyć do celów grzewczych. Będzie on niezbędnym

elementem naszego systemu energetycznego, ale służącym innym celom niż ogrzewanie.

Mówiąc z przymrużeniem oka: można przybijać gwoździe mikroskopem, ale łatwiej jest młotkiem. Tak samo jest z elektryfikacją ogrzewania i wodorem – mamy już do dyspozycji rozwiązania, które działają, i to dobrze, a zastosowanie wodoru niesie ze sobą wiele konsekwencji, co pod względem ekonomicznym nie daje mu w systemach grzewczych wielkich szans powodzenia.

A jakie są możliwości stosowania urządzeń elektrycznych, czyli de facto pomp ciepła, do ogrzewania w budynkach poddawanych renowacji i remontom w kontekście unijnej Fali renowacji? Stare budynki stanowią blisko 80% substancji mieszkaniowej w UE. Żeby osiągnąć efekt ekologiczny, musimy nie tylko budować obiekty niemal zeroenergetyczne, ale przede wszystkim remontować stare.

Tak, to jest kluczowe. Budynki, które będziemy użytkować i zamieszkiwać w 2050 roku, stoją już od dawna, nowych przybywa, ale to stare będą zawsze stanowić o efektywności energetycznej budownictwa.

W Instytucie Fraunhofera blisko 20 lat temu zaczęliśmy monitorować pracę pomp ciepła w budynkach pasywnych i nowo budowanych, a od 2015 w budynkach istniejących. Ostatnio prowadzone projekty realizujemy już wyłącznie na budynkach starszych niż 20 lat, a mamy też i ponad 120-letnie. Nowe budynki można sklasyfikować stosunkowo prosto – nie ma dużych różnic, jeśli chodzi o ich stan energetyczny. W budynkach istniejących natomiast rozróżnienie jest olbrzymie i dopiero na podstawie wielu różnych metod i analiz udaje się określić, jakie urządzenia można lub trzeba w danym przypadku zastosować i jak będą one działały.

Przez ostatnie cztery lata badaliśmy ok. 70 budynków z faktycznym średnim rocznym zapotrzebowaniem na energię ok. 120 kWh/m², od 40–50 do nawet 230 kWh/m²/rok. Ta dolna wartość dotyczy budynków bardzo dobrze termomodernizowanych i wynosi trochę mniej niż obecna niemiecka średnia. Ponad 150–200 kWh/m² rocznie to zapotrzebowanie budynków, w których nie przeprowadzono większych termomodernizacji.

Z naszych badań wynika, że **sam wiek budynku nie ma większego znaczenia dla efektów zastosowania pomp ciepła**. W budynkach starszych, sprzed 1979 roku (weszyły wówczas w życie pierwsze wymagania dotyczące jakości energetycznej budynków), nie zawsze było najgorzej, nierzadko osiągnęto w nich lepsze wyniki pracy pomp ciepła, bo zwykle coś już w nich było robione – wymieniono okna, poprawiono dach, fasadę czy piwnice, dzięki czemu zredukowano początkowo bardzo wysokie zapotrzebowanie energetyczne. Budynki powstające od 1979 roku przez następne 20 lat miały wyniki niespecjalnie dobre, ale zadawalające, mimo że nie były jeszcze termomodernizowane. Wyniki te były praktycznie identyczne z tymi, które uzyskaliśmy 10 lat temu w nowych budynkach.

Pokazuje to, że technologia pomp ciepła znacznie poszła do przodu. Praktycznie we wszystkich badanych budynkach nie było problemu z uzyskaniem komfortu cieplnego. Wiele osób wciąż uważa, że pompa ciepła nie będzie dawała wystarczającej ilości ciepła – to nieprawda, a jedynie kwestia sprawności czy efektywności.

W razie potrzeby zamontowana jest w nich jeszcze grzałka elektryczna.

Co ciekawe, w ramach wszystkich pięciu projektów, które przeprowadziliśmy, a testowaliśmy łącznie ponad 300 domów, wszystko jedno czy w budynkach nowych, czy starych, udział grzałek w całkowitym zużyciu energii elektrycznej przez urządzenie wyniósł niecałe 2%, czyli był na poziomie zużycia energii do sterowania. W wielu przypadkach powietrzne pompy ciepła (a głównie je badaliśmy) podczas ostatnich 2–3 sezonów grzewczych nie potrzebowały w ogóle wsparcia grzałkami. Były też oczywiście przypadki, kiedy ich pomoc była konieczna.

W przypadku ekstremalnych warunków pogodowych nie ma sensu wymiarować pompy ciepła tak, żeby pokrywała całe zapotrzebowanie na ciepło – to się nie kalkuluje. Klienci często obawiają się dużego udziału grzałek i związanych z tym wysokich kosztów. Ale z naszych obserwacji wynika, że nawet jeśli system jest tylko z grubsza dobrze zaplanowany i wykonany, nawet nie optymalnie, grzałki nie mają w praktyce większego wpływu na koszty ogrzewania.

Spotykamy się też stosunkowo często z przyjmowaniem przez projektantów tzw. zapasu, czyli większej mocy urządzeń i instalacji.

Ten, jak ja go nazywam, „dodatek strachowy” to niepotrzebne przewymiarowanie systemów grzewczych. Ale to akurat sprawia, że w budynkach istniejących pompy ciepła dobrze sobie radzą, nawet jeśli nie zostanie wymieniony system rozprowadzenia ciepła. Stare instalacje były przewymiarowane nawet dla temperatur zasilania 90 czy 70°C i jeśli są docieplone, radzą sobie dobrze z temperaturą zasilania 55–50°C – a taką ma wiele nowych pomp ciepła. Oczywiście nie można wtedy oczekiwać nie wiadomo jakiej efektywności przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych, które jednak zdarzają się bardzo rzadko. W rocznym bilansie temperatury poniżej –5°C nie odgrywają dużej roli. I to jest kolejny powód dobrej pracy pompy ciepła w istniejących budynkach.

Inna zaleta: jeżeli tylko chcemy coś poprawić, jest to łatwe do zrobienia, jak np. wymiana grzejników. **Chciałbym tu podkreślić, że nieprawdą jest twierdzenie, że pompy ciepła dobrze pracują tylko z ogrzewaniem podłogowym.** To kwestia temperatury zasilania, a nie systemu rozprowadzania ciepła. Wystarczy po prostu wymienić grzejnik na taki, który da wymaganą moc dla niższej o 20 K temperatury zasilania, a nie jest to kosztowna inwestycja. Nie trzeba wymieniać całej instalacji, co więcej, najczęściej da się wyznaczyć dwa czy trzy pomieszczenia w budynku, które decydują o maksymalnej mocy grzewczej, i tylko w nich wymienić grzejniki na mocniejsze, a cały układ c.o. będzie potrzebował znacznie niższych temperatur.

Dochodzi do tego jeszcze jeden element, czysto technologiczny – w obliczu rozwoju czynników roboczych w kierunku czynników naturalnych, takich jak np. propan, osiągnięcie wyższych temperatur zasilania nie jest trudne, co pokazuje, że montowanie pomp ciepła jest w budynkach istniejących zasadne. Ale rozwiązanie to jeszcze nie „trafiło pod strzechy” nie tylko w Polsce. Miałem okazję uczestniczyć w Berlinie w spotkaniu, w którym udział wzięli także bardzo wysocy przedstawiciele niemieckiego ministerstwa gospodarki oraz środowiska, największej agencji energetycznej, największego think tanku i znanej fundacji zajmującej się neutralnością klimatyczną. Byli to ludzie o wysokich kompetencjach i decyzyjności

– mogli np. zdecydować, jakie urządzenia grzewcze i kiedy nie zostaną już dopuszczone na rynek. Moim zadaniem było przekonanie ich do pomp ciepła w budynkach istniejących i przedstawienie wspomnianych wyników naszych wieloletnich badań. I nawet w tym gronie początkowo widać było opór wobec nowości, uleganie przesądom i stereotypom. Co mnie jednak bardzo ucieszyło, szybko wyciągali oni wnioski z tych nowych informacji. W wielu krajach Europy ruszyły już zmiany zmierzające do elektryfikacji ogrzewania – przestaje się dotować i promować kondensacyjne kotły gazowe, a zaczyna pompy ciepła. Elektryfikacja jest ściśle powiązana z pompami ciepła, już się zaczęła i wydaje nie do zatrzymania.

Naturalne czynniki chłodnicze i wyższe temperatury zasilania z pomp ciepła to „gorący” temat.

Propan to dobry pod względem technicznym czynnik roboczy z bardzo niskim współczynnikiem tworzenia efektu cieplarnianego (GWP). Byłby idealny, gdyby nie jego wybuchowość i łatwopalność. Parę firm produkuje pompy na propan, ale nie promują szczególnie tych urządzeń ze względu na pewną obawę w branży związanej z ewentualnymi skutkami wypadków.

Prowadzone są badania, czy dopuszczalna obecnie ilość propanu w instalacji, czyli 150 g, pozwoli urządzeniu uzyskać moc potrzebną do ogrzania domu jednorodzinnego. Aktualnie oferowane na rynku urządzenia potrzebują ok. 600 g propanu. Wiele wskazuje jednak, że pompa może efektywnie pracować z czynnikiem w ilości 150 g, dając moc nieco ponad 7,5 kW. To rewelacyjny wynik i wzbudził ogromne zainteresowanie branży. Środki na badania otrzymaliśmy z ministerstwa gospodarki i przekonaliśmy firmy, które mają ponad 60% całego niemieckiego rynku, żeby z nami współpracowały. Doszły one do wniosku, że nie ma sensu indywidualnie rozwijać tego tematu, który wiąże się z kwestiami bezpieczeństwa, zabezpieczeniami itd. My generujemy know-how, które jest dostępne dla wszystkich i każdy może z niego skorzystać, ale najważniejsze, że branża zaczęła współpracować, bo inaczej zalałyby nas produkty spoza UE.

Kolejna sprawa to stosunkowo mała liczba urządzeń oferowanych przez poszczególnych europejskich producentów w ogólnej sprzedaży pomp ciepła w Europie. Nie daje ona możliwości jednej firmie

z UE np. optymalizacji komponentów, bo producenci tych komponentów nie są zainteresowani zmianami w produkcji niewielkich ilości dla różnych firm. Ale gdyby powstało konsorcjum, będzie ono w stanie kupić np. setki tysięcy czy miliony wymienników, sprężarek czy zaworów, a to już całkiem inna pozycja negocjacyjna. I ten kierunek współpracy branży cieszy się nie tylko w Niemczech, ale i w całej Europie dużym zainteresowaniem.

Wracając jednak do propanu: myślę, że obecnie obowiązujące ograniczenia zostaną poluzowane. Cały czas podkreślaliśmy, że te 150 gramów da się technologicznie udowodnić, ale nigdy nie mówiliśmy, że to musi być dokładnie 150. Pracowaliśmy jednocześnie nad 180–190 gramami propanu i sprawdzaliśmy, ile wynosi maksimum, przy którym osiągamy najlepszy stosunek ilości czynnika do efektywności pompy ciepła. Jest to nieco poniżej 200 g, a to ilość mieszcząca się w kubku, którą łatwo zabezpieczyć. Ponadto niektóre czynniki syntetyczne wprowadzane obecnie na rynek również są palne i urządzenia muszą mieć w takich wypadkach odpowiednie zabezpieczenia, tylko się o tym jeszcze głośno nie mówi.

Czy macie w Niemczech doświadczenia także z wykorzystania pomp ciepła w układach z węzłami ciepłowniczymi, np. na terenach byłego NRD? W Szwecji od paru dziesięcioleci łączy się systemy dostarczenia wody, ciepła i odprowadzania ścieków, a także gospodarkę odpadami o tyle łatwiej, że leżą one w gestii danej gminy czy miasta. Tworzony jest łańcuch energetyczny tych systemów i jeśli pojawi się gdzieś energia, już nie może zniknąć czy uciec. Odzyskuje się ciepło ze ścieków, produkuje je ze spalania osadów ściekowych i biogazu oraz odpadów komunalnych. Także ciepło odpadowe trafia do systemów ciepłowniczych, które zasilają budynki wielorodzinne i użyteczności publicznej, a nawet mniejsze. To ciekawe, gdyż ciepło sieciowe jest postrzegane jako silna konkurencja dla pomp ciepła.

W tym zakresie nie mamy jeszcze doświadczeń, którymi moglibyśmy się podzielić. Utrzymuje się jednak spore zainteresowanie tym tematem i w tej chwili bierzemy udział w dwóch projektach go dotyczących. Wróć jednak jeszcze do tych opracowań i studiów

wspomnianych na początku naszej rozmowy – mówi się w nich, że ciepłownictwo to jeden z filarów ogrzewania i nie widzę tu szczególnej konkurencji. Ciepło sieciowe współpracujące z pompami ciepła będzie wykorzystywane w dużych miastach – widzę zaangażowanie i determinację niemieckiego rządu wobec wspierania tego rozwiązania. Powstał nawet nowy zespół zajmujący się tą kwestią, a za jakiś czas będziemy mieli całą paletę projektów poświęconych takim układom.

Od wielu lat uczestniczymy w projektach, wprowadzając nie na poziomie całych miast, ale mniejszych – na poziomie grup osiedli z budynkami jedno- i wielorodzinnymi – badających zarządzanie energetyczne. Na tej podstawie można już mówić o tym, co będzie potrzebne w przyszłości. To z jednej strony produkcja energii z fotowoltaiki, a z drugiej elektryfikacja transportu, czyli elektryczne samochody. Kolejny krok to elektryfikacja ogrzewania, włączenie magazynów energii i interakcja z siecią energetyczną.

Jeśli popatrzymy na niego całościowo, system taki da się optymalizować. Będzie to zresztą konieczne z co najmniej dwóch powodów. Z jednej strony będziemy mieć coraz większą fluktuację produkcji energii, w Niemczech blisko 50% ogółu zapotrzebowania na energię elektryczną już pokrywamy ze źródeł odnawialnych. Z drugiej strony coraz większa elektryfikacja ogrzewania spowoduje, że elastyczność systemu energetycznego będzie musiała zostać wymuszona, bo będą momenty, w których trzeba będzie tak sterować systemem, żeby się nie „wysypał”. I jest to możliwe, a inne systemy albo tego nie umożliwiają, albo w znacznie mniejszym stopniu.

A czy można mówić o realnym problemie braku mocy ze względu na stosowanie pomp ciepła w obliczu coraz bardziej powszechnej elektryfikacji komunikacji? Jeżeli rozwiązany zostanie problem ładowania samochodów elektrycznych, to zasilanie pomp ciepła jest wielokrotnie prostsze z technicznego punktu widzenia – ładowarka samochodowa potrzebuje od 20 do 30 kW mocy, a pompy ciepła tylko 2–3 kW. To zupełnie inna skala problemów do rozwiązania.

Całościowe podejście systemowe to moim zdaniem jedyny sensowny kierunek. Układy tego typu są przyszłością, także rozproszone i lokalne. Widziałem taki projekt w Holandii – duży obszar miejski stanowił

zamknięty obszar zarządzania energią i zasilania oraz poboru ciepła i chłodu w ramach jednego systemu. Miał on wielu użytkowników i niektórzy z nich potrzebowali ciepła, a inni chłodu, zasilali system lub odbierali energię, sieć była zbilansowana i działało to doskonale.

I chciałbym mocno podkreślić, że nie jest to już kwestia technologiczna, ale coraz bardziej biznesowa. Choć pompy ciepła są popularne w Niemczech od ponad 10 lat, to praktycznie żadna z nich nie działa na zasadzie interakcji z systemem energetycznym, bo nie funkcjonują tu taryfy energii zmienne w czasie – dostawcom energii to się nie opłaca. Nie są oni w stanie zaproponować takiego modelu biznesowego, który byłby interesujący zarówno dla odbiorcy indywidualnego, jak i dla nich. Kolejnym problemem jest kupowanie i sprzedawanie energii pomiędzy sąsiadami – jeśli tego nie uregulujemy w sposób dający korzyści wszystkim, nie rozwiążemy problemu. Pokazuje to złożoność sprawy, ale też kompleksowość i konieczność podejścia holistycznego.

Podobne problemy mamy w Polsce. Ale jak to już nieraz bywało, zdarza się, że zapóźnienie pozwala wskoczyć na inny poziom, na ten, do którego inni musieli dochodzić latami, ucząc się na własnych błędach. U nas system upustów napędził rynek PV i tym samym pomp ciepła. O jakich jeszcze doświadczeniach i spostrzeżeniach z praktyki projektowej i eksploatacyjnej z pompami ciepła chciałby pan wspomnieć?

To obszerny temat, ale zasygnalizuję jeszcze kilka kwestii. W trakcie realizacji naszych projektów widzimy widoczny wzrost jakości wykonywanych instalacji. Rośnie też liczba producentów pomp ciepła i prawie każda firma ma własne systemy szkoleń i doskonalenia. Sam byłem i jestem zaangażowany w tworzenie programu szkoleniowego dla instalatorów, zakończonego egzaminem, który wcale nie jest łatwy. W grudniu rewidowaliśmy wszystkie, ponad 500 pytań, na które sami musieliśmy odpowiedzieć i porównać swoje odpowiedzi, a potem skonfrontować z wynikami egzaminowanych i zdecydować, co trzeba zmienić.

Poziom i jakość wykonywanych instalacji rosną, ale moim zdaniem toczy się to za wolno, a to klucz

do sukcesu. Pod koniec ubiegłego roku świętowaliśmy zainstalowanie w Niemczech milionowej pompy ciepła, zajęło to 40 lat. Dwumilionową będziemy musieli świętować za dwa-trzy lata – przyspieszenie jest gigantyczne. Nawet jeśli producenci sprostają takiemu popytowi, 4–5 razy większemu niż obecnie, kto te urządzenia zainstaluje?

Uczulam zatem zainteresowanych na kluczową kwestię – instalacja pompy ciepła musi być prosta, szybka i odporna na ewentualne błędy. Ma to szczególnie znacznie w budynkach nienowych – w nich proces instalacji pompy ciepła i dopasowania do instalacji grzewczej i elektrycznej musi być łatwiejszy, inaczej nie da się zrealizować planów dotyczących transformacji ogrzewania. Staram się przekonywać do tego producentów i są już nawet pierwsze efekty.

Kiedy 20 lat temu poznałem technologię pomp ciepła, to po prostu w nią uwierzyłem. W tej chwili, żeby uwierzyć w pompy ciepła, wcale nie trzeba wiedzieć, jak one działają. Nie wiemy przecież, jak działa smartfon i tablet, ale powszechnie z nich korzystamy. Również pompy ciepła muszą być prostym produktem masowym, pozbawionym wad okresu dziecięcego.

Takie plug & play... Włączasz i wszystko jest już gotowe.

Zdecydowanie tak – pompy ciepła muszą też inaczej wyglądać i być inaczej zbudowane. Kolejnym krokiem jest zdolność uczenia się środowiska, w którym pracują. Obecnie naprawdę zdecydowana większość pomp ciepła działa z ustawieniami fabrycznymi, które oczywiście nie są dopasowane do budynku. Nawet jeśli instalator się stara i jakoś je dopasowuje, i tak nie osiąga optimum. Po prostu nie wie, w jaki sposób budynek działa, jak się zachowują mieszkańcy i jakie mają preferencje.

Jeżeli tworzymy autonomiczne samochody, które same jeżdżą, dlaczego nie jesteśmy w stanie budować pomp ciepła, które się same optymalizują? To jednak zdecydowanie łatwiejsze zadanie w sensie technicznym i logistycznym niż w przypadku samochodów. Uważam, że w tym kierunku to będzie się rozwijać – pompy ciepła będą się uczyły budynku i dopasowywały do optymalnych warunków pracy.

Takie możliwości techniczne już są, ale nie ma nadal odpowiednich modeli biznesowych. Kto jest

bowiem odpowiedzialny za optymalizację pracy pompy ciepła? Nawet jeśli pompa ciepła „zobaczy”, że można jej pracę zoptymalizować i zasygnalizuje to producentowi, ten ma do dyspozycji różne opcje – może poinformować instalatora albo użytkownika, mówiąc np.: „Panie Miara, pańska pompa ciepła nie działa optymalnie”. A ja, użytkownik, muszę się wtedy zgłosić do instalatora, który mi urządzenie zamontował, i powiedzieć: „Panie instalatorze, pompa nie działa optymalnie, proszę coś z tym zrobić”. Czyli najpewniej tylko wkurzę instalatora, bo on ma już inne rzeczy do zrobienia, na których lepiej zarabia, jak np. remont łazienki. Producent też wie, że zdenerwuje instalatora takimi informacjami, a na rynku brakuje fachowców i trzeba o nich dbać, zatem nie wolno ich denerwować, bo zmienia producenta.

Co zatem zrobić z informacją, że można zoptymalizować pracę pompy ciepła? Nie wiadomo. I to się nie zmieni, dokąd ona sama nie będzie wiedziała, co z tą informacją zrobić i sama tego nie dokona.

Ktoś to w końcu wykorzysta.

Na razie producentom pomp nie opłaca się taka optymalizacja systemów. Mogą tę sytuację wykorzystać naprawdę duzi gracze zajmujący się technologiami cyfrowymi i proponują na tyle uniwersalne rozwiązanie, że stanie się ono masowe – wtedy pojawi się też odpowiedni model biznesowy.

I zaistnieje pod hasłem inteligentnego domu.

Tak, ta idea wykorzystuje powszechną elektryfikację systemów w budynkach – chłodzenia, ogrzewania, wentylacji, sterowania zasłonami, oświetleniem i bezpieczeństwem. To kolejny powód, dla którego elektryfikacja będzie tak szybko postępować, jest po prostu wygodna. Elektryfikacja to jedyny sposób na łatwą i pełną integrację – nie trzeba będzie mieć instalacji gazowej czy magazynu na pelety i dokładać do kotła ani pamiętać o otwieraniu okien. Wszystko obsługiwane jest za pomocą jednego pilota i to on czuwa, aby było komfortowo, bezpiecznie i tanio. To metoda czysta, łatwa i przyjemna.

Rozmawiał
Waldemar Joniec

Połączenie pomp ciepła z grzejnikową instalacją grzewczą

Rozwiązania KAISAI seria Arctic

Wciąż istnieje stereotyp, że instalacja grzewcza oparta na grzejnikach nie nadaje się do współpracy z pompą ciepła. Nic bardziej mylnego. Młot ten często powoduje, że przy modernizacji inwestor nie decyduje się na wymianę starego kotła na nowoczesną pompę ciepła, ponownie wybierając kocioł stałopalny. Wiedza o parametrach pracy instalacji grzejnikowej wystarczy do doboru odpowiedniej pompy ciepła oraz ewentualnej modernizacji instalacji grzejnikowej.

Wraz z wprowadzeniem do oferty pomp ciepła KAISAI serii Arctic, znacznie zwiększył się obszar wykorzystania powietrznych pomp ciepła w domach modernizowanych. Głównym powodem jest wysoka temperatura zasilania wody grzewczej przy bardzo niskiej temperaturze zewnętrznej. Specjalna konstrukcja układu chłodniczego opartego na czynniku R32 pozwala uzyskać aż 60°C wody grzewczej przy -15°C na zewnątrz oraz 57°C do -20°C temperatury zewnętrznej. Dzięki tak wysokiej


PORT PC
Temperatury projektowe i profile temperatur zewnętrznych w latach 2011-2020

Rozkład temperatur zewnętrznych w Krakowie (III strefa klimatyczna)

Lokalizacja	Strefa klimatyczna	Temperatura projektowa zewn.	Najniższa temperatura zewnętrzna z lat 2011-2020	Średnia temperatura zewnętrzna z lat 2011-2020	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Kraków	III	-20°C	-17°C	-11°C	-10	-17	-9	-11	-6	-12	-13	-13	-7	-7

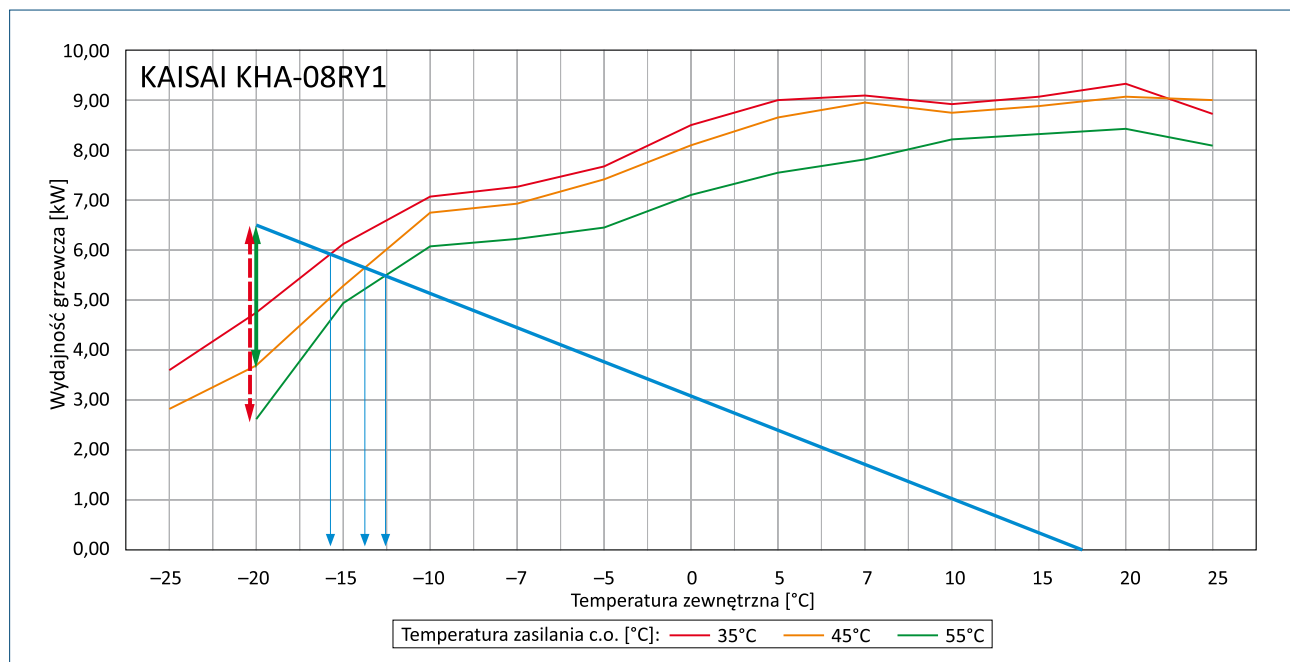
Źródło: PORT PC. Dane klimatyczne obejmują tylko okres od 1 września do 30 maja typowego roku klimatycznego.

temperaturze zasilania seria Arctic wręcz idealnie nadaje się do instalacji grzejnikowej, nawet w relatywnie starym budownictwie. Aby jednak właściwie dobrać pompę ciepła, należy znać maksymalną temperaturę, jaka powinna być przyjęta w systemie grzewczym jako temperatura obliczeniowa, w celu zachowania komfortu termicznego. W III strefie klimatycznej jest to -20°C , mimo że w przeważającej części obszaru w III strefie klimatycznej Polski temperatura -20°C może już nigdy nie wystąpić, a nawet gdy już występuje, to zaledwie przez parę godzin w roku. Warto przytoczyć tu kilka faktów: średnią najniższą temperaturą w miesiącu w ciągu ostatnich 30 lat w Warszawie jest -4°C i dotyczy to wyłącznie stycznia, w pozostałych miesiącach jest oczywiście cieplej. Również w ciągu ostatnich 30 lat rejestrowanej temperatury poniżej -10°C wypada średnio 1,5 dnia rocznie. Innym przykładem jest nieco chłodniejszy Kraków.

Jak przedstawia tabela (por. tab. Rozkład temperatur zewnętrznych w Krakowie), od 10 lat nie były rejestrowane temperatury obejmujące temperaturę obliczeniową. Jednak mimo występującej znacznie wyższej temperatury zewnętrznej od nakazywanej przez normę, musimy odpowiednio dobrać pompę ciepła lub w niektórych przypadkach zmodernizować instalację grzewczą, aby współpracowała z naszym urządzeniem.



Pierwszym i najważniejszym krokiem do właściwego doboru pompy ciepła jest policzenie zapotrzebowania na moc grzewczą w temperaturze obliczeniowej. Nieocenione jest tu wykonanie OZC budynku (Obliczenie Zapotrzebowania Ciepłego), ewentualnie wyznaczenie ilości energii potrzebnej do ogrzania



Moc grzewcza pompy ciepła a temperatura zasilania wody grzewczej i temperatura zewnętrzna

budynku i przygotowania ciepłej wody użytkowej (c.w.u.) z ilości zużywanego opału w budynku (np. oleju lub gazu). Popularne metody wyznaczania na oko współczynnika W/m^2 obarczone są bardzo dużym ryzykiem popełnienia błędu, co może skutkować doborem zbyt małej mocy pompy ciepła, a w efekcie dużym udziałem grzałki elektrycznej i zwiększonym kosztem eksploatacyjnym pompy ciepła. Prawidłowe obliczenie zapotrzebowania na moc grzewczą to już połowa sukcesu. Drugą połową jest właściwie wykonana instalacja grzewcza.

W przypadku starej instalacji grzejnikowej można w prosty sposób ocenić, czy wymaga ona wymiany. Oprócz oczywistej wizji lokalnej i oceny stanu takiej instalacji powinniśmy dowiedzieć się od użytkownika, jaka była maksymalna temperatura zasilania systemu grzewczego w największe mrozy. Bardzo często użytkownicy wiedzą dokładnie, na jaką temperaturę zasilania ustawiony był kocioł grzewczy. Jeżeli okazuje się, że w ciągu ostatnich kilku lub kilkunastu lat temperatura zasilania nigdy nie przekraczała $50^{\circ}C$ lub $55^{\circ}C$, oznacza to, że taka instalacja grzewcza może współpracować z pompą ciepła bez żadnych modyfikacji. W przypadku jednak, gdy użytkownik informuje, że przy temperaturze zewnętrznej poniżej zera musi podnosić temperaturę

na kotle powyżej $50^{\circ}C$, a czasami nawet do $70^{\circ}C$, jest to sygnał do wymiany grzejników na większe, w celu zachowania mocy grzewczej przy niższej temperaturze wody kotłowej. Należy przy tym pamiętać, że im wyższa temperatura zasilania, tym niższa zarówno sprawność pompy ciepła, jak i jej moc grzewcza.

Powyższy wykres (por. wykres Moc grzewcza pompy ciepła a temperatura zasilania wody grzewczej i temperatura zewnętrzna) przedstawia zależność mocy grzewczej pompy ciepła (z kompresora) od temperatury zasilania wody grzewczej i temperatury zewnętrznej. Można zatem odczytać moc grzewczą pompy ciepła przy temperaturze zewnętrznej $-20^{\circ}C$ dla temperatury zasilania $+45^{\circ}C$ oraz $+55^{\circ}C$. W pierwszym przypadku niedobór mocy grzewczej w temperaturze obliczeniowej może być wyrównany szczytowym źródłem ciepła w postaci grzałki elektrycznej o mocy 3 kW. Natomiast przy zasilaniu $55^{\circ}C$ wbudowana grzałka elektryczna o mocy 3 kW już nie wystarczy i należy dobrać pompę ciepła o wyższej mocy lub obniżyć temperaturę zasilania poprzez wymianę grzejników na większe. Jak pokazują powyższe przykłady, odpowiednio dobrane parametry i właściwa konserwacja instalacji grzewczej pozwala cieszyć się z taniego, ekologicznego oraz bezobsługowego źródła ciepła, jakim jest powietrzna pompa ciepła KAISAI Arctic.

The logo for KAISAI, featuring the company name in a bold, blue, sans-serif font. A small red and white graphic element is positioned at the top right of the letter 'I'.

KLIMA-THERM/KAISAI

ul. Ostrobramska 101A, 04-026 Warszawa

tel. (22) 465 65 85, tel. 661 911 056

handlowy@kaisai.com

www.kaisai.com

KAISAI

Pompy ciepła seria **ARCTIC**

Energooszczędne rozwiązanie dla Twojego domu



R32

A++

5lat
GWARANCJI



Elektryfikacja ciepłownictwa

Technologie wytwarzania ciepła i ich integracja z systemem energetycznym

Dotychczas najwięcej uwagi poświęcano elastyczności systemu elektroenergetycznego, pomijając potencjał systemów ciepłowniczych. Jednak wraz ze wzrostem integracji tych systemów rośnie znaczenie ciepłownictwa. Systemy grzewcze, które jako główne lub znaczące źródło energii pierwotnej wykorzystują energię elektryczną, mogą przynieść systemowi elektroenergetycznemu szereg korzyści, gdyż będą sprzyjać włączaniu do niego źródeł odnawialnych i stabilizować jego pracę.

Raport pt. *Elektryfikacja ciepłownictwa w Polsce. Droga do czystego ciepła* przygotowany przez Forum Energii wspólnie z amerykańskim think tankiem Regulatory Assistance Project wskazuje, dlaczego warto postawić na elektryfikację ogrzewania, jakie technologie mają przyszłość i jak mogą wpłynąć na system energetyczny.

Wybór odpowiedniej technologii grzewczej zależy od wielu czynników, należy uwzględnić aspekty społeczne, środowiskowe czy ekonomiczne. Kluczem do wyboru optymalnej technologii są następujące kryteria:

- wysoka efektywność energetyczna procesu wytwarzania ciepła,
- konkurencyjny koszt ogrzewania gospodarstwa domowego,
- ograniczenie wpływu na środowisko i klimat,
- potencjał współpracy z krajowym systemem elektroenergetycznym (KSE) i bilansowania wpływu zmiennych OZE,
- duży potencjał rozwoju i chłonność rynkowa,
- możliwość wykorzystania efektu skali dla poprawy konkurencyjności rynkowej,
- prostota technologii, a zarazem wciąż duży potencjał innowacyjności.

Spośród wielu istniejących technologii wytwarzania ciepła tylko sprężarkowe pompy ciepła w pełni wpisują się w powyższe kryteria. Wzrost liczby instalowanych pomp wskazuje, że rynek docenia walory tego typu ogrzewania w gospodarstwach domowych. Pompy ciepła to urządzenia grzewcze zasilane ciepłem otoczenia – z powietrza, gruntu,

wód powierzchniowych, a także ciepłem odpadowym (np. ścieki, woda w systemach ciepłowniczych). Pod względem technologii zasilania pompy ciepła można podzielić na: sprężarkowe, absorpcyjne i adsorpcyjne. Najczęściej stosowane są pompy sprężarkowe zasilane energią elektryczną. Sprawność tych urządzeń określana jest w stosunku do wykorzystanej energii elektrycznej i wytwarzają one od 3 do 5 razy więcej energii niż ilość energii elektrycznej, którą pobierają z systemu energetycznego. W przypadku rozwiązań jednocześnie wykorzystujących ciepło i chłód wartość ta może sięgać 6–8 jednostek. Wysoka sprawność urządzenia przekłada się na niskie koszty eksploatacyjne.

Urządzeniami wytwarzającymi ciepło z energii elektrycznej są też kotły elektryczne, które dzielą się na rezystancyjne i elektrodowe. Te pierwsze przeznaczone są do gospodarstw domowych i budynków

Forum Energii to think tank działający w obszarze energetyki. Jego misją jest tworzenie fundamentów dla efektywnej, bezpiecznej, czystej i innowacyjnej energetyki w oparciu o dane i analizy. Opublikowany przez Forum 26 stycznia 2021 r. raport pt. *Elektryfikacja ciepłownictwa w Polsce – droga do czystego ciepła* powstał we współpracy z Regulatory Assistance Project dzięki wsparciu udzielonemu przez Aspen Global Change Institute. W jego opracowaniu brali udział: Jan Rosenow z Regulatory Assistance Project oraz Andrzej Rubczyński, Piotr Kleinschmidt i dr Joanna Maćkowiak-Pandera z Forum Energii.

użyteczności publicznej (małe i średnie moce) i współpracują z „krótkoterminowymi” magazynami ciepła. Elektrodogrzewanie może być wykorzystane do zasilania osiedli lub mniejszych miast, mają moc od 5 do 50 MWt i powinny współpracować z magazynami ciepła, aby osiągać wysoką sprawność. Wykorzystuje się je głównie w okresach ujemnych cen energii elektrycznej, co pozwala na obniżenie kosztów produkcji ciepła systemowego.

Efektywność źródeł grzewczych

Urządzenia grzewcze o mocy do 70 kW porównuje się za pomocą klas energetycznych podanych na etykietach energetycznych. W nowej perspektywie budżetowej UE będzie wspierać tylko urządzenia grzewcze korzystające z OZE, czyli o klasach wyższych niż A⁺ [1]. Kotle elektryczne pomimo małych strat w przetwarzaniu energii (sprawność bliska 100%) mają niską klasę energetyczną. Pompy ciepła uzyskują 3–5-krotnie większą efektywność niż ogrzewacze elektryczne.

Aspekty środowiskowe

Najniższą emisję dwutlenku węgla spośród dostępnych technologii grzewczych mają pompy ciepła i kotle gazowe. Emisja CO₂ kotłów elektrycznych zależy od tego, z czego wytwarza się w danym kraju energię elektryczną, i jest równa emisyjności KSE. Wraz z rozwojem energetyki odnawialnej w Polsce grzewcze urządzenia

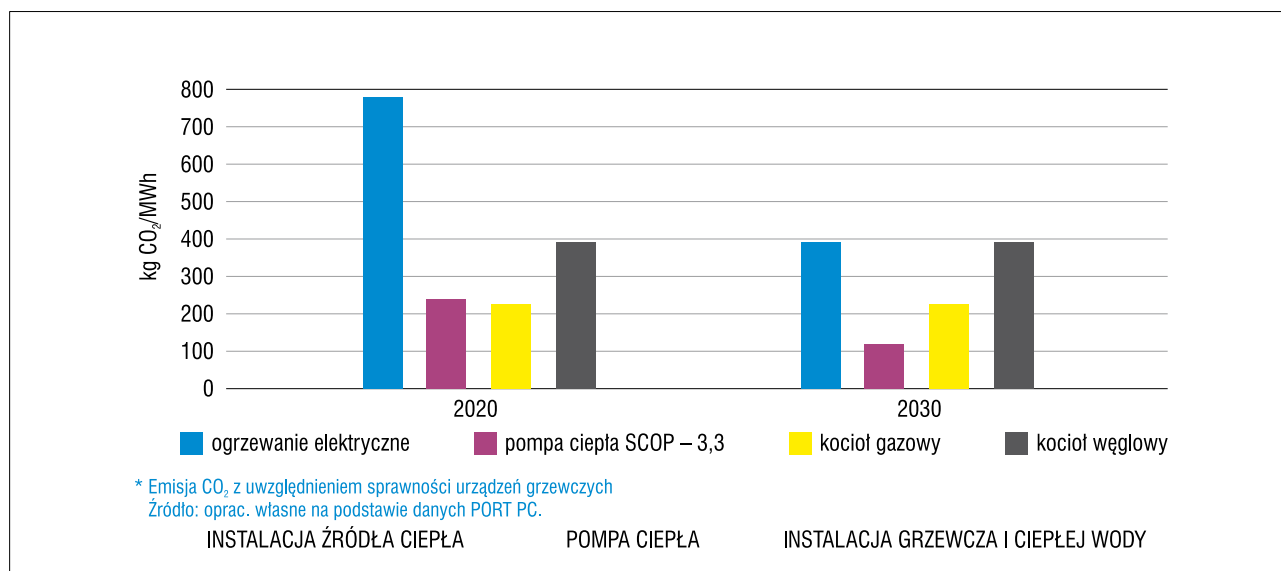
elektryczne, a zwłaszcza pompy ciepła, będą coraz bardziej przyjazne dla środowiska. Ich emisja CO₂ w porównaniu z kotłami węglowymi i gazowymi będzie niższa o odpowiednio 84 i 50% (rys. 1).

Zmiana zasilania budynku jednorodzinnego z pieca lub kotła na paliwo stałe na pompę ciepła ogranicza emisję CO₂ o ok. 40%. W Polsce mamy ok. 3 mln budynków ogrzewanych kotłami i piecami węglowymi, wyposażenie ich wszystkich w pompy ciepła pozwoliłoby na ograniczenie rocznej krajowej emisji CO₂ o ok. 36%. Proces dekarbonizacji KSE ma prowadzić do zmniejszenia emisyjności energii elektrycznej do ok. 30 kg CO₂/MWh w latach 40. obecnego stulecia. Zatem wymiana wszystkich „kopciuchów” spowoduje spadek emisji CO₂ o ok. 90% w stosunku do obecnej emisji z budynków ogrzewanych indywidualnie. To pokazuje, jak ważne jest równoległe prowadzenie procesów dekarbonizacji sektora elektroenergetycznego i elektryfikacji ciepłownictwa.

Dodatkowym efektem elektryfikacji ciepła jest pełna eliminacja lokalnej emisji zanieczyszczeń powietrza, takich jak PM₁₀, PM_{2,5} i B(a)P, które pochodzą z indywidualnych źródeł ogrzewania spalających paliwa stałe. Ma to szczególne znaczenie w obszarach zmagających się z wysokim poziomem smogu.

Koszty ogrzewania

Patrząc przez pryzmat kosztów inwestycyjnych, najtańszym źródłem ciepła jest kocioł elektryczny. Dla domu



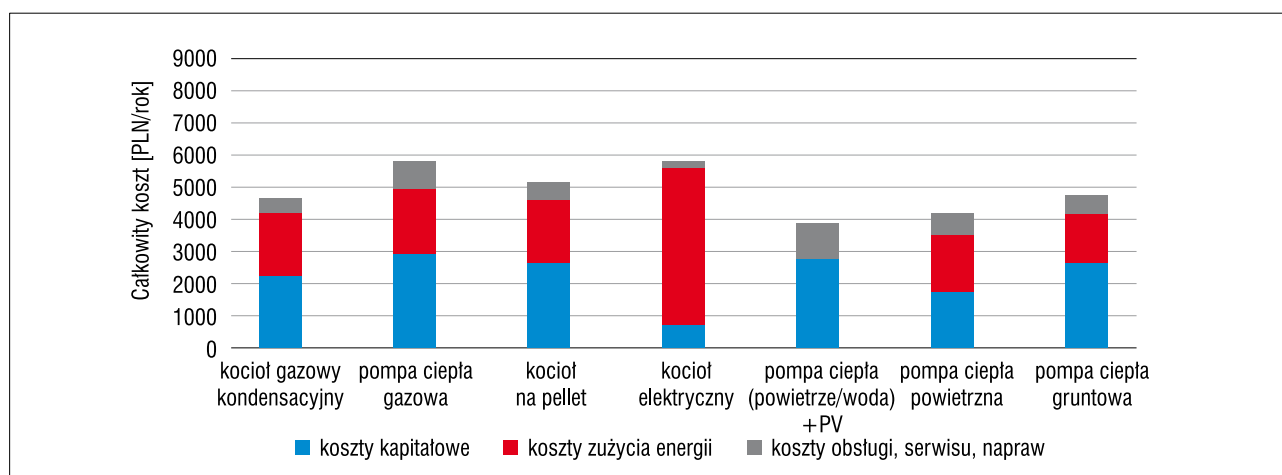
Rys. 1. Emisja CO₂ urządzeń grzewczych w zależności od udziału energii z OZE w KSE w roku 2020 i 2030

Źródło: PORT PC

o powierzchni 150 m² jego instalacja to wydatek rzędu 6 tys. zł. Jednocześnie jednak jednostkowe koszty operacyjne (koszt energii elektrycznej) są dość wysokie, dlatego rozwiązanie to może być opłacalne jedynie w obiektach o niewielkich potrzebach cieplnych [2]. Uwzględniając więc wszystkie koszty (nakład inwestycyjny plus serwis i zużyta energia), zdecydowanie korzystniej wypadają pompy ciepła, szczególnie sprzężone z fotowoltaiką (**rys. 2**). Co prawda próg wejścia w taką inwestycję, który wynosi ok. 25–30 tys. zł (bez PV), jest z perspektywy mieszkańców dość wysoki, jednak możliwość uzyskania dofinansowania

Krajowe trendy

Dynamika zmian rynku pomp ciepła w Polsce wskazuje na rosnącą atrakcyjność elektryfikacji ciepła. Polacy coraz częściej wybierają pompę ciepła do ogrzewania pomieszczeń i jako źródło ciepłej wody użytkowej w swoich domach. Jest to globalny trend związany z elektryfikacją ogrzewania. Mieszkańcy szukają rozwiązań, które nie emitują lokalnych zanieczyszczeń, są bezobsługowe i zapewniają komfort cieplny w domu przy atrakcyjnym koszcie. Coraz niższe zapotrzebowanie nowych budynków na energię przyczynia się do szerszego korzystania z tej technologii. Największe



Rys. 2. Całkowity roczny koszt ogrzewania domu przy zastosowaniu różnych źródeł ciepła

Źródło: PORT PC

z programów pomocowych zwiększa atrakcyjność inwestycji. Trendy rozwoju technologicznego pomp ciepła oraz fotowoltaiki wskazują na duży potencjał dalszego obniżania kosztów ogrzewania pozyskiwanego z tych źródeł.

Zaletą pomp ciepła jest także możliwość wykorzystania ich jako urządzeń chłodzących w czasie letnich upałów. Chłodzenie domu otrzymuje się praktycznie bez nakładów inwestycyjnych na dodatkowy klimatyzator.

Jeszcze korzystniejszym cenowo rozwiązaniem jest współpraca pomp ciepła z małymi „klastrowymi” wiatrakami, ponieważ profil produkcji energii elektrycznej z wiatraka jest zbieżny z profilem zapotrzebowania na moc grzewczą. Pozwala to na lokalne zbilansowanie wytwarzania energii z popytem bez konieczności korzystania z wirtualnego magazynu energii, co ma miejsce w przypadku fotowoltaiki (nadwyżki produkcyjne z lata są odzyskiwane zimą).

polskie przedsiębiorstwa w branży grzewczej, które wytwarzały kotły na paliwa stałe, przebranżawiają się na produkcję urządzeń niskoemisyjnych, takich jak pompy ciepła czy centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła.

Elastyczność popytu podstawą optymalizacji kosztów

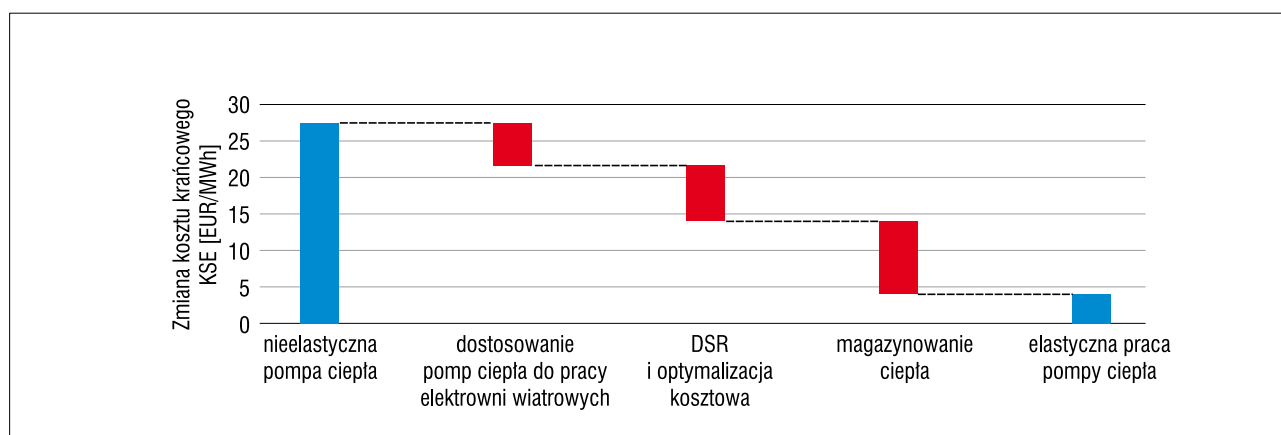
Elektryfikacja ciepłownictwa w Polsce oznacza wzrost popytu na energię elektryczną rzędu 20–30 TWh do 2050 roku. Biorąc pod uwagę brak strategii transformacji elektroenergetyki, wyzwaniem będzie dostosowanie sieci dystrybucyjnych do tych dodatkowych strumieni energii oraz zapewnienie odpowiednich zdolności wytwórczych w KSE. Wykorzystanie elektrycznych źródeł grzewczych zdolnych do reagowania na bieżący bilans podaży i popytu energii może istotnie ograniczyć koszty funkcjonowania systemu elektroenergetycznego oraz koszty związane z absorpcją coraz większych ilości

energii ze zmiennych OZE. Elastyczność odbiorców i efektywne zarządzanie popytem (DSR) zmniejszają zapotrzebowanie na moce szczytowe, a zatem i wydatki na rozbudowę sektora wytwarzania, jak również na modernizację sieci elektroenergetycznych. Pozwala to również na ograniczenie kosztów całego procesu elektryfikacji ciepłownictwa.

Sterowanie popytem i dostosowanie pracy pomp ciepła (w gospodarstwach domowych i ciepłowniach systemowych) do obciążenia sieci elektroenergetycznej umożliwia zwiększenie udziału zmiennych OZE w systemie energetycznym i redukuje konieczność

optymalną kosztowo pracę źródeł wytwórczych w systemie elektroenergetycznym.

Patrząc przez pryzmat kosztów krańcowych, najwyższych nakładów będzie wymagać przyłączenie nieelastycznych pomp ciepła, ze względu na konieczność zapewnienia dodatkowej mocy – może to być ok. 27,5 euro/MWh. Jeśli jednak praca pompy będzie zsynchronizowana z podażą farm wiatrowych, przeprowadzona zostanie optymalizacja kosztowa oraz wykorzystane magazynowanie energii, przyrost kosztu krańcowego może być zredukowany do około 4 euro/MWh (**rys. 3**).



Rys. 3. Koszt krańcowy w systemie energetycznym w wyniku przyłączenia nieelastycznej pompy ciepła i jego zmiana w wyniku optymalizacji kosztowej produkcji ciepła [3]

ograniczania czasu pracy turbin wiatrowych w okresach nadpodaży energii. Ponadto elastyczność popytu pozwala na wzrost liczby zainstalowanych pomp ciepła bez zwiększania mocy energetycznych w systemie (dzięki uzyskaniu niskiego współczynnika jednoczesności pracy urządzeń grzewczych).

Praca pomp ciepła oraz ich potencjalna elastyczność w systemie o dużym udziale energii wiatrowej znacznie obniża koszt krańcowy systemu energetycznego. Dzieje się tak z trzech powodów:

1. Obciążenie pomp ciepła pokrywa się relatywnie dobrze z wytwarzaniem energii wiatrowej, dzięki czemu unika się ograniczania pracy farm wiatrowych.
2. Elastyczne sterowanie pracą pomp ciepła umożliwia optymalizację kosztową przy jednoczesnym zaspokojeniu potrzeb obu rynków – ciepła i energii elektrycznej.
3. Możliwość magazynowania energii cieplnej i wykorzystania inercji cieplnej budynków pozwala na

W przeszłości najwięcej uwagi poświęcano elastyczności systemów elektroenergetycznych, pomijając potencjał elastyczności sektora ciepłowniczego. Jednak wraz ze wzrostem integracji obu sektorów rośnie znaczenie tej drugiej. Systemy grzewcze, które jako główne lub znaczące źródło energii pierwotnej wykorzystują energię elektryczną, mogą przynieść systemowi elektroenergetycznemu szereg korzyści, takich jak:

- korzyści dla sieci elektroenergetycznych,
- niższy koszt ogrzewania,
- wzrost udziału OZE w KSE.

W systemie o wysokim udziale zmiennych OZE sieci ciepłownicze i pompy ciepła pracujące w budynkach efektywnych energetycznie mogą dostosować swoją pracę do bieżącej sytuacji w KSE, obniżając tym samym koszty bilansowania systemu. Magazynowanie energii cieplnej zawartej w gorącej wodzie lub struktury budynków jest znacznie tańsze niż magazynowanie energii elektrycznej. Magazynowanie energii w formie ciepła jest 100 razy tańsze pod względem nakładów

inwestycyjnych na jednostkę pojemności magazynowej w porównaniu z magazynowaniem energii elektrycznej.

Ograniczanie zapotrzebowania na moc szczytową w KSE

Uniezależnienie pracy urządzeń grzewczych od bieżącego zapotrzebowania na ciepło jest warunkiem koniecznym zmniejszenia obciążenia szczytowego systemu energetycznego, a tym samym i wydatków finansowych na nowe moce wytwórcze oraz modernizację sieci. Zostanie to uzyskane poprzez poprawę efektywności energetycznej budynków i powszechne stosowanie magazynów ciepła. Magazyny ciepła i efektywne budynki pozwalają na swobodne sterowanie pracą urządzeń grzewczych oraz ich wyłączanie na kilka godzin w okresach szczytu w KSE bez utraty komfortu cieplnego o każdej porze roku.

Dane na temat standardowych praktyk użytkowników z Wielkiej Brytanii pokazują, że gdyby 20% wszystkich budynków było wyposażonych w pompy ciepła, zwiększyłoby to obciążenie szczytowe o 14% [4]. W tym badaniu niektóre pompy ciepła działały przy założeniu, że dom był ogrzewany w sposób ciągły, a inne – że dom był ogrzewany tylko w pewnych momentach, gdy było to konieczne. Dla uniknięcia takiego wzrostu obciążenia systemu energetycznego kluczowe znaczenie ma zmiana profilu pracy pomp ciepła. **Konieczna jest zatem elastyczność dobowych ich pracy oraz większe podporządkowanie sytuacji na rynku energii niż bieżącemu zapotrzebowaniu na ciepło.** Takie rozdzielenie pracy urządzeń ciepłowniczych od bieżących potrzeb odbiorców ciepła można osiągnąć dzięki akumulatorom energii. Mogą to być zarówno akumulatory dobowe o pojemności cieplnej gwarantującej kilka godzin dostawy ciepła, jak i sezonowe, które zapewniają dostawy do systemów ciepłowniczych przez okres liczony w tygodniach.

W wielu krajach Europy pokaźna liczba pomp ciepła współpracuje z lokalnymi akumulatorami gorącej wody [5]. Jako dobowy akumulator ciepła można traktować ściany budynku i zbiornik na gorącą wodę. Dodatkowo dzięki dobrej termoizolacji budynku pompy ciepła mogą pracować znacznie bardziej elastycznie, co pozwala jeszcze bardziej zminimalizować szczytowe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Zmienność cen energii oraz rosnąca potrzeba elastyczności

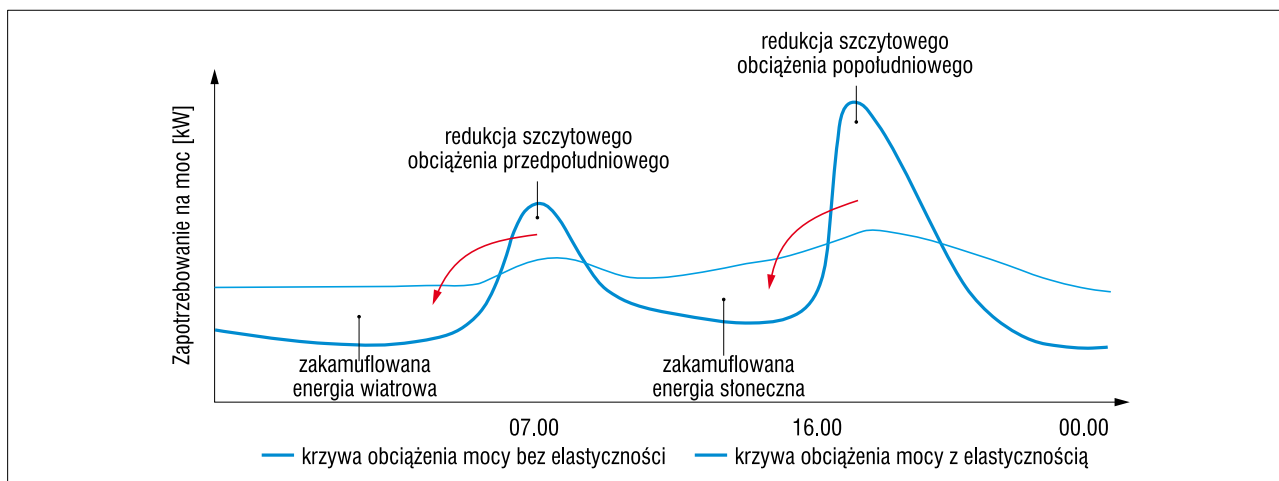
i potencjalne możliwości świadczenia usług systemowych związanych z bilansowaniem KSE wskazują, że inwestycje w akumulatory ciepła będą coraz bardziej opłacalne.

Liczne przykłady pokazują, że potencjał elastyczności po stronie popytu jest duży. Nawet bez zbiornika gorącej wody pompy stosowane w energooszczędnych budynkach mogą być wyłączane na kilka godzin bez wpływu na komfort cieplny [6]. Wskazują na to przykłady z różnych państw europejskich:

- Dania – pompy są wyłączane na 5–6 godzin przy temperaturze zewnętrznej 5°C i 2–3 godziny przy temperaturze zewnętrznej –12°C;
- Szwajcaria – we wszystkich domach można wyłączyć pompy ciepła na ponad 6 godzin, a w najlepiej izolowanych budynkach nawet na 12 godzin;
- Austria – czas wyłączenia przy temperaturach powyżej –7°C trwa od 5 do 10 godzin [6];
- Wielka Brytania – standardowa konstrukcja budynku o umiarkowanym poziomie izolacji może utrzymać komfort termiczny przez 2 godziny po wyłączeniu pompy ciepła, nawet bez zbiornika akumulacyjnego. Sygnał o wyłączeniu przesyła się zazwyczaj na 4 godziny wcześniej [7];
- Norwegia, Szwecja, Dania, Niemcy i Austria – badania przeprowadzone na 80 tys. klientów wskazują, że budynki najlepiej zaizolowane mogą utrzymać komfort cieplny przez 5 godzin bez ogrzewania przy temperaturze zewnętrznej wynoszącej 0°C [8].

Również większe systemy ciepłownicze mają duży potencjał elastyczności [8]. Możliwe jest przechowywanie ciepła doprowadzonego do sieci ciepłowniczej w czynniku grzewczym lub dodatkowym magazynie ciepła. Można też wykorzystać bezwładność cieplną budynków i potraktować je jak dodatkowe magazyny energii. Wszystkie te elementy są zazwyczaj wykorzystywane do dobowego bilansowania sieci ciepłowniczej [9].

Rys. 4 przedstawia przykładowe krzywe obciążenia systemu energetycznego w sytuacji braku elastyczności urządzeń grzewczych oraz gdy ich praca podporządkowana jest bieżącej sytuacji na rynku energii. Poranne szczyty zmniejsza wykorzystanie zakumulowanej energii wiatrowej, a szczyt wieczorny obniża zakumulowana energia słoneczna.



Rys. 4. Elastyczność obciążenia cieplnego

Rys. autorów

Stopień, w jakim elastyczność rynku ciepła jest potrzebna i możliwa do uzyskania, zależy od wielu czynników, w tym od dziennych i sezonowych wzorców wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, charakterystyki energetycznej budynków i dostępności zbiorników do akumulacji ciepła. Wymaga to również inteligentnych elementów sterujących, które obsługują pompy ciepła w odpowiedzi na sygnały, np. ceny energii. Kluczowa jest jednak akceptacja przez mieszkańców budynków elastycznej formy działania systemu grzewczego.

Krótkoterminowe magazynowanie ciepła

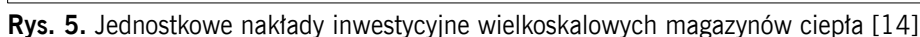
Magazynowanie energii w postaci ciepła może zwiększyć obecną elastyczność systemu w sposób korzystniejszy ekonomicznie niż magazynowanie energii elektrycznej.

Cały czas prowadzi się badania nad ulepszeniem akumulatorów ciepła. Duże oczekiwania wiąże się z akumulatorami zmiennofazowymi, które wykorzystują materiały zmieniające swój stan skupienia. Dzięki temu uzyskuje się większe gęstości energii w określonej objętości urządzenia. Tak jak zwykłe akumulatory, są one ładowane za pomocą pompy ciepła lub bezpośredniego ogrzewania elektrycznego poza godzinami szczytu i rozładowywane, gdy ciepło potrzebne jest do ogrzania budynku. W systemie energetycznym obniża się tym samym zapotrzebowanie na moc w okresach szczytu. Jedyny pobór energii elektrycznej wynika z pracy pomp obiegowych w instalacji grzewczej.

Badania wykazały, że nieruchomości z magazynami termicznymi i pompami ciepła zużywały średnio 85% energii elektrycznej w okresach poza szczytem, a podczas niego jedynie 15%. Odbывało się to przy jednoczesnym zachowaniu komfortu cieplnego gospodarstw domowych [10]. Magazyny termiczne w wielu krajach są ciągle na wczesnym etapie komercjalizacji. Wraz z postępem technicznym oraz reformą rynku energii elektrycznej (dynamiczne ceny, możliwość świadczenia usług bilansowania) popularność tych urządzeń wzrośnie. W niektórych państwach systemowo wspiera się instalowanie akumulatorów ciepła, przykładowo Szkocja i Niemcy zapewniają inwestorom, którzy je budują, specjalne wsparcie finansowe [11].

Sezonowe magazyny energii cieplnej

W praktyce spotyka się również sezonowe magazyny energii, które stanowią trudniejsze wyzwanie techniczne niż magazyny dobowe. Magazyny sezonowe wymagają bowiem dostępu do większego terenu i wykonania bardziej złożonych prac budowlanych, mogą się jednak okazać kluczowe dla procesu dekarbonizacji ciepłownictwa. Akumulatory sezonowe pozwalają na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła w okresie wzrostu zimowego zapotrzebowania na ogrzewanie. W tym przypadku pompy współpracują z akumulatorami, pełniąc zazwyczaj funkcję uzupełniającego źródła energii, a podstawowy strumień energii grzewczej czerpany jest właśnie z akumulatora. Źródłem energii cieplnej kierowanej do akumulatorów sezonowych mogą być farmy solarne, wielkoskalowe pompy ciepła oraz jednostki kogeneracyjne.



Sezonowe magazyny zielonego wodoru

W krajach, w których istnieje infrastruktura dystrybucji gazu, bilansowanie sieci są zdolne zapewnić systemy hybrydowe (biwalentne) łączące pompę ciepła z kotłem spalającym gaz. W Wielkiej Brytanii i Holandii, które dysponują rozległymi sieciami dystrybucji gazu, stwierdzono, że w procesie dekarbonizacji ciepła systemy hybrydowe mogą być ekonomicznie uzasadnione [15]. W krajach tych zazwyczaj stosuje się rozwiązania składające się z pompy ciepła o mocy mniejszej niż ta, która jest potrzebna w okresie największych mrozów, oraz kotła szczytowego. W zimne dni, które mogą zbiegać się z wysokim zapotrzebowaniem na energię elektryczną, wykorzystywane jest ogrzewanie gazowe. Zmniejsza to zapotrzebowanie na energię elektryczną i moce wytwórcze, a jednocześnie korzysta się z dostępnej przepustowości sieci gazowej. Aby jednak systemy te były w przyszłości zeroemisyjne, należy je przygotować do stosowania gazu neutralnego środowiskowo, np. wodoru lub biogazu (magazynowanych sezonowo). Przyjęcie takich rozwiązań jest kwestią lokalnej analizy ekonomicznej badającej opłacalność budowy systemu, który funkcjonuje w oparciu o dwa urządzenia grzewcze (pompa ciepła i kocioł gazowy/wodorowy). Ten kierunek działania można nazwać elektryfikacją ciepła przy wsparciu zielonym wodorem.

opr. red

Literatura

1. Mapa drogowa dotycząca przygotowania i wdrażania studiów wykonalności inwestycji badawczo-rozwojowych i innowacyjnych (ang. *Business Technology Roadmaps — BTR*) dla branży producentów niskoemisyjnych urządzeń grzewczych do 2030 roku, Ministerstwo Przedsiębiorczości i Technologii, 2019
2. Scenariusze elektryfikacji ogrzewania w budynkach jednorodzinnych w Polsce do 2030 roku, PORT PC, 2020, <https://portpc.pl/scenariusze-elektryfikacji-ogrzewania-w-budynkach-jednorodzinnych-w-polsce-do-2030-roku/>
3. Ruhna O., Hirth L., Praktikno A., *Heating with wind: Economics of heat pumps and variable renewables*, Leibniz Information Centre for Economics – ZBW, Hamburg 2019
4. Love J., Smith A.Z., Watson S. et al., *The addition of heat pump electricity load profiles to GB electricity demand: Evidence from a heat pump field trial*, „Applied Energy” 2017, 204, p. 332–342
5. Fischer D., Madani H., *W sprawie pomp ciepła w inteligentnych sieciach: recenzja*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2017, 70(C), p. 342–357
6. Arteconi A., Hewitt N.J., Polonara F., *Domestic demand-side management (DSM): Role of heat pumps and thermal energy storage (TES) systems*, „Applied Thermal Engineering” 2013, 51(1-2), p. 155–165
7. IEA HPT Programme Annex: *Heat pumps in smart grids; UK executive summary*, Delta Energy & Environment, Edynburg 2018, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/680514/heat-pumps-smart-grids-executive-summary.pdf
8. Luc K.M., Heller A., Rode C., *Energy demand flexibility in buildings and district heating systems — a literature review*, „Advances in Building Energy Research” 2019, 13(2), p. 241–263
9. Vandermeulen A., van der Heijde B., Helsen L., *Controlling district heating and cooling networks to unlock flexibility: A review*, „Energy” 2018, 151, p. 103–115
10. Shepherd T., *Various heating solutions for social housing in North Lincolnshire: Ongo Homes, Technical Evaluation Report*, NEA Technical Innovation Fund, Newcastle upon Tyne 2018, <https://www.sunamp.com/wp-content/uploads/2019/04/CP780-TIF-REPORT-Aug-18-FINAL-1.pdf>
11. *Heat batteries to be included in Home Energy Scotland loans*, 2018, <https://www.power-technology.com/news/heat-batteries-included-home-energy-scotland-loan-scheme/>
12. Mangold E., Deschaintre L., *Seasonal thermal energy storage: Report on state of the art and necessary further R+D*, IEA: Solar Heating & Cooling Programme, Paryż 2015, http://task45.iea-shc.org/data/sites/1/publications/IEA_SHC_Task45_B_Report.pdf
13. Eames P., Loveday D., Haines V., Romanos P., *The future role of thermal energy storage in the UK energy system: An assessment of the technical feasibility and factors influencing adoption. (Research report)*, Londyn 2014, <https://ukerc.ac.uk/publications/the-future-role-of-thermal-energy-storage-in-the-uk-energy-system/>
14. Kallesøe A.J., Vangkilde-Pedersen T., (ed.), *Underground Thermal Energy Storage (UTES) – state-of-the-art, example cases and lessons learned. HEATSTORE project report*, GEOTHERMICA – ERA NET Cofund Geothermal, 2019
15. Strbac et al., and Government of the Netherlands, *Klimaataakkoord (Climate agreement)*, The Hague 2018, <https://www.klimaataakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaataakkoord>



Wysokotemperaturowe pompy ciepła – odpowiedź rynku na „Falę Renowacji”?

Na rynku europejskim, w tym polskim, otwiera się kolejny ważny rozdział dla rozwoju sektora pomp ciepła, ze szczególnym uwzględnieniem pomp tzw. wysokotemperaturowych. Urządzenia te mogą odegrać znaczącą rolę w renowacji istniejących budynków za sprawą przyjętej w październiku 2020 roku europejskiej strategii „Fali Renowacji”.

Unia Europejska od dawna formułuje i realizuje politykę klimatyczną. Jednym z jej nadrzędnych celów jest, zgodnie z zapisem dyrektywy EPBD [1], dekarbonizacja sektora budynków, tak by stał się on neutralny klimatycznie do 2050 roku. Mechanizmy wynikające z tych celów dla nowych budynków (np. świadectwa charakterystyki energetycznej, a w Polsce standard WT 2021) działają całkiem sprawnie, dotyczą jednak stosunkowo niewielkiego odsetka budynków istniejących. W UE obiekty mające ponad 20 lat stanowią 85% wszystkich budynków, a 85–95% budynków istniejących dziś będzie nadal funkcjonować w 2050 roku [2]. Jednocześnie renowacji pod kątem efektywności energetycznej poddaje się obecnie tylko 1% budynków rocznie [2]. To zdecydowanie za mało, by zrealizować cele klimatyczne na 2030 rok czy osiągnąć neutralność klimatyczną do roku 2050.

Co najmniej podwojenie liczby termomodernizowanych budynków

Dlatego Komisja Europejska 14 października 2020 r. przyjęła strategię na rzecz „Fali Renowacji” [2]. Jej celem jest zwiększenie wskaźników renowacji co najmniej dwukrotnie w ciągu najbliższych 10 lat oraz taki przebieg procesów renowacji, by prowadziły do większej efektywności energetycznej i oszczędniejszego gospodarowania zasobami (jak wiadomo, budynki odpowiadają za ok. 40% zużycia energii w UE i 36% emisji gazów cieplarnianych) [2].

Strategia „Fali Renowacji” obejmie następujące działania:

- bardziej rygorystyczne przepisy dotyczące charakterystyki energetycznej, w tym stopniowe wprowadzanie minimalnych parametrów charakterystyki energetycznej dla istniejących budynków;
- zapewnienie dostępnego i dobrze ukierunkowanego finansowania – obok grantów z polityki spójności na lata 2021–2027 znaczne środki trafią do Polski z Instrumentu Odbudowy i Odporności (Recovery and Resilience Fund) powołanego do walki ze skutkami pandemii – według szacunków Komisji Europejskiej będzie to 23,9 mld euro grantów i ponad 34 mld euro pożyczek (do zakontraktowania do 2023 roku i wydania do końca 2026 roku) [3, 4];
- rozszerzenie rynku zrównoważonych wyrobów i usług budowlanych, co może oznaczać istotne wsparcie dla producentów krajowych (np. producentów kotłów planujących przebranzowienie na produkcję pomp ciepła).

Polska „Fala Renowacji”

W Polsce w lutym 2021 roku powstał projekt dokumentu *Długoterminowa Strategia Renowacji. Wspieranie Renowacji Krajowego Zasobu Budowlanego* [5]. Jako cele strategiczne wskazano w nim całkowitą rezygnację z wykorzystania węgla do celów grzewczych (we wszystkich budynkach mieszkalnych do 2040 roku), w tym wycofanie możliwości ogrzewania opartego na bezpośrednim spalaniu węgla w budynkach modernizowanych oraz niemal całkowite wycofanie stosowania gazu ziemnego w budynkach mieszkalnych i niemieszkalnych do 2050 roku [5]. Polska

„Fala Renowacji” ma przebiegać w ramach dwóch łączących się procesów:

1. masowa wymiana źródeł ciepła połączona z termomodernizacją płytką (działania najbardziej opłacalne kosztowo dla danego budynku, prowadzące do obniżenia zużycia EK do co najwyżej 75% pierwotnego zużycia) do 2030 roku, z uwzględnieniem perspektywy renowacji do standardu zeroemisyjnego do 2050 roku;
2. stopniowe zwiększanie skali termomodernizacji głębszej (działania, po których parametry budynku spełnią wymagania standardu WT 2021 lub wyższe) do ok. 3% rocznie w perspektywie kolejnych kilkunastu lat.

Rekomendowany w tym projekcie scenariusz renowacji polskiego zasobu budowlanego przedstawia tabela.

Długoterminowa Strategia Renowacji omawia także przykładowe rozwiązania techniczne termomodernizacji głębszej wraz z wiążącymi się z nimi wyzwaniem: *Jedną z możliwości jest wyposażenie budynku w pompę ciepła współpracującą z ogrzewaniem podłogowym lub ściennym. Niestety układanie takich instalacji w istniejącym obiekcie jest nieracjonalne ze względu na koszty i uciążliwość. Pompy ciepła mogą wprawdzie współpracować z tradycyjnymi grzejnikami, ale musiałyby one mieć większą powierzchnię grzewczą: wszystkie stare grzejniki trzeba by było wymienić na nowe, dostosowane do współpracy z nowoczesnymi niskotemperaturowymi źródłami ciepła* [5].

Tymczasem producenci – zarówno krajowi, jak i zagraniczni – są coraz lepiej przygotowani, by sprostać temu wyzwaniu. Na rynku oferowanych jest coraz więcej tzw. wysokotemperaturowych pomp ciepła,

czyli urządzeń umożliwiających przygotowanie wody grzewczej o temperaturze nie niższej niż 65°C.

Pompa ciepła: źródło nisko-, średnio- czy wysokotemperaturowe?

Powszechnie przyjęło się, że pompa ciepła to najczęściej nisko- lub średniotemperaturowe źródło ciepła, przeznaczone do ogrzewania o niskich lub średnich parametrach. Definicje urządzeń, jak i zastosowań nisko- i średniotemperaturowych, podaje rozporządzenie 2010/30/UE [6]:

- **niskotemperaturowa pompa ciepła** oznacza urządzenie zaprojektowane specjalnie do stosowania w niskiej temperaturze, które w warunkach obliczeniowych odniesienia dla klimatu umiarkowanego nie może zapewnić wody grzewczej o temperaturze wylotowej 52°C przy temperaturze termometru suchego (mokrego) na wlocie wynoszącej –7°C (–8°C);
- **zastosowanie niskotemperaturowe** oznacza zastosowanie, w którym pompa ciepła zapewnia deklarowaną wydajność grzewczą, gdy temperatura na wyjściu znajdującego się w pomieszczeniu wymiennika ciepła wynosi 35°C;
- **zastosowanie średniotemperaturowe** oznacza zastosowanie, w którym pompa ciepła zapewnia deklarowaną wydajność grzewczą, gdy temperatura na wyjściu znajdującego się w pomieszczeniu wymiennika ciepła wynosi 55°C.

Rzeczywiście, urządzenia takie dominują na rynku, ale to się powoli zmienia na rzecz brakujących w tym zestawieniu (bo niezdefiniowanych w przepisach) pomp wysokotemperaturowych. Wysokotemperaturowa pompa ciepła to urządzenie, które może produkować wodę grzewczą o temperaturze zasilania 65°C,

Lata	Średnie tempo modernizacji			
	ogółem		do najwyższego standardu <50 kWh/(m ² ·rok)	
	% ogółu budynków rocznie	liczba budynków rocznie [tys.]	% ogółu budynków rocznie	liczba budynków rocznie [tys.]
2021–2030	3,6%	234	1,1%	71
2031–2040	4,0%	264	2,2%	143
2041–2050	3,4%	223	3,1%	203

Tabela. Podsumowanie rekomendowanego scenariusza renowacji zasobów budowlanych [5]

a nawet wyższej, bez dodatkowego wspomagania. Takie pompy ciepła sprawdziłyby się przy współpracy z tradycyjną instalacją grzejnikową – idealnie nadawałyby się więc do głębokiej termomodernizacji budynków w ramach „Fali Renowacji”.

Wysokotemperaturowa pompa ciepła – wykorzystanie wtrysku par

Na rynku dostępne są pompy wysokotemperaturowe z czynnikami syntetycznymi. W urządzeniach tych stosuje się technologię wtrysku par, która zresztą nie jest rozwiązaniem nowym. Technologię tę dla swych sprężarek spiralnych (scroll) wprowadził blisko 15 lat temu Copeland [7]. Rozwiązanie to nosi nazwę EVI (Enhanced Vapor Injection – wzmocniony wtrysk pary). Jego realizacja wymaga zmodyfikowanego obiegu chłodniczego.

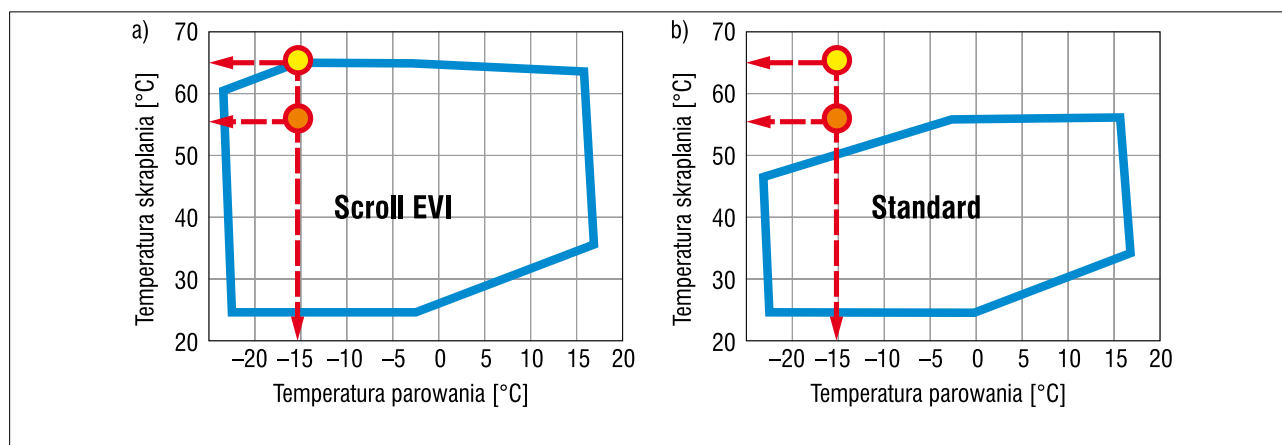
W „klasycznym” obiegu ciepło ze źródła dolnego (solanka, powietrze) odbierane jest w parowniku, a w skraplaczu oddawane do instalacji grzewczej. W zaworze rozprężnym następuje obniżenie temperatury i ciśnienia – tak przygotowany czynnik chłodniczy (ciekły) ponownie trafia do parownika. Natomiast w obiegu sprężarki z wtryskiem par dodatkowy zawór rozprężny kieruje część czynnika chłodniczego do dodatkowego wymiennika ciepła. W wymienniku tym czynnik odparowuje – powstała para wtryskiwana jest bezpośrednio do strefy średniego ciśnienia sprężarki.

Dzięki zastosowaniu wtrysku par uzyskuje się wyższe ciśnienie czynnika na wyjściu ze sprężarki. Przy wyższym ciśnieniu skrapla się większa ilość czynnika – cały proces skraplania cechuje się wyższą temperaturą przemiany i wydajnością grzewczą.

Tym samym odbierająca ciepło woda grzewcza może uzyskać wyższą temperaturę.

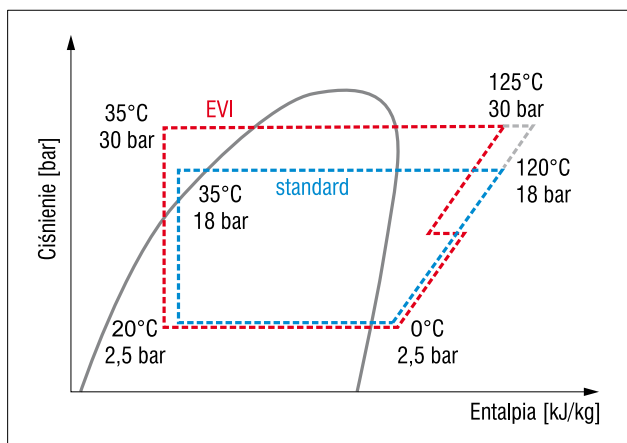
Znaczenie wtrysku par dla pracy układu chłodniczego najlepiej ilustruje tzw. koperta pracy (pole pracy), pokazująca wartości temperatury wody grzewczej (temperatura skraplania) przy temperaturze dolnego źródła, w parowniku (temperatura odparowania; **rys. 1**) lub ilustrująca zależność ciśnienia od entalpii (**rys. 2**). Praca pompy ciepła poza kopertą pracy powoduje uszkodzenia sprężarki. Widać więc, że w porównaniu do cyklu tradycyjnego dla sprężarek z wtryskiem par takie ryzyko jest mniejsze – koperta pracy jest szersza. Mimo dużego wzrostu ciśnienia końcowego temperatura końcowa rośnie tylko nieznacznie, zwykle nie przekraczając 125°C, zatem nie wpływa negatywnie na trwałość sprężarki (zarówno podzespołów urządzenia, jak i oleju smarującego zawartego w czynniku chłodniczym).

Pompa ciepła z wtryskiem par ma szerszy zakres pracy – umożliwia zapewnienie wysokiej temperatury wody grzewczej przy niskiej temperaturze powietrza zewnętrznego. Na przykład dla pomp ciepła powietrze/woda wysoka temperatura wody grzewczej zapewniona jest także przy niskiej temperaturze zewnętrznej (np. -15°C). Dla tradycyjnych pomp ciepła przy temperaturze poniżej -5°C wydajność grzewcza spada nawet o 30% – wiąże się to z niższą temperaturą odparowania. Spada wówczas prędkość sprężarki (aby uniknąć przegrzania) i ilość czynnika chłodniczego w obiegu [8]. System z wtryskiem par pozwala na optymalizację ilości czynnika w układzie, a wtrysk par dodatkowo chroni sprężarkę przed przegrzaniem. Możliwa jest samodzielna praca pompy przy niższej temperaturze



Rys. 1. Koperty pracy dla układu ze sprężarką Scroll EVI (a) oraz dla układu standardowego (b)

Źródło: Vaillant



Rys. 2. Koperta pracy – zależność ciśnienia od entalpii
Źródło: Vaillant

zewewnętrznej (przez większą część roku). Dla układów hybrydowych przesuwają się punkty biwalentny – szczytowe źródło ciepła (najczęściej kocioł) pracuje krócej. Pompa ciepła z wtryskiem par zwykle jest także mniejsza niż „tradycyjna” przy tej samej wydajności grzewczej (dzięki mniejszej sprężarce).

Pompa ciepła ze sprężarką Scroll EVI cechuje się także wysoką efektywnością pracy (COP jest zazwyczaj wyższy niż dla standardowej pompy ciepła). Na przykład dla pompy ciepła na R32 zbadano, że przy niższej temperaturze tłoczenia wtrysk pary zwiększa wydajność grzewczą urządzenia o ok. 3–9% w stosunku do rozwiązania tradycyjnego (optymalne wyniki uzyskuje się przy wtrysku pary o udziale masowym 12–16%) [9].

Gazowa absorpcyjna pompa ciepła

W absorpcyjnej pompie ciepła tradycyjny amoniakalny układ chłodniczy uzupełniony jest o układ absorpcyjny. Wysoka temperatura wody grzewczej jest zatem zapewniona dzięki wykorzystaniu dodatkowego ciepła absorpcji, ten rodzaj pompy ciepła również może zapewnić wysoką temperaturę. Podczas spalania w palniku gazowym (gaz ziemny lub LPG) powstaje ciepło, które powoduje odparowanie z roztworu bogatego czynnika chłodniczego. Pary czynnika, oczyszczane z pary wodnej w rektyfikatorze i deflegmatorze, kierowane są do skraplacza. Następuje oddanie ciepła do wody grzewczej i skierowanie ciepłego czynnika przez zawór rozprężny do parownika. Odparowany czynnik przepływa do absorbera, gdzie następuje absorpcja par czynnika

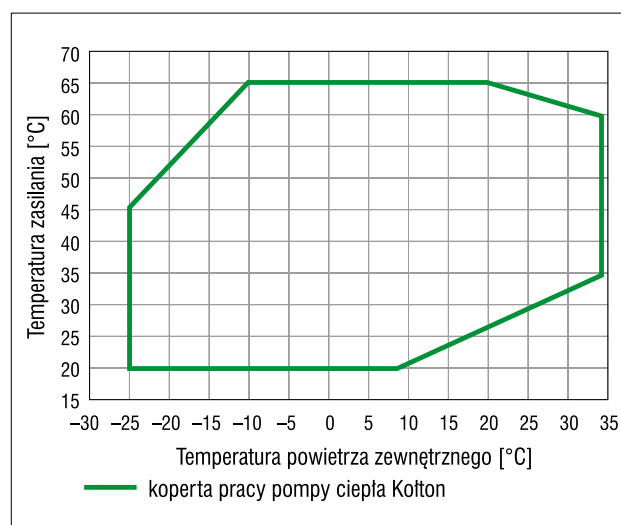
przez roztwór ubogi (z dolnej części generatora), który zostaje rozprężony i rozpylony. Powstały w ten sposób roztwór bogaty kierowany jest na wymiennik rurowy, gdzie skrapla się i oddaje powstałe ciepło do wody grzewczej. Pompa pompuje roztwór bogaty do wężownicy i cały proces się powtarza.

Problemem związanym z zastosowaniem gazowych pomp absorpcyjnych w „Fali Renowacji” jest zapisane w *Długoterminowej Strategii Renowacji* stopniowe wycofywanie się z gazu ziemnego do 2050 roku [5]. Jednak palnik gazowy pomp absorpcyjnych może być zasilany także biogazem lub gazem płynnym (LPG). Pewną szansą może być też zastosowanie w tych urządzeniach mieszanek gazowych z udziałem wodoru.

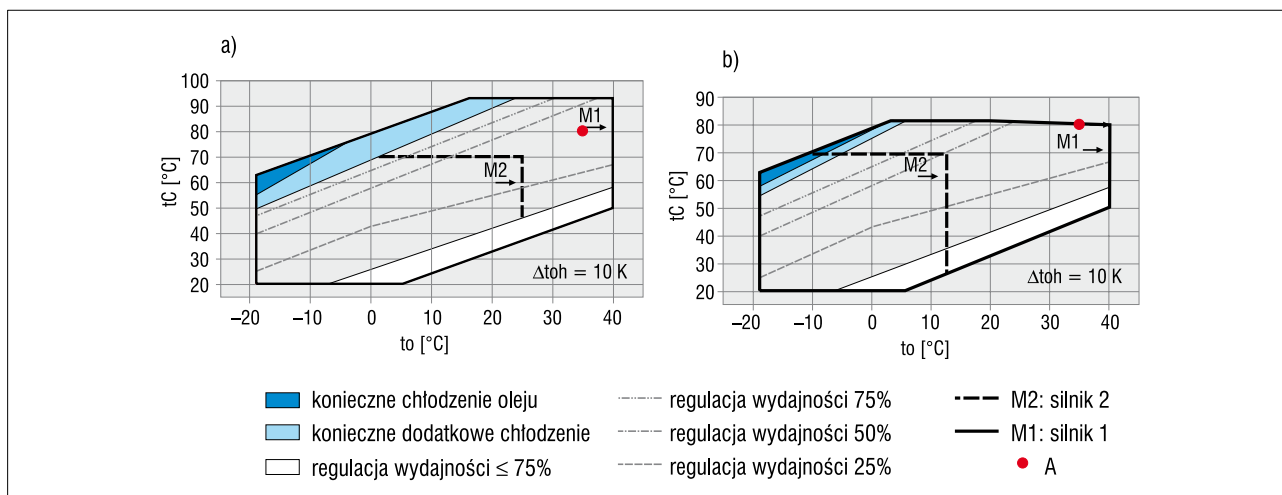
Pompy ciepła na nowe czynniki

Pompy ciepła mają charakter urządzeń wysokotemperaturowych także w przypadku tzw. nowych (alternatywnych) czynników chłodniczych. Rozwiązania oparte na czynnikach chłodniczych naturalnych, tj. R290 (propan) i R744 (dwutlenek węgla), mają szersze koperty pracy (**rys. 3**) i wyższy współczynnik ciśnienia – choć przy niskich sprężach sprężarki na R290 okazują się mniej wydajne niż sprężarki na czynniki syntetyczne z wtryskiem par.

Rozwiązania wysokotemperaturowe dostępne są także dla sprężarek innych niż spiralne. Jeden ze znanych producentów zwiększył zakres zastosowań swoich półhermetycznych sprężarek śrubowych, które mogą



Rys. 3. Przykład koperty pracy dla pompy ciepła powietrze/woda ze sprężarką spiralną (scroll) na czynnik R290
Źródło: Kolton



Rys. 4. Koperty pracy dla sprężarek na czynnik R1234ze(E) Bitzer dla dużych pomp ciepła: a) standard, b) Eco

Źródło: Bitzer [10]

się stać sercem dużych przemysłowych pomp ciepła. Producenci przemysłowych pomp ciepła dostają możliwość uzyskania wody grzewczej o temperaturze do 85°C [10]. W przypadku urządzeń na czynnik R1234ze(E) te o wydajności grzewczej od 250 do 1000 kW mogą mieć temperaturę parowania 35°C i temperaturę skraplania 80°C, a dla czynników R1234ze(E) i R515B w rozwiązaniu dla poszerzonej koperty pracy parametry mogą wynieść do 40°C (temperatura odparowania) i do 93°C (temperatura skraplania) – **rys. 4**. Poszerzone pole pracy sprężarek umożliwi powstanie i produkcję wielkoskalowych, wysoce wydajnych przemysłowych i komercyjnych pomp ciepła.

Joanna Ryńska

Literatura

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/844 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2010/31/UE w sprawie charakterystyki energetycznej budynków i dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Dz.Urz. L 156/75 z 19.06.2018), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L0844&from=pl>
2. *Fala renowacji na potrzeby Europy – ekologizacja budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa jakości życia*, COM(2020) 662 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0662>
3. *Recovery plan for Europe*, https://ec.europa.eu/info/strategy/recovery-plan-europe_en (dostęp: 6.04.2021)
4. *Zielona energia i zmniejszenie energochłonności – wystuchanie dla Krajowego Planu Odbudowy*, <https://www.gov.pl/web/planodbudowy/zielona-energia-i-zmniejszenie-energochlonnosci-wysluchanie-dla-krajowego-planu-odbudowy>
5. Rada Ministrów, *Długoterminowa Strategia Renowacji. Wspieranie Renowacji Krajowego Zasobu Budowlanego* (projekt załącznika do uchwały). Warszawa, luty 2021, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-praca-technologie/dlugoterminowa-strategia-renowacji> (dostęp: 6.04.2021)
6. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 811/2013 z dnia 18 lutego 2013 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykiet efektywności energetycznej dla ogrzewaczy pomieszczeń, ogrzewaczy wielofunkcyjnych, zestawów zawierających ogrzewacz pomieszczeń, regulator temperatury i urządzenie słoneczne oraz zestawów zawierających ogrzewacz wielofunkcyjny, regulator temperatury i urządzenie słoneczne, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32013R0811>
7. Głowala Adam, *Sprężarki spiralne z wtryskiem par. Propozycja Copeland dla nowoczesnych pomp ciepła*, „Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna” 1/2007
8. *Flash injection for high performance at low temperatures*, <https://www.heatingandventilating.net/flash-injection-for-high-performance-at-low-temperatures>
9. Xu Shuxue, Ma Guoyuan, Liu Qi, Liu Zhongliang: *Experiment study of an enhanced vapor injection refrigeration/heat pump system using R32*, „International Journal of Thermal Sciences” No. 68, 2013, p. 103–109. DOI: 10.1016/j.ijthermalsci.2012.12.014
10. *BITZER approves CSH screw compressors for use in large heat pumps*, <https://www.bitzer.de/gb/en/press/bitzer-approves-csh-screw-compressors-for-use-in-large-heat-pumps.jsp>
11. *Europejski Zielony Ład*, COM(2019) 640 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>
12. *Impuls dla gospodarki neutralnej dla klimatu: strategia UE dotycząca integracji systemu energetycznego*, COM(2020) 299 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0299>
13. Materiały techniczne firm: Bitzer, Emerson/Copeland, Galmet, Gazuno, Kötton, Mitsubishi Electric, Vaillant, Viessmann

EKOzwycięzcy

Czyste powietrze w domu
i na zewnątrz!



 #108

Tai Woffinden
Indywidualny, trzykrotny
mistrz świata na żużlu



Zostań EKOzwycięzcą i wybierz
pompę ciepła Vitocal firmy Viessmann



 **Oczyszczacz powietrza GRATIS** przy zakupie
pomp ciepła Vitocal 200-A lub 222-A

 **5 lat gwarancji** na wszystkie pompy ciepła

 Niskie koszty ogrzewania dzięki najwyższym
współczynnikom efektywności

 Bezpieczna Ekipa Viessmann zapewnia
najwyższy standard instalacji i obsługi

Szczegóły promocji sprawdź u Twojego
Instalatora lub na stronie: viessmann.pl/gratis

VIESSMANN

ClimateHub

– najwyższy poziom komfortu cieplnego w domu

ClimateHub to zintegrowane rozwiązanie firmy Samsung do ogrzewania oraz dostarczania ciepłej wody i chłodzenia. Jego prosta instalacja, bezproblemowe uruchomienie, cicha praca i inteligentna łączność sprawiają, że utrzymanie komfortu w domu stało się wyjątkowo łatwe.

Zintegrowane rozwiązanie Samsung dostępne jest w trzech konfiguracjach i opiera się na:

- jednostce zewnętrznej pompy ciepła o mocach w wersji Mono: 5,0–16,0 kW, Split: 4,0–9,0 kW i TDM Plus: 4,4–16,0 kW;
- module hydraulicznym z wbudowanym zbiornikiem na c.w.u. o pojemności 200/260 l;
- sterowniku dotykowym do dwustrefowego sterowania temperaturą.

Trzy wersje systemu

W ramach konfiguracji **ClimateHub Mono** oferowana jest jednostka zewnętrzna ze zintegrowanym ze zbiornikiem układem hydraulicznym, łatwa w instalacji i użytkowaniu. Szybka i sprawna konfiguracja pojedynczej jednostki sprawia, że nie trzeba rezerwować miejsca dla układu rur do wprowadzania czynnika chłodniczego i cały montaż przebiega błyskawicznie. Z kolei **ClimateHub Split** to pojedyncza jednostka zewnętrzna podłączona do zintegrowanego ze zbiornikiem modułu hydraulicznego poprzez instalację doprowadzającą czynnik chłodniczy i zapewniająca kompleksową obsługę.

ClimateHub TDM Plus to najnowszy system „wszystko w jednym” – powietrze/woda (A2W) i powietrze/powietrze (A2A), który jest kompleksowym rozwiązaniem w zakresie zarządzania klimatem w domu. Z systemu można korzystać na potrzeby chłodzenia i ogrzewania przez cały rok, w różnych okolicznościach i przy różnych preferencjach użytkowników. Zapewnia on ogrzewanie i chłodzenie podłogowe oraz ogrzewanie za pomocą grzejników, a także chłodzenie i ogrzewa-

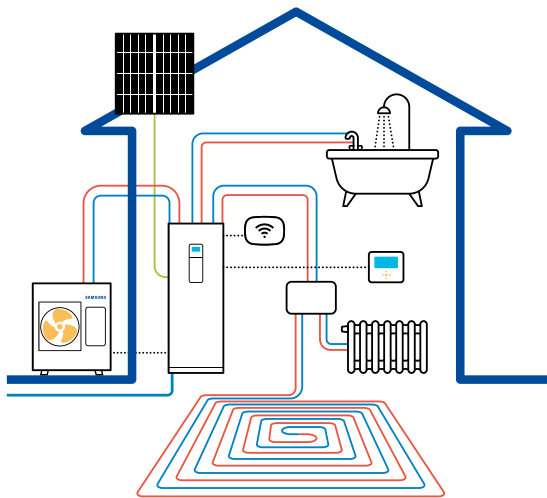
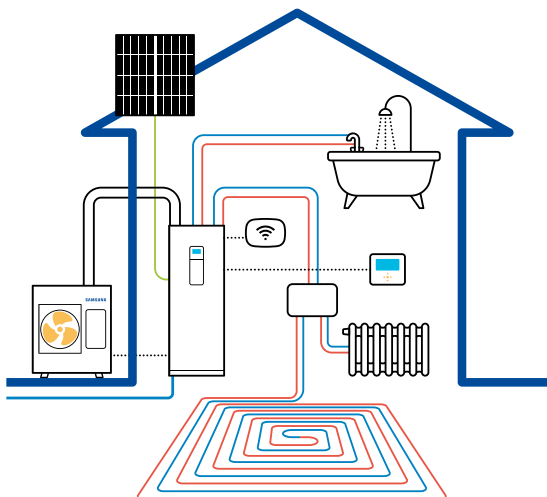
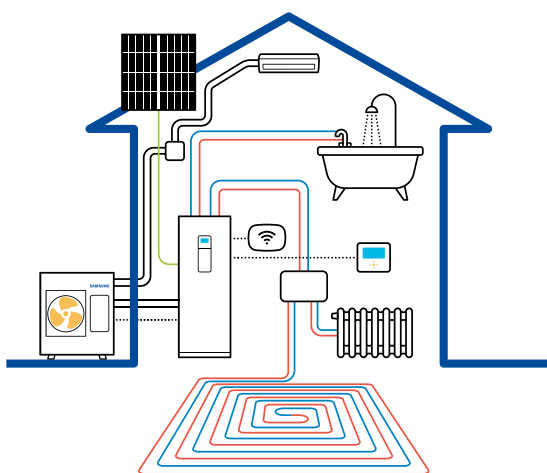


nie powietrze/powietrze z różnymi opcjami jednostek wewnętrznych, w tym klimatyzatorów z technologią WindFree™.

Możliwości każdego systemu można dodatkowo zwiększyć dzięki podłączeniu do inteligentnej sieci Smart Grid lub zasilania energią słoneczną (PV).

Cicha praca

Współczesne systemy klimatyzacji i ogrzewania muszą spełniać coraz surowsze wymagania w zakresie


ClimateHub Mono

ClimateHub Split

ClimateHub TDM Plus Nowość

głośności pracy. Czterostopniowy tryb cichy pozwala na wytłumienie odgłosów pracującej w jednostce zewnętrznej pompy ciepła do zaledwie 35 dB(A) — ograniczając tym samym zakłócenia dźwiękowe występujące wokół budynku w nocy.

Łatwa instalacja

Moduł hydrauliczny z wbudowanym zbiornikiem ma kompaktową, modułową konstrukcję. Łatwą instalację zawdzięcza zamontowanym fabrycznie elementom hydraulicznym oraz okienku serwisowemu umieszczonemu z przodu urządzenia. Dzięki intuicyjnym opcjom serwisowym, dostępnym poprzez podłączenie karty microSD lub połączenie z aplikacją mobilną Samsung S-Checker, uruchamianie systemu i rozwiązywanie ewentualnych problemów jest w praktyce bardzo proste.

Intuicyjne sterowanie

Sterownik dotykowy wyposażono w wiele języków do wyboru i jasny kolorowy wyświetlacz, dzięki któremu można łatwo monitorować energię oraz ustawiać temperaturę dla poszczególnych stref, co pozwala efektywnie wykorzystywać wysokotemperaturowe grzejniki i niskotemperaturowe ogrzewanie podłogowe.

Inteligentna łączność

Systemem ClimateHub można zarządzać zdalnie. Korzystając z opcjonalnego zestawu Wi-Fi i aplikacji Samsung SmartThings¹⁾ użytkownicy mogą sterować nawet 16 jednostkami wewnętrznymi oraz zarządzać poszczególnymi funkcjami systemu i je monitorować – z każdego miejsca w dowolnym czasie.

¹⁾ Wymagane jest połączenie Wi-Fi i konto aplikacji SmartThings. Wymagany jest system iOS 10.0 lub nowszy albo Android 5.0 lub nowszy.

SAMSUNG

samsung.com/climatehub

Pompy ciepła w istniejących budynkach

Czy pompy ciepła nadają się wyłącznie do budynków nowych lub w pełni termomodernizowanych? Choć informacja taka jest często powtarzana, praktyka wskazuje, że nie można uznać jej za wiarygodną. Ponadto to właśnie istniejące budynki przesądzą o osiągnięciu neutralności klimatycznej systemów grzewczych. Nadrzędnym celem w ogrzewnictwie jest obecnie stosowanie rozwiązań niepowodujących emisji dwutlenku węgla. Pompy ciepła, zarówno w rozwiązaniach indywidualnych, jak i sieciowych, są technologią kluczową dla spełnienia tego celu.

Z każdym kolejnym opracowaniem, scenariuszem czy prognozą jasno mówiącą o bardzo ważnej lub nawet decydującej roli pomp ciepła w dekarbonizacji systemów grzewczych, pojawiają się również pytania: W jaki sposób pompy ciepła mogą być stosowane w istniejących budynkach? Czy są one w stanie zapewnić wymagane wysokie temperatury zasilania układów grzewczych w przypadku zastosowania systemu opartego na grzejnikach? Co z ich efektywnością w tego typu budynkach? Czy można nazwać działanie pomp ciepła w budynkach istniejących/starszych ekologicznym?

Podczas dwudziestu lat badań nad pompami ciepła w niemieckim Instytucie Fraunhofera ISE przebadano m.in. ok. 300 rzeczywistych instalacji pomp ciepła w budynkach jednorodzinnych różnych klas energetycznych. Projekty badawcze z ostatnich lat poświęcone były budynkom starszym.

Uzyskane wyniki w sposób jednoznaczny wskazują na możliwość celowego stosowania pomp ciepła w budynkach niepoddanych termomodernizacji lub poddanych jej jedynie częściowo. Pompy ciepła są w stanie zapewnić mieszkańcom wymagany komfort termiczny, jednocześnie pracując z efektywnością pozwalającą uzyskiwać korzyści ekologiczne w porównaniu do instalacji na paliwa kopalne.

Znalezienie odpowiednich rozwiązań oraz ich implementacja w praktyce będzie w niektórych przypadkach pewnym wyzwaniem. Nie znaczy to jednak, że należy generalnie poddawać w wątpliwość sensowność stosowania pomp ciepła w istniejących budynkach. Bez wątplenia instalacja pomp ciepła powinna w przyszło-

ści przebiegać szybciej i łatwiej, a działające systemy pracować będą z coraz większą efektywnością, dla wzmocnienia zarówno efektu ekologicznego, jak i ekonomicznego.

Cała branża pomp ciepła zmierza obecnie dokładnie w tym kierunku.

Inaczej mówiąc, nie powinniśmy dłużej czekać, ale stosować dojrzałe rozwiązanie technologicznie, ekonomicznie sensowne, a zarazem decydująco wspierające dekarbonizację sektora grzewczego.

Efektywność pomp ciepła

Czy pompy ciepła są w stanie zapewnić wystarczająco wysokie temperatury systemu grzewczego? Dlaczego maksymalna wymagana temperatura zasilania nie decyduje o efektywności?

W dyskusji dotyczącej zastosowania pomp ciepła w istniejących budynkach głównym argumentem przeciwko ich wykorzystaniu jest wysoka temperatura zasilania systemu grzewczego. Ma ona prowadzić do niskiej efektywności pomp ciepła, a w konsekwencji być parametrem wykluczającym sensowność ich stosowania. W tym kontekście należy odpowiedzieć na dwa pytania:

1. Czy pompy ciepła generalnie są w stanie zapewnić konieczne w budynkach istniejących temperatury?
2. Jak wysokie są te temperatury w rzeczywistości?

Odpowiedź na pierwsze pytanie zależy od wielu technicznych aspektów, m.in. rodzaju czynnika roboczego oraz charakterystyki kompresora. Ogólnie można powiedzieć, że standardowe pompy ciepła

osiągają bez problemów temperatury z zakresu od 55 do 60°C i jest to szacunek bezpieczny, bo tzw. „wysokotemperaturowe” pompy ciepła osiągają temperatury rzędu 65–70°C (warto wspomnieć, że to określenie zarezerwowane jest dla zastosowań przemysłowych i pomp ciepła osiągających ponad 100°C). Na rynku dostępne są również urządzenia osiągające temperaturę 75°C, np. pompy ciepła z naturalnym czynnikiem roboczym – propanem. Zatem na pierwsze pytanie można odpowiedzieć twierdząco: dostępne pompy ciepła są w stanie (w większości przypadków) zapewnić wymagane temperatury systemu grzewczego bez udziału dodatkowych grzałek elektrycznych.

Wyniki uzyskane podczas realizacji wieloletniego projektu monitoringowego pomp ciepła w istniejących domach jednorodzinnych w Niemczech, przeprowadzonego przez Instytut Fraunhofera ISE, wykazały stosunkowo wysokie średnie wartości efektywności badanych pomp ciepła. Dla wielu mogą być one nawet pewnym zaskoczeniem.

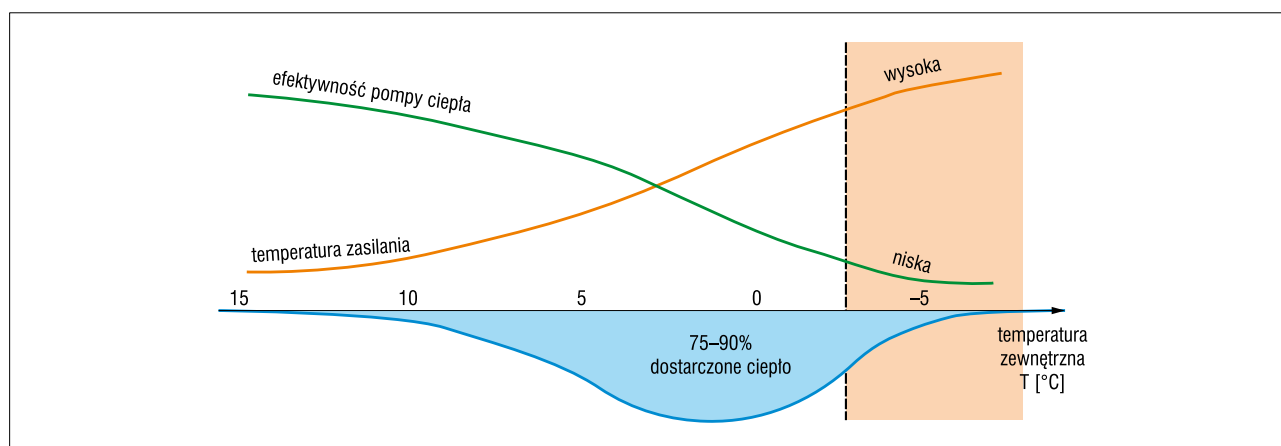
Wyniki te przyniosły jeszcze jedną niespodziankę – stosunkowo niskie średnie wartości temperatury zasilania systemu grzewczego. Po dogłębnej analizie zostały również „znalezione” oczekiwane, i przez wielu uważane za konieczne, wysokie temperatury zasilania. Miało to jednak miejsce jedynie podczas najzimniejszych dni w roku i tylko w przypadku nielicznych instalacji. Liczba tych dni była tak niewielka, że efektywność pomp ciepła w tych momentach miała niewielki wpływ na średnią efektywność roczną. Nawet w przypadku budynków bez termomodernizacji, wyposażonych w konwencjonalne grzejniki, wymagana

temperatura zasilania wynosiła ok. 55°C. Była ona jednocześnie wystarczająca do zapewnienia mieszkańcom pożądanego komfortu termicznego.

Opisywany fenomen można wyjaśnić, posługując się **rysunkiem**. Generalnie, im niższa temperatura zewnętrzna (oś pozioma), tym wyższa temperatura zasilania systemu grzewczego (linia pomarańczowa) i niższa efektywność pompy ciepła (linia zielona). Decydującym parametrem dla średniej (rocznej) efektywności pompy ciepła jest to, kiedy (przy jakich temperaturach zewnętrznych) dostarczane jest ciepło na cele grzewcze (niebieska powierzchnia pod osią poziomą). W zależności od wielu czynników, głównie od stanu energetycznego budynku oraz strefy klimatycznej, 75–90% dostarczanej energii cieplnej „wytworzana” jest podczas umiarkowanie niskich temperatur zewnętrznych. To z kolei ma wpływ na stosunkowo niskie temperatury zasilania systemu grzewczego, a w konsekwencji na dobrą efektywność pomp ciepła.

Podsumowując, można stwierdzić, że, po pierwsze, pompy ciepła w większości przypadków są w stanie zapewnić wymagane temperatury zasilania również przy niskich temperaturach zewnętrznych. Orz, po drugie, że decydująca dla średniej efektywności instalacji z pompą ciepła nie jest najwyższa, ale właśnie średnia wymagana temperatura zasilania. Te dwa fakty pozwalają na stwierdzenie, że pompy ciepła są w stanie skutecznie dostarczyć wymagane ciepło również w budynkach starszych, pracując jednocześnie z akceptowalną efektywnością.

Opisywane wnioski potwierdza program monitoringowy przeprowadzony w Szwajcarii. Również



Rys. Efektywność pracy pomp ciepła w zależności od temperatury powietrza zewnętrznego i temperatury zasilania instalacji grzewczej

©Fraunhofer ISE

w ramach tego projektu badano pompy ciepła, m.in. w budynkach starszych o różnym poziomie termomodernizacji. Podobnie jak w przypadku niemieckiego projektu, także podczas badań szwajcarskich maksymalne temperatury w budynkach niewyposażonych w ogrzewanie podłogowe sięgały ok. 55°C. Główny wniosek autorów tych badań brzmi: „Poprawnie zaplanowane i zainstalowane instalacje z pompami ciepła są w stanie w sposób efektywny zastąpić systemy grzewcze oparte na paliwach kopalnych”.

Warto zauważyć, jak duże znaczenie miałyby przeprowadzenie podobnego projektu monitoringowego również w Polsce. Umożliwiłoby to nie tylko uwzględnienie polskich warunków pogodowych oraz charakterystyki budynków, ale również pozwoliło na niezależną ocenę i analizę urządzeń dostępnych w Polsce, w tym pomp ciepła polskich producentów.

Komfort termiczny

Czy można zainstalować pompę ciepła bez wcześniejszej termomodernizacji budynku?

Oczywiście: im mniejsze zapotrzebowanie na energię ciepłą wystarczającą do zapewnienia komfortowej temperatury pomieszczeń, tym lepiej. Z tego względu wszelkie działania termomodernizacyjne zmniejszające to zapotrzebowanie są działaniami sensownymi i pożądanymi. Dotyczy to wszystkich systemów grzewczych, nie tylko pomp ciepła. Nie zmienia to faktu, że termomodernizacja często nie jest warunkiem koniecznym dla zainstalowania systemu grzewczego bazującego na pompie ciepła.

Należy też wziąć pod uwagę, że pełna lub częściowa termomodernizacja nie jest czasami z różnych powodów krótkoterminowo możliwa. Na szczęście nie jest ona również niezbędna, aby rozważyć instalację pompy ciepła. Oczywiście z perspektywy efektywności pompy ciepła im mniejsze straty ciepła w budynku, tym lepiej. Zarówno portfel mieszkańców, jak i ekologia zyskują na możliwie niskim zapotrzebowaniu na energię grzewczą.

Decydującym aspektem przy podejmowaniu decyzji o ogrzewaniu z pompą ciepła są wymagane temperatury systemu grzewczego (omówione powyżej). W wielu przypadkach instalacje centralnego ogrzewania w budynkach, a szczególnie grzejniki, są znacząco przewymiarowane. Daje to możliwość

obniżenia temperatury zasilania przy wymianie źródła ciepła na pompę ciepła, a co za tym idzie, poprawy jej przyszłej efektywności. W wielu przypadkach w starszych budynkach wykonywano mniejsze lub większe zabiegi termomodernizacyjne (np. wymianę okien). Tego typu działania są często wystarczające dla poprawnej pracy pompy ciepła.

Warto również wspomnieć o stosunkowo łatwych do zrealizowania i relatywnie tanich sposobach, które wspomagają efektywność pomp ciepła w istniejących budynkach. Może to być na przykład wymiana pojedynczych grzejników na tzw. grzejniki niskotemperaturowe. Nowoczesne grzejniki są w stanie przekazać do pomieszczeń tę samą ilość ciepła co tradycyjne, jednocześnie potrzebując znacznie niższej temperatury zasilania. Tego typu proste działania mogą być pierwszym krokiem w długoterminowym procesie termomodernizacyjnym. Każdy kolejny krok będzie polepszał nie tylko energooszczędność budynku, ale i efektywność pompy ciepła.

Jednym z największych przesądów dotyczących pomp ciepła jest twierdzenie, że mogą one pracować jedynie z ogrzewaniem płaszczyznowym, a więc podłogowym, sufitowym lub ściennym. Tezie tej przeczą nie tylko prawa fizyki, ale i tysiące instalacji pomp ciepła w sposób skuteczny i efektywny współdziałających z grzejnikami. W badaniach monitoringowych przeprowadzonych w Instytucie Fraunhofera ISE jedynie niewielka liczba badanych instalacji pomp ciepła w połączeniu z grzejnikami osiągała średnie wartości temperatury zasilania przewyższające 45°C dla zapewnienia komfortu termicznego. W większości instalacji wystarczały średnie temperatury poniżej 40°C. Jest to jedynie potwierdzeniem, że zastosowanie grzejników nie musi automatycznie wiązać się z koniecznością ich zasilania „bardzo wysokimi” temperaturami.

Czy w istniejących budynkach ogrzewanych pompami ciepła jest ciepło?

Kluczowe pytanie wszystkich użytkowników dotyczy podstawowej funkcji systemu grzewczego i brzmi: czy pompy ciepła są w stanie zapewnić odpowiednie temperatury pomieszczeń podczas niskich temperatur zewnętrznych? Podobnie jak w Polsce, pierwsze dwa tygodnie lutego bieżącego roku należały w Niemczech do bardzo zimnych. Dzięki temu można było spraw-

dzić, jak „radzą sobie” powietrzne pompy ciepła, biorące udział w niemieckim programie monitorin-
gowym, w trudnych warunkach atmosferycznych. Najnowsza analiza danych pomiarowych z 20 instalacji powietrznych pomp ciepła wykazała, co następuje: średnia temperatura powietrza z analizowanego okresu dla wszystkich instalacji podczas ich pracy wyniosła $-3,6^{\circ}\text{C}$ (dla porównania w ciągu ostatnich 50 lat jedynie w okresie 5 miesięcy odnotowano w Niemczech średnie temperatury zewnętrzne poniżej $-3,5^{\circ}\text{C}$). Średnia efektywność pomp ciepła w 17 instalacjach (trzy najlepsze instalacje w budynkach w pełni termomodernizowanych nie zostały uwzględnione) wyniosła w tym czasie 2,3. Zakres wyników wynosił od 1,6 do 2,8. Tak więc nawet w tak zimnym okresie z jednej kilowatogodziny energii elektrycznej pompy zapewniały średnio ponad dwukrotnie więcej ciepła. Warto wspomnieć, że instalacja o najniższej efektywności pracowała w najtrudniejszych warunkach klimatycznych – średnia temperatura zewnętrzna wynosiła $-10,2^{\circ}\text{C}$. Jedynie w przypadku pięciu instalacji zarejestrowano pracę grzałek elektrycznych. I, co najważniejsze, wszystkie instalacje zapewniły pożądany komfort termiczny mieszkańcom.

O tym, że pompy ciepła mogą być z powodzeniem stosowane również przy bardzo niskich temperaturach zewnętrznych, świadczy również fakt, iż są one powszechnie używane w krajach o bardzo srogiach zimach, np. w Skandynawii. Na rynku pomp ciepła dostępne są produkty, które mogą pracować nawet w temperaturze -25°C bez dodatkowej grzałki elektrycznej.

Jak działa uprzednio zainstalowana pompa ciepła po późniejszej termomodernizacji budynku?

W związku z modernizacją często zadawane jest również pytanie: co się stanie, jeśli najpierw zainstaluje się pompę ciepła, a następnie budynek zostanie poddany termomodernizacji? Czy pompa ciepła będzie wtedy przewymiarowana?

Późniejsza modernizacja gwarantuje przede wszystkim zwiększenie efektywności pracy pomp ciepła. Z zasady pompy ciepła zapewniają wymagane ciepło zarówno podczas niewielkich chłódów, jak i w trakcie mroźnych zim. Oznacza to, że muszą reagować bardzo elastycznie w całym okresie grzewczym. Dlatego

przewymiarowanie (poza skrajnymi przypadkami) nie stanowi większego problemu technicznego.

Ponadto technologia inwerterowa stosowana w pompach ciepła, która stała się już niemal standardem, umożliwia regulację mocy cieplnej pompy ciepła i dzięki temu elastyczną reakcję na zmieniające się zapotrzebowanie przy jednoczesnym zachowaniu dobrej efektywności.

Jednoznacznie można więc powiedzieć, że pompy ciepła mogą być sensownie stosowane również w istniejących budynkach. Mimo że, co do zasady, zawsze lepiej najpierw przeprowadzić termomodernizację, a dopiero później wymienić instalację grzewczą, nie jest to absolutnie konieczne do zainstalowania pompy ciepła. W większości przypadków dobre rozwiązanie z pompą ciepła można zastosować również w budynkach bez wcześniejszej termomodernizacji lub jedynie z termomodernizacją częściową. Już w tej chwili istnieją firmy instalatorskie specjalizujące się w takich przypadkach. A w przyszłości musi się ich pojawić znacznie więcej.

dr inż. Marek Miara

Fraunhofer ISE, PORT PC

więcej na: [https://](https://portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/)

portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/

Literatura

1. <https://portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/>
2. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2020), *Klimaneutrale Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität*, <https://www.stiftung-klima.de/de/themen/klimaneutralitaet/>
3. Fraunhofer ISE 2020, *Wege zu einem klimaneutralen. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen*, <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf>
4. Ausfelder et al. (Hrsg.), *Sektorkopplung – Untersuchungen und Überlegungen zur Entwicklung eines integrierten Energiesystems (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft)*, München 2017, https://energiesysteme-zukunft.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/PDFs/ESYS_Analyse_Sektorkopplung.pdf
5. Günther et al., *Fraunhofer ISE (2020) Wärmepumpen in Bestandsgebäuden: Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „WPsmart im Bestand“*, https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schluss-bericht.pdf
6. Prinzing et al., *OST – Ostschweizer Fachhochschule 2020: Bericht „Feldmessungen von Wärmepumpen-Anlagen Heizsaison 2019/20“*, więcej na: <https://portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/>

Energooszczędne ogrzewanie z pompami ciepła LG Therma V

Pompy ciepła LG to inteligentne urządzenia wykorzystujące energię odnawialną w celu zapewnienia ogrzewania, chłodzenia i ciepłej wody użytkowej. Urządzenia te są cztery razy bardziej efektywne od kotłów, co pozwala znacznie zredukować koszty ogrzewania.



Jakub Lejman
Senior Product Engineer,
Air Solution

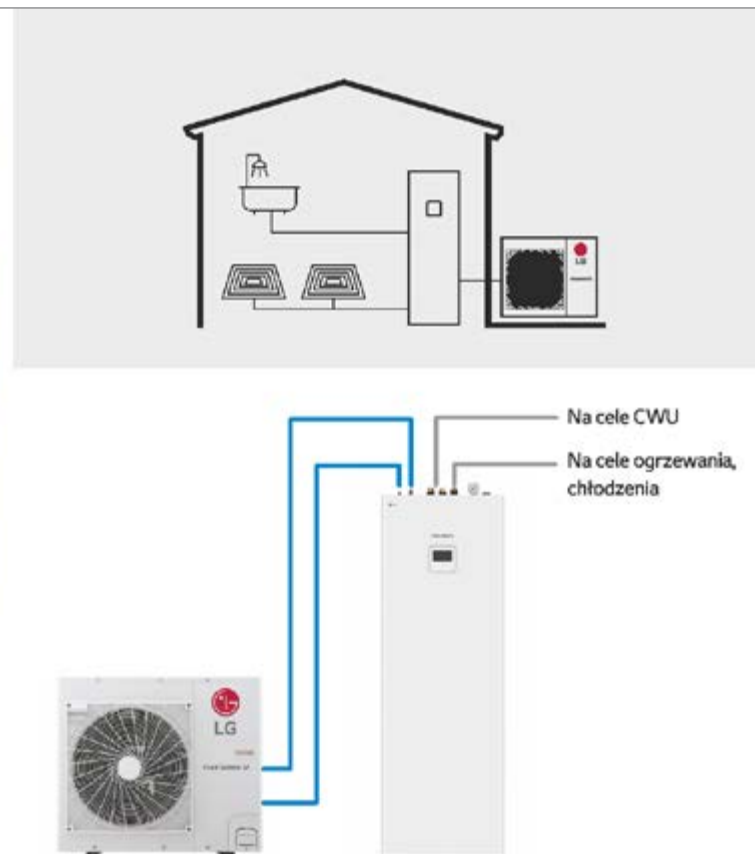




LG Therma V to pompy ciepła typu powietrze-woda (ATW, AWHP). Urządzenia te przeznaczone są do produkcji ciepłej wody użytkowej, na cele centralnego ogrzewania oraz chłodzenia w niemal wszystkich obiektach mieszkalnych i ogólnoużytkowych, zarówno nowo powstających, jak i modernizowanych. Aktualna oferta urządzeń LG Electronics obejmuje powietrzne pompy ciepła typu split oraz monoblok.

Niemal wszystkie pompy LG są wyposażone w ekologiczny czynnik R32, który przy użyciu energii elektrycznej (25%) oraz energii odnawialnej z powietrza (75%) podgrzewa wodę do temperatury od 65°C. Dzięki temu można je stosować w instalacjach nisko-, średnio- i wysokotemperaturowych.

Nowością w asortymencie grzewczym LG jest pompa ciepła Therma V R32 ze zintegrowanym



zbiornikiem ciepłej wody użytkowej. To rozwiązanie do zaopatrzenia budynku w c.w.u., ogrzewanie i chłodzenie, które w wygodny sposób łączy wewnętrzny zbiornik ciepłej wody użytkowej z oddzielną jednostką zewnętrzną. Urządzenia dostępne są w wydajnościach 5,5; 7,00 oraz 9,00 kW. Głównymi zaletami produktu jest koncepcja All in one, w której wszystkie komponenty po stronie wodnej są zintegrowane z fabrycznie wbudowanym zbiornikiem na c.w.u. o pojemności 200 l. Jednostka wewnętrzna została wyposażona w najnowszy intuicyjny sterownik przewodowy RS3 oraz inne komponenty, takie jak 3-drogowy zawór przełączający, pompy wody, czujnik przepływu, naczynie

wewnętrzna Therma V R32 ze zintegrowanym zbiornikiem może być instalowana w różnych pomieszczeniach wewnętrznych, takich jak pomieszczenie gospodarcze, pralnia, garaż czy kuchnia. Ponadto, sterowanie i monitorowanie urządzenia może odbywać się za pomocą modułu Wi-Fi oraz dedykowanej aplikacji mobilnej LG ThinQ, dzięki czemu kontrola i zmiany parametrów mogą odbywać się w dowolnym miejscu i czasie.

Therma V R32 Split zapewnia doskonałą wydajność ogrzewania – szczególnie w niskiej temperaturze otoczenia. Wydajność grzewcza przy temperaturze zewnętrznej powietrza wynoszącej



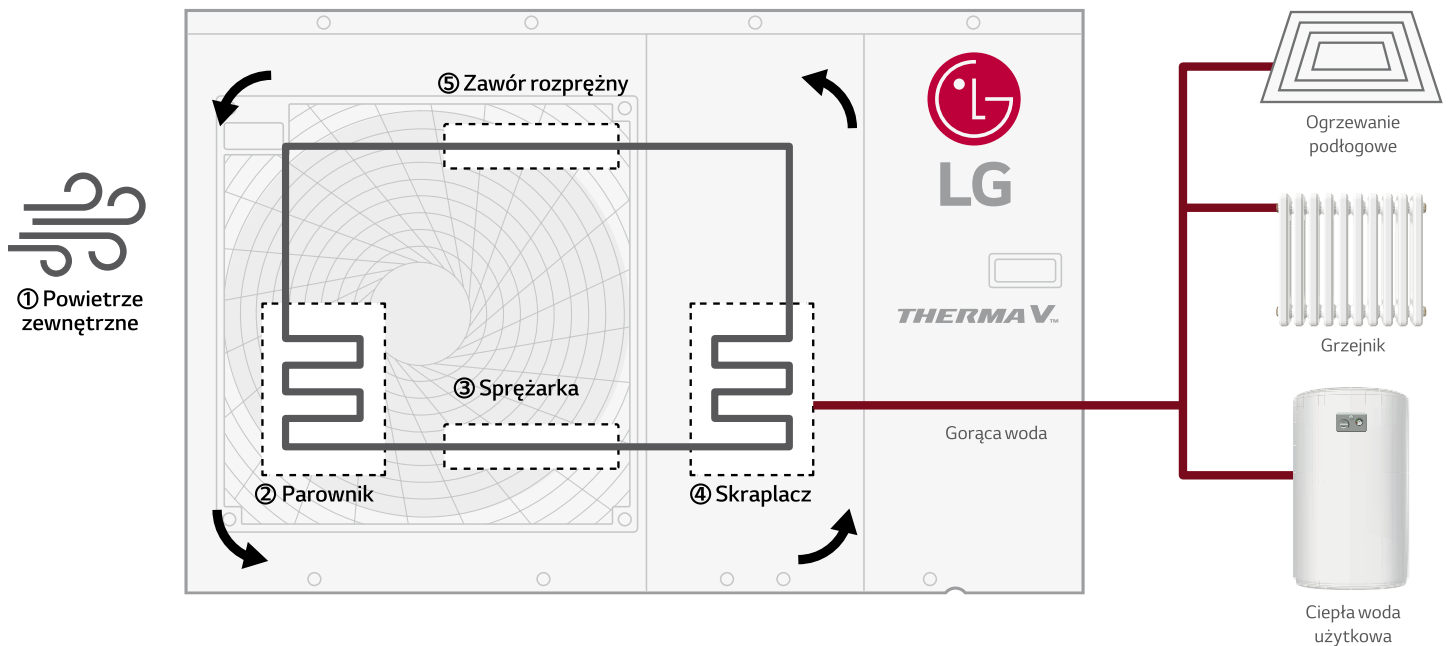
	R32	R410A
Potencjał tworzenia efektu cieplarnianego	675	2088
Mniejsza ilość czynnika		
Większa wydajność systemu	Systemy R32 zużywają również mniej czynnika chłodniczego na kilowat dostarczonej wydajności	
Skład	Jeden składnik	Mieszanina
Wysoka wydajność	Wysokie współczynniki sprężania czynnika chłodniczego prowadzą do wysokiej wydajności w porównaniu z istniejącym czynnikiem chłodniczym R22 i R410A	

wzbiornicze, płytowe wymienniki ciepła, zapasową grzałkę elektryczną czy manometr. Dodatkowo urządzenie można wyposażać w opcjonalny zbiornik buforowy o pojemności 40 l na cele c.o., a także dodatkowe naczynie wzbiornicze o pojemności 8 l na cele c.w.u.

Te oraz inne podzespoły skondensowane są w jednej kompaktowej jednostce, dzięki czemu użytkownik końcowy może zaoszczędzić przestrzeń w miejscu montażu. Dzięki eleganckiemu designowi, jednostka

–7°C nie jest niższa niż wydajność nominalna. Z kolei wydajność przy temperaturze zewnętrznej –15°C jest zaledwie 15% mniejsza od wydajności nominalnej.

Therma V Split została wykonana w technologii polegającej na rozdzieleniu jednostki zewnętrznej i wewnętrznej oraz ich połączeniu poprzez zastosowanie orurowania wypełnionego czynnikiem chłodniczym. Komponenty takie jak naczynie wzbiornicze, wymiennik ciepła i pompa wodna



① Powietrze zewnętrzne

Ciepło jest pobierane z powietrza zewnętrznego.

② Parownik

Ciekły czynnik chłodniczy o niskiej temperaturze absorbuje energię cieplną z powietrza zewnętrznego, a następnie zmienia swój stan skupienia z fazy ciekłej w gazową.

③ Sprężarka

Odparowany czynnik chłodniczy wpływa do sprężarki. Energia elektryczna potrzebna do pracy sprężarki jest przekształcana w ciepło i oddawana czynnikowi chłodniczemu.

④ Skraplacz

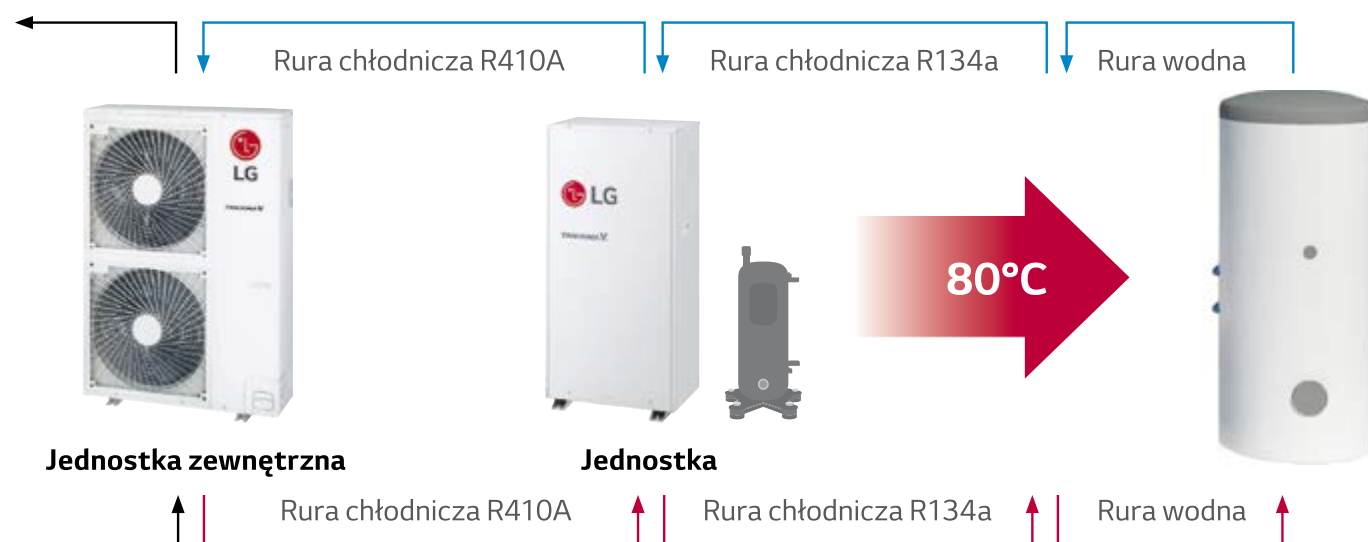
Czynnik chłodniczy w postaci gazu o wysokiej temperaturze wpływa do wymiennika ciepła i przekazuje energię cieplną do wody poprzez termodynamiczny proces wymiany ciepła zachodzący pomiędzy czynnikiem chłodniczym a wodą. Następnie zmienia swój stan skupienia w ciekły.

⑤ Zawór rozprężny

Czynnik chłodniczy w postaci ciekłej przepływa przez zawór rozprężny, który przywraca go do pierwotnej postaci obniżając jego temperaturę i ciśnienie.

umieszczone są wewnątrz jednostki wewnętrznej. Taka konstrukcja pozwala pompie wydajnie pracować i ogrzewać dom przy optymalnym poborze energii elektrycznej, nawet gdy na zewnątrz panują niskie temperatury.

Z kolei **Therma V Monobloc** stanowi kompletne urządzenie, w którym jednostka wewnętrzna i zewnętrzna są połączone w jeden moduł. Dlatego też nie ma potrzeby prowadzenia prac montażowych instalacji chłodniczej, a urządzenie typu Monobloc



wymaga jedynie podłączenia do instalacji wodnej. Ponadto, dodatkowe elementy obiegu wodnego, jak płytowy wymiennik ciepła, naczynie wzbiorcze i pompa wodna są zawarte w zestawie.

Wysokotemperaturowa pompa ciepła generuje moc 16 kW i jest w stanie wyprodukować wodę do temperatury 80°C. Kontrolę pracy pompy ciepła Therma V można realizować przy użyciu sterownika RS3, aplikacji mobilnej LG ThinQ lub centralnego systemu kontroli budynku poprzez protokół Modbus RTU.

W przypadku pompy wysokotemperaturowej, LG zastosowało technologię kaskady sprężarek BLDC

R410A i R134a, uzyskując tym samym najwyższe parametry techniczne oraz znaczną wszechstronność oferowanych pomp ciepła.

Większość pomp Therma V ma możliwość pracy w temperaturze zewnętrznej od -25°C do 35°C, co umożliwia pompie zachowanie wysokiej efektywności oraz niezawodną pracę niezależnie od warunków otoczenia. **Temperatura na zewnątrz nie ograniczy eksploatacji pompy Therma V, ponieważ urządzenia mają wbudowane lub jako opcja grzałki elektryczne.**



LG Electronics Polska Sp. z o.o.
Wołoska 22, 02-675 Warszawa
infolinia: 801 005 154
www: <https://www.lg.com/pl>

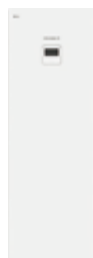


Kompleksowe rozwiązanie grzewcze z łatwą instalacją

LG Therma V R32 ze zintegrowanym zbiornikiem CWU to lekka i kompaktowa konstrukcja pompy ciepła typu Split, która umożliwia szybką i bezproblemową instalację. Dodatkowo, proces rozruchu przeprowadzany jest w 8 prostych krokach poprzez intuicyjny sterownik z kolorowym wyświetlaczem LCD Standard III.

www.lg.com/pl

www.strefaklimatyzacji.pl



LG THERMA V™ R32 IWT
(Zintegrowany zbiornik CWU)

Wyniki pracy powietrznych oraz gruntowych pomp ciepła w budynkach bez termomodernizacji

W drugim artykule poświęconym rezultatom badań pracy instalacji z pompami ciepła w budynkach istniejących, prowadzonych przez wiele lat w niemieckim Instytucie Fraunhofera ISE, omówione zostały m.in. wyniki programów monitoringu pracy powietrznych oraz gruntowych pomp ciepła, ich efektywność w warunkach rzeczywistych oraz wpływ systemów zasilania i rozprowadzania ciepła na działanie urządzeń.

Jak dobrze działają pompy ciepła w istniejących budynkach?

Na pytanie: „jak dobrze działa pompa ciepła?”, można odpowiedzieć, biorąc pod uwagę różne kryteria. „Jak dobrze” rozumiane jest najczęściej jako „jak efektywnie”. Efektywność pomp ciepła wyznaczana jest w pierwszej kolejności w laboratoriach dla określonych warunków pracy. W ten sposób uzyskiwane są tzw. współczynniki COP (ang. Coefficient of Performance). Dzięki tym wartościom możliwe jest porównanie w sposób znormalizowany różnych modeli pomp ciepła.

Dzięki współczynnikom COP możliwe jest również obliczenie tzw. sezonowych współczynników efektywności (SCOP), używając przy tym konkretnych planowanych parametrów działania instalacji. Dzięki tym wskaźnikom można oszacować np. oczekiwane koszty roczne działania przyszłej instalacji.

Ostatnim sposobem wyznaczania efektywności pomp ciepła są pomiary w rzeczywistych warunkach przez określony czas (najczęściej jeden rok). I to właśnie te wartości, nazywane najczęściej SPF (Seasonal Performance Factor), mówią o rzeczywistej efektywności uzyskanej dla konkretnej instalacji.

Przygotowana przez autora seria materiałów pt. „**Pompy ciepła w istniejących budynkach**” powstała w celu rzetelnej odpowiedzi na pytania: W jaki sposób pompy ciepła mogą być stosowane w istniejących budynkach? Czy są one w stanie zapewnić wymagane wysokie temperatury zasilania układów grzewczych w przypadku zastosowania systemu opartego na grzejnikach? Co z ich efektywnością w tego typu budynkach? Czy można nazwać działanie pomp ciepła w budynkach istniejących i starszych ekologicznym?

Opracowanie podzielono na 12 części, które sukcesywnie ukazują się na stronie Polskiej Organizacji Rozwoju Technologii Pomp Ciepła pod adresem: <https://portpc.pl/pompy-ciepła-w-istniejących-budynkach/>. To wiedza zebrana przez autora podczas dwudziestu lat badań nad pompami ciepła w niemieckim Instytucie Fraunhofera ISE. W tym czasie przebadano m.in. ok. 300 rzeczywistych instalacji pomp ciepła w budynkach jednorodzinnych różnych klas energetycznych. Projekty badawcze z ostatnich lat poświęcone były budynkom starszym.

Uzyskane wyniki w sposób jednoznaczny wskazują na możliwość celowego stosowania pomp ciepła w budynkach niepoddanych termomodernizacji lub poddanych jej jedynie częściowo.

W ramach prezentowanej serii omówione zostanie wiele powszechnie pojawiających się argumentów przeciw stosowaniu pomp ciepła wraz z analizą wyników badań i pomiarów, zaprzeczających często utartym przekonaniom.

Efektywność pomp ciepła w warunkach rzeczywistych

Instytut Fraunhofera ISE przebadał w ciągu ostatnich 20 lat ok. 300 instalacji pomp ciepła w rzeczywistych warunkach działania, obliczając jednocześnie ich efektywność. Na **rys. 1** przedstawiono wyniki dwóch projektów dotyczących istniejących budynków (w odróżnieniu od budynków nowo budowanych). Projekty te zostały przeprowadzone z ok. 10-letnim przesunięciem czasowym. Z tego powodu poprawę wartości ich średniej efektywności, np. dla gruntowych pomp ciepła z 3,3 na 4,1, można częściowo wytłumaczyć rozwojem technologicznym pomp ciepła. Innym powodem jest odmienny standard energetyczny badanych budynków.

Budynki analizowane w ramach pierwszego projektu w większości nie zostały poddane termomodernizacji, a w 90% z nich rozprowadzenie ciepła w pomieszczeniach realizowane było za pomocą grzejników. Wszystkie budynki badane w ramach drugiego projektu miały wprawdzie pomiędzy 15 a 150 lat, ale niektóre z nich poddane były wcześniej częściowej lub całkowitej termomodernizacji. Efektywność w obydwu projektach obliczana była z uwzględnieniem dwóch trybów pracy pompy ciepła – ogrzewania pomieszczeń oraz przygotowania ciepłej wody użytkowej. W bilansowaniu uwzględniano również energię elektryczną potrzebną do ewentualnej pracy grzałek elektrycznych.

W okresie od czerwca 2018 do lipca 2019 roku powietrzne pompy ciepła uzyskały wartości efektywności od 2,5 do 3,8; średnia wyniosła 3,1. Dwa najlepsze wyniki uzyskane w budynkach po pełnej termomodernizacji nie zostały uwzględnione przy obliczaniu wartości średnich. 12 instalacji z grun-

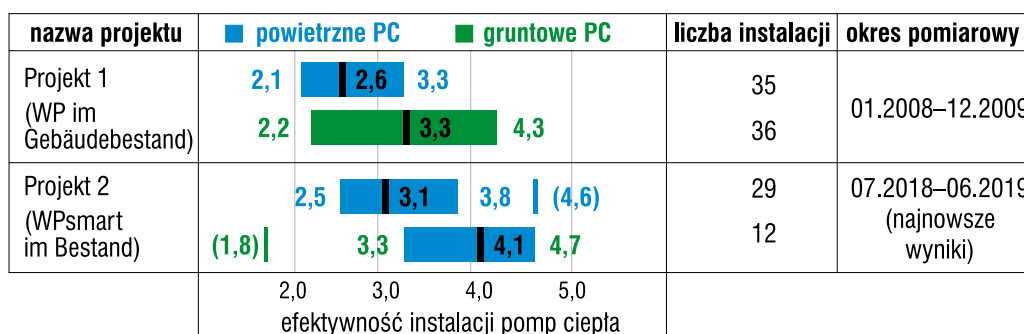
towymi pompami ciepła uzyskało średnią 4,1, przy przedziale wartości od 3,3 do 4,7. Najniższy wynik, 1,8, nie został uwzględniony przy obliczaniu średniej. Uzyskane wartości wskazują na dobre działanie pomp ciepła w istniejących budynkach.

Wpływ temperatur zasilania oraz systemów rozprowadzenia ciepła

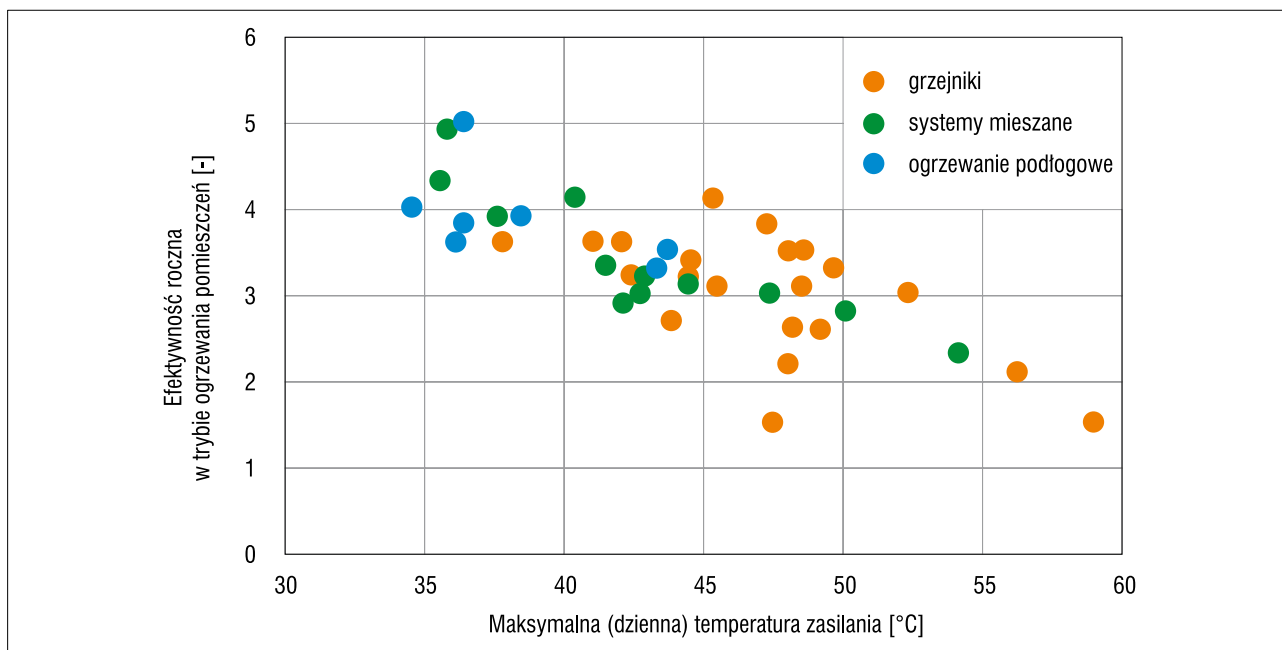
Przedstawione wcześniej średnie wartości efektywności badanych instalacji pozwalają jedynie na nakreślenie bardzo ogólnego obrazu działania pomp ciepła. Przykład bardziej dogłębnej analizy przedstawiono na **rys. 2**. Przedstawia on wyniki badań efektywności 41 instalacji powietrznych pomp ciepła działających w trybie ogrzewania pomieszczeń. Dla każdej instalacji przedstawiono efektywność uzyskaną w zależności od (dziennej) maksymalnej temperatury zasilania. Trzy kolory symbolizują różne systemy rozprowadzenia ciepła: pomarańczowy to budynki z grzejnikami, niebieski to systemy z ogrzewaniem podłogowym, a zielony symbolizuje układy mieszane.

W pierwszej kolejności zauważyć można generalną zależność – im niższa temperatura zasilania, tym wyższa efektywność. Zasady teoretyczne zostały więc potwierdzone w praktyce. Potwierdzono również drugie ogólne twierdzenie – systemy grzewcze z ogrzewaniem podłogowym osiągają wyższą efektywność niż systemy z grzejnikami.

Interesujący jest jednak fakt, że widoczny rozkład nie jest jednoznaczny. Większość wyników efektywności plasuje się między 3,0 i 4,0. Wartość średnia dla wszystkich instalacji to 3,3. Zarówno systemy z grzejnikami, jak i te z ogrzewaniem podłogowym



Rys. 1. Średnie wartości oraz przedziały uzyskanych wartości efektywności instalacji pomp ciepła w dwóch projektach monitoringowych realizowanych w istniejących budynkach



Rys. 2. Roczne średnie wartości efektywności 41 powietrznych pomp ciepła z różnymi systemami rozprowadzenia ciepła

uzyskały podobne wartości. Inaczej mówiąc, siedem instalacji z grzejnikami pracujących z podobnymi temperaturami zasilania, na poziomie ok. 48°C, osiągnęło efektywność pomiędzy 1,5 i 3,8. To bardzo duży rozstrzał, wskazujący na inne niż tylko temperatura zasilania czynniki wpływające na efektywność.

Przykładowo w dwóch instalacjach, które uzyskały „podejrzanie” niską efektywność, ok. 1,5, pracowały pompy ciepła starszej daty, mające jednocześnie niskie wartości współczynnika COP. Decydującym aspektem w tych przypadkach były jednak błędy projektowe i instalacyjne, które spowodowały w konsekwencji wadliwe działanie pomp ciepła i duży udział grzałek elektrycznych.

Przedstawione wyniki wskazują, że temperatura zasilania nie jest aspektem decydującym o efektyw-

ności pomp ciepła. Jest to pocieszające dla instalacji, w których stosunkowo wysoka temperatura zasilania jest niezbędna – również w takich instalacjach możliwe jest uzyskanie dobrej efektywności. Wyniki wskazują jednak również, że sam system niskotemperaturowy z ogrzewaniem podłogowym nie gwarantuje uzyskania wysokiej efektywności. W obu przypadkach niezbędne jest fachowe i poprawne planowanie, instalacja i uruchomienie instalacji z pompą ciepła. To one zdecydują o tym, jak efektywnie będzie działał dany system.

Dobre wyniki już dziś

Wyniki badań potwierdzają, że pompy ciepła jako urządzenia grzewcze mogą dobrze działać również w istniejących budynkach. Badane urządzenia działały najczęściej bez problemów technicznych, usterki zdarzały się bardzo rzadko. W ostatnich latach zaobserwować można rozwój technologiczny pomp ciepła, który będzie z pewnością kontynuowany dzięki innowacyjnym rozwiązaniom. Podsumowując, należy stwierdzić, że wyniki uzyskiwane przez pompy ciepła już dziś należy uznać za (co najmniej) dobre.

Jaki wpływ na efektywność pomp ciepła mają grzałki elektryczne i jak często one działają?

Systemy grzewcze bazujące na pompach ciepła wyposażone są najczęściej w grzałki elektryczne.



Dom w Saksonii (Niemcy) z pompą ciepła typu solanka/woda. Więcej informacji o projekcie w [1]

Fot. © Bundesverband Wärmepumpe (BWP) eV.

Przejmują one funkcje grzewcze (całkowicie lub równoległe z pompą ciepła) od momentu przekroczenia określonej temperatury zewnętrznej, np. -5°C , moment ten nazywany jest punktem biwalentnym. Dzięki takiemu „wsparciu” możliwe jest ograniczenie maksymalnej koniecznej mocy grzewczej powietrznych pomp ciepła. Jest to nie tylko pozytywne pod względem ekonomicznym, pozwala również na lepsze działanie pompy ciepła w warunkach wyższych temperatur zewnętrznych. Zbyt duża rozbieżność pomiędzy mocą grzewczą pompy ciepła a zapotrzebowaniem budynku na ciepło skutkuje częstymi przerwami pracy sprężarki (kluczowego elementu pompy ciepła), co może negatywnie odbić się na długości jej życia. W przypadku tzw. inwerterowych pomp ciepła, potrafiących dopasowywać płynnie swoją moc grzewczą do panujących warunków działania, problem ten znacznie maleje.

W porównaniu z pompą ciepła grzałka elektryczna ma znacznie niższą efektywność. Przyjmuje się, że grzałki są w stanie zamienić jedną jednostkę energii elektrycznej w jedną jednostkę energii cieplnej, natomiast pompy ciepła dostarczają najczęściej 3–4 jednostki, są więc od 3 do 4 razy bardziej efektywne niż grzałki elektryczne.

Jeśli grzałka elektryczna działa w systemie grzewczym z pompą ciepła zbyt często, ma to negatywny wpływ zarówno na koszty działania instalacji, jak i jej bilans ekologiczny. Szeroko rozpowszechniony przesąd mówi o konieczności częstej pracy grzałek i związanym z tym niebezpieczeństwie „eksplozowania” kosztów eksploatacyjnych, jednak badania monitoringowe pomp ciepła w sposób jednoznaczny przeczą tej tezie.

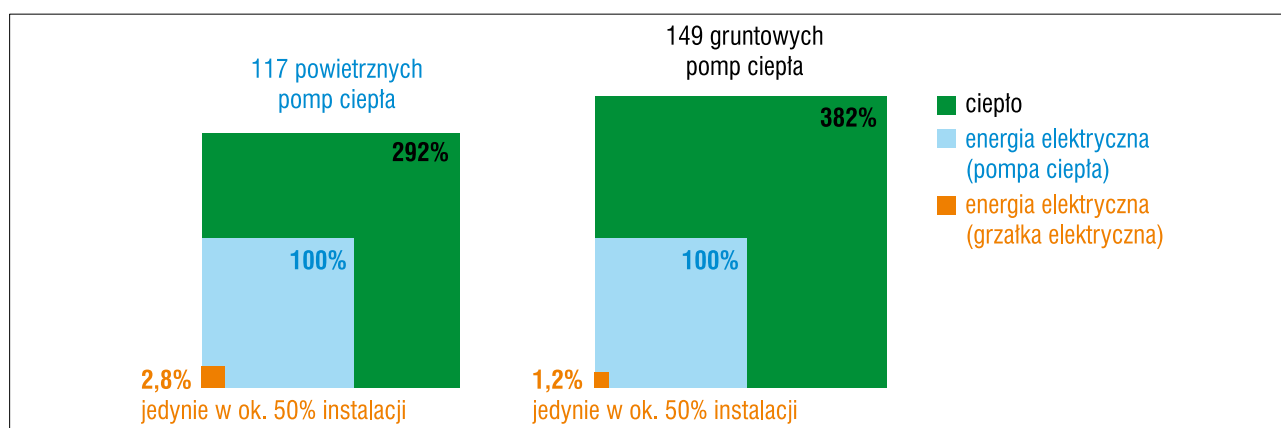
Wyniki badań monitoringowych

Na **rys. 3** pokazano wyniki przekrojowej analizy 266 pomp ciepła w rzeczywistych warunkach działania. Było to 117 powietrznych oraz 149 gruntowych pomp ciepła, które badano w ramach czterech projektów monitoringowych realizowanych w Niemczech w ostatnich 15 latach. Dwa z tych projektów realizowane były w budynkach nowych, a dwa kolejne w istniejących budynkach (starszych).

Ze 100% energii elektrycznej (powierzchnia koloru niebieskiego) uzyskano 292% energii cieplnej (zielona powierzchnia) w przypadku powietrznych pomp ciepła i 382% w przypadku gruntowych pomp ciepła. Odpowiada to wartościom sezonowej efektywności odpowiednio 2,9 i 3,8. Kolor pomarańczowy symbolizuje energię elektryczną zużytą do pracy grzałek. W przypadku powietrznych pomp ciepła udział energii elektrycznej koniecznej do pracy grzałek wyniósł jedynie 2,8%. Trzeba również wspomnieć, że w około połowie wszystkich instalacji nie zanotowano jakiegokolwiek pracy grzałek (bez względu na rodzaj budynków).

Wyniki przeprowadzonego ostatnio projektu monitorowania pracy pomp ciepła w istniejących budynkach wskazują, że udział grzałek elektrycznych dla powietrznych pomp ciepła wyniósł jedynie 1,9%. Większe wartości zanotowano jedynie w przypadku błędnych ustawień instalacji, nielicznych usterek pomp ciepła lub w trybie zwalczania bakterii *Legionella* w wodzie użytkowej.

W grupie gruntowych pomp ciepła udział grzałek był jeszcze mniejszy i wyniósł dla wszystkich instalacji średnio 1,2%. W ok. 75% instalacji nie odnotowano



Rys. 3. Wyniki pracy 266 pomp ciepła w rzeczywistych warunkach działania

jakiegokolwiek pracy grzałek. Tak dobre wyniki prawdopodobnie nie są zaskoczeniem dla fachowców, ponieważ w systemach gruntowych pomp ciepła grzałki elektryczne pełnią jedynie funkcję zabezpieczającą w przypadku usterek pomp ciepła.

Ile kosztuje praca grzałek?

Realny udział grzałek elektrycznych jest zatem bardzo niewielki, a jakie koszty wiążą się z ich działaniem? Zależy to od wielu czynników. Przykładowe obliczenia przeprowadzono dla domu o powierzchni grzewczej 150 m², pompy ciepła działającej z efektywnością 3,0 oraz kosztów energii elektrycznej wynoszących 60 groszy za kilowatogodzinę. Przy takich założeniach udział grzałki elektrycznej na poziomie jednego procenta kosztować będzie rocznie dla domu niepoddanego termomodernizacji (o zapotrzebowaniu energetycznym 150 kWh/m²/rok) dokładnie 90 złotych. W przypadku budynków nowych, o zapotrzebowaniu cieplnym 50 kWh na 1 m², koszty roczne wyniosą jedynie 30 złotych.

Zarówno teoria, jak i praktyka są tu zgodne – w przypadku poprawnie zaplanowanych oraz zainstalowanych instalacji pomp ciepła grzałki elektryczne odgrywają jedynie marginalną rolę, a ich udział w całkowitym zużyciu energii elektrycznej nie powinien przekraczać 3%. Większy udział wskazuje na możliwości optymalizacji danej instalacji. Inaczej mówiąc, grzałki elektryczne w poprawnie działających instalacjach pomp ciepła nie mają znaczącego wpływu ani na efektywność tych instalacji, ani na koszty ich działania.

Przykładowe instalacje pomp ciepła w domach bez termomodernizacji lub z termomodernizacją częściową

Nie ma jak dobry przykład, ale jaki przykład jest „dobry” w kontekście pomp ciepła w istniejących budynkach? W znaczeniu „wzorowy” musiałby to być budynek poddany pełnej termomodernizacji, jednak taki dom nie stanowi dla pompy ciepła specjalnego wyzwania. W budynkach termomodernizowanych (czyli w stanie, do którego z czasem powinny dążyć wszystkie budynki) pompy ciepła pracują z podobną efektywnością jak w budynkach nowobudowanych,

a więc bardzo dobrą. Poniżej przedstawione zostaną przykłady dwóch domów, o których nie można powiedzieć, że są „dobrymi” przykładami pod względem energetycznym. Jednocześnie są to reprezentatywne przykłady budynków niepoddanych pełnej termomodernizacji, w których zainstalowane pompy ciepła osiągają jednak dobre wyniki.

Obydwa budynki nie należą do najmłodszych, jeden ma 84 lata (1937 r.) a drugi 48 lat (1973 r.). Usytuowane są w dwóch najzimniejszych strefach klimatycznych w Niemczech. W obydwu zainstalowane zostały pompy ciepła, żaden z nich nie ma instalacji ogrzewania podłogowego, ale grzejniki.

Przykład pierwszy

W starszym z przedstawionych domów nie przeprowadzono znaczących prac termomodernizacyjnych. Ani ściany zewnętrzne, ani dach czy piwnica nie zostały docieplone od momentu budowy, czyli od 84 lat. Wymienione zostały jedynie okna i odpowiadają one obecnym standardom termicznym. Nie dziwi więc bardzo wysokie zapotrzebowanie na energię cieplną. W roku, w którym dokonano pomiarów, do ogrzania domu niezbędne było 207 kWh/m²/rok. Razem z instalacją powietrznej pompy ciepła wymieniono również grzejniki. Zainstalowano tzw. grzejniki konwektorowe z wymuszonym przepływem powietrza. Grzejniki tego typu umożliwiają znaczne obniżenie niezbędnej temperatury zasilania systemu grzewczego. Jest to rozwiązanie szczególnie korzystne dla uzyskania wysokiej efektywności pompy ciepła.

Biorąc pod uwagę wysokie zapotrzebowanie na energię grzewczą, zainstalowana powietrzna pompa ciepła uzyskała bardzo dobrą efektywność, na poziomie 3,0. Udział dodatkowej grzałki elektrycznej był marginalny i nie przekroczył 1% całego zużycia energii elektrycznej. Przed wymianą systemu grzewczego dom ten ogrzewany był bezpośrednio grzejnikami elektrycznymi. Wymiana na pompę ciepła, przy jednoczesnym braku ingerencji w strukturę domu, przyniosła znaczące korzyści zarówno finansowe, jak i ekologiczne.

Przykład drugi

W drugim budynku gruntowa pompa ciepła z sondami pionowymi zastąpiła przed ponad dziesięcioma latami

	rok budowy	1937 (84 lata)
	zapotrzebowanie na energię cieplną	około 210 kWh na m ² i rok
	stan energetyczny	bardzo zły, nieznaczna termomodernizacja, wymienione okna oraz grzejniki
	system grzewczy	powietrzna pompa ciepła z grzejnikami
	efektywność pompy ciepła	3,0

kocioł grzewczy na olej opałowy. Zarówno ściany, jak i okna są w oryginalnym stanie, a więc ich stan termiczny nie zmienił się od prawie 50 lat, jedynie ponad 30 lat temu został docieplony dach domu. Średnie zapotrzebowanie na energię cieplną w latach, w których wykonywane były pomiary, wyniosło ok. 100 kWh/m²/rok i jest tym samym trochę niższe od średniego zapotrzebowania budynków w Niemczech.

System grzewczy oparty na pompie ciepła został opomiarowany ok. 10 lat temu. Pomimo że średnia temperatura zasilania w tym systemie osiąga drugą najwyższą wartość wśród przebadanych gruntowych pomp ciepła i wynosi ok. 45°C, średnia efektywność pompy ciepła od lat kształtuje się na poziomie 3,7,

elektrycznej w Niemczech, w warunkach polskich koszty te wynosiłyby ok. 270 zł.

Obydwa przedstawione przykłady wskazują wyraźnie, że pompy ciepła są w stanie uzyskiwać dobrą efektywność w budynkach poddanych jedynie niewielkim zabiegom termomodernizacyjnym. W obu przypadkach można śmiało mówić o standardowych instalacjach. Domy te są reprezentatywne dla dużej liczby podobnych obiektów zarówno pod względem architektonicznym, fizyki budowli, jak i zastosowanych rozwiązań pomp ciepła. W przypadku pierwszego z prezentowanych budynków widać wyraźnie, jak duży pozytywny wpływ na uzyskane wyniki ma przeprowadzenie celowych (wymiana grzejników), a zarazem

	rok budowy	1973 (48 lat)
	zapotrzebowanie na energię cieplną	około 100 kWh na m ² i rok
	stan energetyczny	przeciętny, dach ocieplony 30 lat temu, brak innych zmian
	system grzewczy	gruntowa pompa ciepła z grzejnikami
	efektywność pompy ciepła	3,7

z bardzo niewielkimi odchyleniami w poszczególnych latach. Tak jak dla większości gruntowych pomp ciepła, również w przypadku tej instalacji nie stwierdzono pracy grzałki elektrycznej. W pomieszczeniach zainstalowane są standardowe grzejniki płaskie i nie zostały one wymienione podczas wymiany systemu grzewczego. Powierzchnia ogrzewana budynku wynosi 170 m². Zgodnie z informacją od właściciela domu całkowite miesięczne koszty energii elektrycznej, zarówno dla pompy ciepła, jak i wszystkich innych urządzeń elektrycznych, wynoszą ok. 120 euro. Biorąc pod uwagę około dwukrotnie wyższą cenę energii

niezbyt kosztownych zmian systemu grzewczego. Wiele innych przykładów opisanych w raporcie końcowym niemieckiego projektu monitoringowego [2] daje szeroki obraz działania pomp ciepła w istniejących budynkach.

Literatura

1. <https://www.waermepumpe.de/presse/referenzobjekte/bwp-datenbank/>
2. https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf
3. <https://portpc.pl/pompy-ciepła-w-istniejących-budynkach/>

Mitsubishi dla domu i przemysłu

W ofercie firmy Mitsubishi znajdują się pompy ciepła: Q-ton, wysokowydajne urządzenie do produkcji c.w.u., oraz HYDROLUTION, kompleksowy system przeznaczony do ogrzewania i chłodzenia, oraz produkcji ciepłej wody użytkowej.

Pompa ciepła na CO₂

Modułowe pompy ciepła Q-ton, wykorzystujące CO₂ jako czynnik chłodniczy, to wysokowydajne urządzenia do produkcji c.w.u. w obiektach typu: hotele, apartamenty, restauracje, centra fitness, uczelnie, szpitale, domy opieki. Zakres wydajności **od 30 do 480 kW** (1–16 urządzeń wpiętych w jeden sterownik).

Sercem pompy ciepła Q-ton jest dwustopniowa sprężarka, łącząca w jednej obudowie technologię rotacyjną (niski stopień) oraz scroll (wysoki stopień). Kombinacja obu rozwiązań zapewnia najwyższą efektywność – zarówno w skrajnie niskiej, jak i wysokiej temperaturze otoczenia.

Urządzenie zapewnia ciągłą, nawet dla temperatury zewnętrznej wynoszącej –25°C, produkcję wody o temperaturze od 60 do 90°C oraz utrzymanie

ZALETY:

- naturalny, ekologiczny czynnik chłodniczy CO₂ (R744),
- zakres temperatur pracy pompy: od –25°C do +43°C,
- maksymalna temperatura ciepłej wody 90°C możliwa jest do uzyskania nawet przy temperaturze zewnętrznej –25°C,
- zastosowanie pompy Q-ton obniża koszty roczne pozyskania c.w.u. o około:
 - 46% – w porównaniu do bojlera gazowego,
 - 76% – w porównaniu do bojlera elektrycznego,
- zastosowanie pompy ciepła Q-ton umożliwia wysoką punktację przy certyfikacji budynku (BREEAM) oraz pozyskanie dofinansowań.



Pompa ciepła Q-ton



Pompa ciepła HYDROLUTION

Praktyczne zastosowania pompy na CO₂



FABRYKA SERÓW

- Obiekt: Fabryka serów, Polska
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton, zbiornik: 1200 l
- Przeznaczenie: mycie pojemników, woda technologiczna



DOM JEDNORODZINNY Z BASENEM

- Obiekt: Dom jednorodzinny 300 m² z basenem, Polska
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton, zbiornik: 500 l + 200 l
- Przeznaczenie: przygotowanie wody: basen, centralne ogrzewanie, c.w.u.



DOM STUDENCKI

- Obiekt: Dom studencki, Holandia
- Zainstalowane urządzenia: 2 jednostki Q-ton, zbiornik: 1500 l
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u. dla domu studenckiego



SZPITAL

- Obiekt: Szpital, Chorwacja
- Zainstalowane urządzenia: 4 jednostki Q-ton, zbiornik: 20 000 l
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u. dla szpitala



WYŻSZA SZKOŁA

- Obiekt: Wyższa szkoła, Wielka Brytania
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton, zbiornik: 1000 l
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u. dla budynku



UNIWERSYTET

- Obiekt: Uniwersytet Oxford, Wielka Brytania
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton, zbiornik: 1000 l
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u. dla budynku



HOTEL

- Obiekt: Hotel Hilton (międzynarodowa sieć hoteli)
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u., ogrzewanie: 59 sypialni, spa, sauna, łaźnia turecka, sala fitness



LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

- Obiekt: Szkoła, Polska
- Zainstalowane urządzenia: 1 jednostka Q-ton, zbiornik: 2×700 l
- Przeznaczenie: dostawa c.w.u. dla budynku, ogrzewanie

nominalnej wydajności do temperatury zewnętrznej -7°C bez użycia dodatkowej grzałki elektrycznej. Współczynnik COP dla okresu przejściowego (temp. powietrza 16°C , woda na wejściu $+17^{\circ}\text{C}$, na wyjściu $+65^{\circ}\text{C}$) wynosi 4,3.

Q-ton to nie tylko produkcja c.w.u. w tradycyjnym tego słowa znaczeniu. Nadwyżkę ciepła można wykorzystać do ogrzewania budynku, projektując odpowiednio instalację grzewczą (grzejniki, ogrzewanie podłogowe, nagrzewnica centrali wentylacyjnej itp.).

Pompa ciepła Q-ton posiada **Atest Higieniczny PZH**, który uprawnia do jej stosowania w sektorze produkcji żywności, obiektach ochrony zdrowia, obiektach użyteczności publicznej, mieszkalnych, komercyjnych, gastronomicznych, hotelowych, domach studenckich, internatach, zakładach opieki zdrowotnej, szpitalach...

Pompa ciepła HYDROLUTION

Pompa ciepła HYDROLUTION to kompleksowy, nowoczesny system do grzania, chłodzenia i produkcji ciepłej wody użytkowej do domów. Jego główne zalety to oszczędność energii elektrycznej i znaczna redukcja emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Pompa wykorzystuje „bezpłatne” ciepło z otoczenia do wytworzenia komfortowych warunków w obsługiwanych pomieszczeniach i ciepłej wody na potrzeby sanitarne i bytowe.

Wynikające z zastosowania pomp ciepła HYDROLUTION korzyści to: oszczędność energii, efektywność nawet w niskiej temperaturze otoczenia, zintegrowana konstrukcja oraz możliwość produkcji c.w.u. o temperaturze 58°C (z użyciem grzałki elektrycznej do 65°C).

Hydrolution oferuje dwa rozwiązania pomp: „all-in-one” oraz system „split”. Zakres wydajności grzewczej wynosi **od 2,28 kW do 16,5 kW**.

Jednostka wewnętrzna HMK systemu „all-in-one” zawiera 180-litrowy zbiornik c.w.u., 10-litrowe naczynie wzbiorcze oraz wbudowaną grzałkę elektryczną.

W systemie „split” do pracy z pompą został przewidziany hydrobox HSB oraz zbiornik o pojemności 300 l (modele 60, 71, 100) lub 500 l (model 140).

Wyposażenie opcjonalne, dobierane w zależności od aplikacji i wymagań użytkownika, stanowią m.in.: grzałka przepływowa, pompa obiegowa, zawory rewersyjne (grzanie/chłodzenie) i przedłużające żywotność zasobnika anody tytanowe.

Dzięki możliwości podłączenia pompy ciepła do internetu, użytkownik ma możliwość zdalnego sprawdzenia statusu pracy urządzenia. Umożliwia to kontrolę produkcji ciepła/chłodu oraz ciepłej wody użytkowej.

ZALETY:

- COP do 5.32,
- wbudowana grzałka tacy ociekowej,
- zakres temperatur pracy: -20°C do 43°C ,
- najnowsza technologia sprężarek rotacyjnych z inwerterem DC,
- zaawansowane technologicznie, przyjazne dla użytkownika sterowniki,
- z dużym, czytelnym wyświetlaczem,
- klasy energetyczne do A++.



ELEKTRONIKA S.A.
TECHNIKA CHŁODNICZA
KLIMATYZACJA

Marketing Elektronika S.A.
www.elektronika-sa.com.pl

Pompy ciepła w obiektach modernizowanych

Pompy ciepła są chętnie – a czasem z konieczności dostosowania się do wymogów WT 2021 – stosowane w nowych budynkach i już od kilku lat budzą zainteresowanie inwestorów, którzy dążą do zmniejszenia zużycia energii. Odkąd pompy ciepła zostały uznane za urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii, także inwestor instytucjonalny ma szansę skorzystać w ich przypadku z dofinansowania działań dotyczących wykorzystania OZE.

Projekty modernizacji istniejących obiektów z zastosowaniem pomp ciepła zaczęły się pojawiać wręcz lawinowo w latach 2012–2013, kiedy można jeszcze było wykorzystać środki unijne z perspektywy finansowania 2007–2013. Korzystały na tym obiekty komercyjne i użyteczności publicznej (np. szkoły). Przykładowo w 2014 roku rozpoczęto dwie zupełnie różne inwestycje, które łączy właśnie zastosowanie technologii pomp ciepła.

Wykorzystanie kolektora gruntowego poziomego jako dolnego źródła

W uzdrowskiej miejscowości Wysowa-Zdrój w powiecie gorlickim (woj. małopolskie) pod koniec 2014 roku zakończono termomodernizację Ośrodka Uzdrawiskowego „Biawena”. Zmodernizowana instalacja o łącznej mocy 600 kW zapewnia ogrzewanie 9000 m² oraz produkcję c.w.u. dla budynku. Po termomodernizacji instalacja składa się z 22 pomp

ciepła. Są to cztery gruntowe pompy ciepła pracujące w jednej kaskadzie oraz 18 pomp powietrznych w dwóch kaskadach po dziewięć urządzeń. Jako wspomagające szczytowe źródło ciepła pozostawiono dwa olejowe kotły grzewcze (stosowano ogrzewanie olejowe ze względu na brak dostępu do sieci gazowej) współpracujące z kaskadami pomp ciepła powietrze/woda. Instalację uzupełniają kolektory słoneczne, wspomagające głównie produkcję c.w.u. Do magazynowania c.w.u. przeznaczono cztery zbiorniki o pojemności 500 l każdy.

Monoblokowe pompy gruntowe (cztery sztuki w kaskadzie) to urządzenia o mocy 60 kW, dla których dolnym źródłem jest gruntowy wymiennik poziomy o łącznej długości 5000 m, z wykorzystaniem ciepła odpadowego ze ścieków sanitarnych. Wysowa leży w strefie bogatej w wody podziemne, co daje techniczną możliwość zastosowania wysokowydajnych pomp ciepła z wymiennikiem pionowym. Jednak ze względu na występowanie wód mineralnych, stosowanych w uzdrowisku jako wody lecznicze (szczawy wodorowęglanowo-chlorkowo-sodowe w 11 eksploatowanych źródłach), inwestor nie uzyskał zgody na wykonanie odwiertów pionowych. Jako źródło dolne zastosowano więc wymiennik poziomy. Pompy grunt/woda współpracują także z kolektorami słonecznymi. Pompy te wyposażone są w dwie sprężarki spiralne, co zapewnia lepsze sterowanie wydajnością grzewczą i większe bezpieczeństwo pracy. Wyposażone je także w moduł miękkiego startu oraz czujniki obciążenia. Mogą wytwarzać wodę do celów grzewczych o temperaturze do 65°C. Współczynnik wydajności grzewczej



Kaskada pomp ciepła w Uzdrawisku „Biawena” (Wysowa-Zdrój)
Fot. NIBE

(COP) sięga 4,65 dla parametrów B0/W35 według PN-EN 14511 (temperatura roztworu solanki w wymienniku gruntowym/gruncie to 0°C, a temperatura zasilania 35°C).

Pompy powietrze/woda (dwie kaskady po dziewięć sztuk) mają po 20 kW mocy grzewczej. Są to rozwiązania, które – według deklaracji inwestora – mogą pracować jako samodzielne urządzenia grzewcze (bez uruchamiania szczytowego źródła ciepła) nawet do –20°C. Za efektywną pracę pomp przy niskiej temperaturze odpowiada m.in. wbudowany system odszraniania gorącym gazem. Sterowanie pracą kaskad i jej współpracą ze źródłem szczytowym odbywa się za pomocą dwóch sterowników.

Koszt całej inwestycji termomodernizacyjnej wyniósł 5 mln zł. Inwestor uzyskał dofinansowanie w wysokości 60% kosztów kwalifikowanych z Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego na lata 2007–2013 w ramach działania 7.2 *Poprawa jakości powietrza i zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii*. Dzięki zastosowaniu pomp ciepła energochłonność budynku obniżyła się o blisko 34%.

Gazowa pompa absorpcyjna dla szkoły w Małopolsce

Kiedy pompy ciepła w „Biawenie” dopiero rozpoczynały pracę, w oddalonej o 45 km na północny zachód szkole podstawowej w Lipnicy Wielkiej (gm. Korzena) już od kilku tygodni działały gazowe absorpcyjne pompy ciepła. Rok szkolny 2014/2015 był pierwszym, w którym zestaw złożony z gazowych pomp powietrze/woda i kotłów kondensacyjnych (źródło szczytowe) oraz kolektorów słonecznych zastąpił wcześniejszy system oparty na kotłach węglowych. Inaczej niż w Wysowej, w przypadku inwestycji w Lipnicy Wielkiej wykorzystano możliwości gazu ziemnego jako paliwa.

Zapotrzebowanie na ciepło budynku szkolnego wraz z salą gimnastyczną (całkowita kubatura 8750 m³) wynosi 221,9 kW. Przed kompleksową termomodernizacją budynku, której koszt wyniósł ok. 800 tys. zł, szkoła ogrzewana była kotłem węglowym starego typu. Urządzenie nie tylko nie spełniało wymogów dotyczących emisji spalin, było też uciążliwe i drogie w obsłudze – analiza przeprowadzona po modernizacji wykazała, że lwią część wyeliminowanych kosztów stanowiła praca palaczy (ok. 50 tys. zł rocznie), do-

piero na drugim miejscu znalazły się obniżone koszty paliwa (różnica ok. 15 tys. zł rocznie na korzyść gazu).

Sercem nowego systemu cieplnego stał się układ czterech grzewczych gazowych absorpcyjnych pomp ciepła powietrze/woda. Urządzenia te – typu monoblok – oparte są na hermetycznie zamkniętym termodynamicznym absorpcyjnym obiegu woda–amoniak (H₂O–NH₃), w którym źródłem dolnym jest powietrze zewnętrzne, a źródłem energii pierwotnej – gaz (ziemny lub LPG) spalany w wodoszczelnej komorze spalania (typ C), umożliwiającą zewnętrzną instalację urządzenia. Wysoka efektywność energetyczna gazowych pomp ciepła wiąże się nie tylko z pozyskiwaniem energii z powietrza (zadanie to realizuje jednorzędowy wymiennik ciepła złożony ze stalowej wężownicy i aluminiowych lamel), ale też z odzyskiem ciepła ze spalin (stal nierdzewna). Pompy dostarczone zostały w wersji wyciszonej – z wentylatorem osiowym o obniżonej mocy akustycznej i niższym poborze energii elektrycznej. Są też przygotowane do pracy w podwyższonej temperaturze.

Moc grzewcza pojedynczego urządzenia wynosi 41,3 kW, a efektywność energetyczna 152% (dla



Pomiary podczas montażu pompy ciepła

Fot. Gmina Stawno

parametrów A7/W50), co zapewnia klasę energetyczną A+. Do ekonomicznych walorów gazowych pomp ciepła należy też doliczyć wysokie parametry wody grzewczej (do 65°C), dzięki czemu urządzenia te mogą pracować w instalacji wysokotemperaturowej. Miało to znaczenie z punktu widzenia szkoły, ponieważ umożliwiło pozostawienie klasycznej wysokotemperaturowej instalacji grzewczej, która również przeszła modernizację.



Sterowanie i okablowanie maszynowni węzła cieplnego z pompami ciepła
Fot. Gmina Sławno

Wybór gazowej pompy absorpcyjnej podyktowany został nie tylko względami technicznymi i ekonomicznymi, ale też prawnymi i organizacyjnymi. Należy tu wskazać przede wszystkim spełnienie wymogów zaokrąglonych Warunków Technicznych (WT 2021). Jest to możliwe m.in. dzięki wykorzystaniu gazu (a nie energii elektrycznej) jako źródła nieodnawialnej energii pierwotnej – współczynniki nakładu EP w, wynoszą dla gazu 1,1, a dla energii elektrycznej 3. Drugim aspektem jest charakter czynnika roboczego – w układzie pracuje mieszanina wodno-amoniakalna, a nie czynnik syntetyczny (F-gaz). Dzięki temu gazowe pompy absorpcyjne nie podlegają zapisom ustawy F-gazowej pod względem kontroli szczelności czy rejestracji urządzeń. Wymagana jest (zgodnie z Prawem budowlanym) regularna kontrola pomp ciepła jako urządzeń grzewczych, która obejmuje czyszczenie palnika i analizę spalin oraz przegląd pompy olejowej i wentylatora.

Pompę dostarczono w wykonaniu zewnętrznym, żeby nie było konieczności wygospodarowania miejsca na pomieszczenie techniczne. Do instalacji zewnętrznej przystosowane są też gazowe kotły kondensacyjne, które pełnią funkcję szczytowego źródła energii zimą

oraz współpracują przy produkcji c.w.u. (także z instalacją solarną). Zastosowane urządzenia są kotłami kondensacyjnymi o mocy 34,4 kW każdy i klasie energetycznej A. Urządzenia te powstały z myślą o uzupełnieniu instalacji opartych na pompach ciepła – mają pracować jako źródło szczytowe oraz urządzenie wspomagające produkcję c.w.u., przystosowane także do współpracy z instalacją solarną. W szkole w Lipnicy Wielkiej pracuje kaskada – fabrycznie skonfigurowany zestaw dwóch kotłów z automatyką przeznaczoną do obsługi instalacji solarnej. Instalacja ta wspiera produkcję c.w.u. W dwóch zbiornikach buforowych zapewniane jest wstępne podgrzewanie czynnika roboczego, który następnie trafia do zbiornika buforowego c.o. i zasobnika c.w.u. Czynnik roboczy przepływa w węzłownicach, które oddają ciepło do wody instalacyjnej, a zbiorniki (bufor i zasobnik) są dogrzewane przez pompy ciepła i kotły kondensacyjne.

Po pierwszym sezonie zestawiono koszty eksploatacyjne systemów – przed modernizacją w sezonie 2013/14 wyniosły one ok. 98 tys. zł, natomiast w sezonie 2014/15 niecałe 35 tys. zł. Zasadniczym składnikiem kosztów była (wyeliminowana po modernizacji) praca palaczy kotłów węglowych.

Pompy ciepła współpracujące z fotowoltaiką – nowy trend w szkołach

Z punktu widzenia gmin pompy ciepła wciąż stanowią rozwiązanie luksusowe – z jednej strony obniżające koszty utrzymania szkół (zużycie energii stanowi zwykle ok. 30–40% kosztów eksploatacji budynku), a z drugiej kosztowne pod względem inwestycyjnym.



Nowoczesna bryła szkoły w Żukowie (gm. Sławno)

Fot. ABB

Pozyskują one zatem dofinansowanie ze środków unijnych, tak jak postąpiła gmina Korzenna ze szkołą w Lipnicy Wielkiej. Standardem są już szkoły, w których praca pomp ciepła (o technologiach zależnych od warunków lokalnych) wspomagana jest przez kotły grzewcze jako źródła szczytowe. Najczęściej są to kotły z istniejących instalacji (głównie olejowe) lub nowe kotły grzewcze o niskim współczynniku zużycia energii pierwotnej w_1 (np. kotły na biomase/pelety, dla których $w_1 = 0,2$). Najnowszym trendem staje się montowanie na szkolnych dachach paneli fotowoltaicznych (PV), które stają się elementem układu pozyskiwania energii cieplnej i elektrycznej z OZE.

W 2015 roku w gminie Sławno w woj. zachodniopomorskim rozpoczął się kilkietapowy projekt dofinansowany z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Zachodniopomorskiego na lata 2014–2020, Oś Priorytetowa II – Gospodarka niskoemisyjna, Działanie 2.10 – Zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii. W ramach wartej 3 mln zł inwestycji (dofinansowanie wyniosło blisko 2,5 mln zł – 85% kosztów) w 10 szkołach, przedszkolach i świetlicach gminy Sławno montowane są panele fotowoltaiczne. W czterech placówkach wykonano lub zaplanowano także montaż pomp ciepła. W części miejscowości istnieje możliwość zastosowania pomp ciepła o najwyższym współczynniku wydajności grzewczej w skali całego sezonu – pomp solanka/woda z pionowymi wymiennikami gruntowymi.

Jako jedna z pierwszych nowe instalacje zyskała Szkoła Podstawowa w Żukowie, w której prace rozpoczęły się pod koniec 2016 roku, a zakończyły przed rozpoczęciem roku szkolnego 2017/2018. Był to projekt ciekawy ze względu na kompleksową przebudowę, w wyniku której miały zostać uzyskane konkretne parametry zużycia energii: roczne jednostkowe zapotrzebowanie EU o wartości 14,37 kWh/m² oraz roczne jednostkowe zapotrzebowanie EP o wartości 76,80 kWh/m². Do tego celu wykorzystano nie tylko rozwiązania architektoniczne, konstrukcyjne czy wykonawcze, ale też instalacyjne. Budynek wyposażono w wentylację nawiewno-wywiewną z odzyskiem ciepła o sprawności ok. 88%. System grzewczy składa się z dwóch pomp ciepła o mocy 52 kW każda, ze źródłem dolnym w formie gruntowego kolektora pionowego, liczącego 21 sond na głębokości 100 m.

Panele fotowoltaiczne o mocy 10 kWp z zastosowaniem inwerterów zlokalizowano na południowej, wewnętrznej połaci dachowej, dodatkowo do energooszczędności przyczynia się inteligentny system zarządzania oparty na standardzie KNX. W systemie sterowania wykorzystano zarówno czujniki obecności (wyposażone w termostaty, co dodatkowo usprawnia kontrolę parametrów w budynku), jak i harmonogram pracy szkoły czy zegar astronomiczny.

W 2018 roku rozpoczął pracę zmodernizowany węzeł cieplny w Przedszkolu Gminnym w Gwiazdowie. Pracuje tam pompa ciepła o wydajności grzewczej 52 kW, zapewniająca zarówno ogrzewanie, jak i przygotowanie c.w.u. Źródłem dolnym jest gruntowy kolektor pionowy składający się z 11 odwiertów (sond głębinowych) o głębokości 100 m. Źródłem szczytowym jest kocioł gazowy, zachowany z pracującej wcześniej instalacji grzewczej. Produkcja prądu na potrzeby



Instalacja fotowoltaiczna na dachu przedszkola w Gwiazdowie
Fot. Gmina Sławno



Odwiert pod sondę głębinową (przedszkole w Gwiazdowie)
Fot. Gmina Sławno



Pompa ciepła solanka/woda (szkoła w Warszkwie)

Fot. Gmina Sławno

przedszkola wspomagana jest przez instalację fotowoltaiczną o mocy 4,125 kWp.

Od 2018 roku działa także nowa instalacja w Szkole Podstawowej w Warszkwie. Składa się ona z dwóch pomp ciepła o łącznej wydajności grzewczej ok. 77 kW (55,83 i 21,5 kW), przeznaczonych do ogrzewania i produkcji c.w.u. Źródłem dolnym jest woda gruntowa pochodząca z 14 odwiertów na głębokości 100 m. Tamtejsza instalacja fotowoltaiczna ma moc 3,3 kWp. Jako szczytowe i zapasowe źródło ciepła zastosowano pozostawiony z wcześniejszej instalacji kocioł olejowy.

W Zespole Szkół w Sławsku wydatkowano ok. 866 tys. zł, z czego ok. 781 tys. zł stanowiła dotacja. W pierwszej połowie 2019 roku zakończono prace modernizacyjne. Przebudowano istniejącą kotłownię olejową, wyjściowo składającą się z dwóch kotłów olejowych o mocy 130 kW każdy – jedno urządzenie pozostawiono jako źródło mocy szczytowej, a drugie jako zapasowe (np. na czas przerwy w pracy pompy ciepła, jej awarii lub konserwacji). Pompa ciepła solanka/woda, oparta na kolektorach pionowych korzystających z wody gruntowej na głębokości 100 m, zapewnia wydajność grzewczą 106,6 kW.

Zakończenie wszystkich prac zaplanowano na koniec 2021 roku.

Joanna Ryńska

Literatura

1. Budowa instalacji pomp ciepła dla Przedszkola Gminnego w Gwiazdowie i Szkoły Podstawowej w Warszkwie, gmina Sławno, wraz z dolnym źródłem ciepła w postaci sond gruntowych (ogłoszenie o przetargu), <http://ug.slawno.ibip.pl/public/?id=202601> (dostęp: marzec 2020).
2. Dolecki S., Nowoczesna szkoła w nowoczesnym budynku, <https://www.abb-conversations.com/pl/2018/03/nawoczesna-szkola-w-inteligentnym-budynku> (dostęp: marzec 2020).
3. Energia odnawialna w Ośrodku „Biawena”, <https://www.uzdrowisko-wysowa.pl/component/content/article?id=167> (dostęp: marzec 2020).
4. GAHP-A. Gazowa absorpcyjna pompa ciepła typu powietrze/woda, <https://www.gazuno.pl/gahp-a-absorpcyjna-pompa-ciepala-typu-woda-powietrze> (dostęp: marzec 2020).
5. Na budynku szkoły w Sławsku zamontowano panele fotowoltaiczne, <https://gk24.pl/na-budynku-szkoly-w-slawsku-zamontowano-panele-fotowoltaiczne-zdjecia/ar/c1-14361809> (dostęp: marzec 2020).
6. Nowoczesne pompy ciepła czerpiące energię z głębi ziemi ogrzewają placówki oświatowe Gminy Sławno, <http://www.gminaslawno.pl/499-informacja-50040.html> (dostęp: marzec 2020).
7. OZE w Sławsku, <http://www.gminaslawno.pl/499-informacja-53670.htm> (dostęp: marzec 2020).
8. Szkoła Podstawowa w Lipnicy Wielkiej, <https://www.gazuno.pl/szkola-podstawowa-w-lipnicy-wielkiej.html> (dostęp: marzec 2020).
9. Szkoła Podstawowa w Lipnicy Wielkiej, wypowiedź dyr. M. Wojnarowskiego, <https://www.youtube.com/watch?v=YambiRwKcAA> (dostęp: marzec 2020).
10. Szkoła podstawowa w Żukowie, https://architektura.muratorplus.pl/technika/warsztat/szkola-podstawowa-w-zukowie_7705.html (dostęp: marzec 2020).
11. Turakiewicz L., Jak zastąpić węgiel? Studium przypadku Szkoły Podstawowej w Lipnicy Wielkiej (dostęp: marzec 2020).
12. WFOŚ Szczecin, Energia słoneczna będzie zasilać 10 szkół i świetlic w Sławnie, <https://www.wfos.szczecin.pl/biezace-wydarzenia/1494-energia-sloneczna-bedzie-zasilac-10-szkol-i-swietlic-w-slawnie.html> (dostęp: marzec 2020).

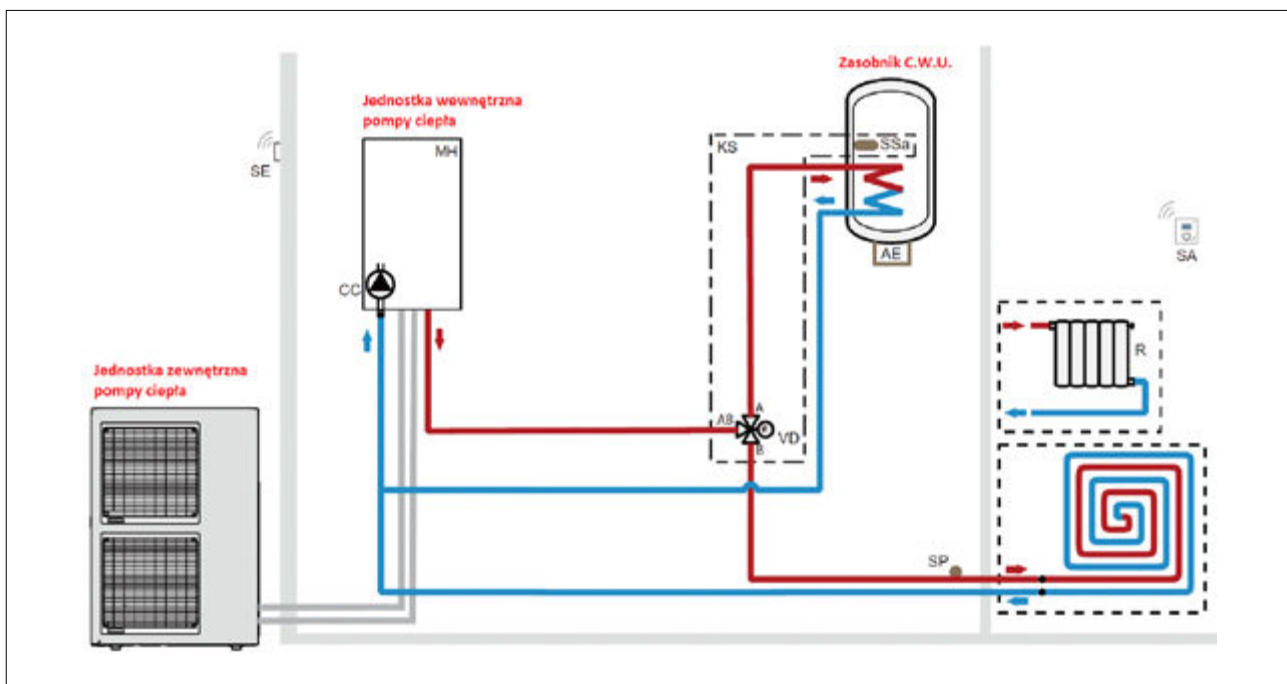
Reklama RUBIK

Biwalentne układy grzewcze z pompą ciepła

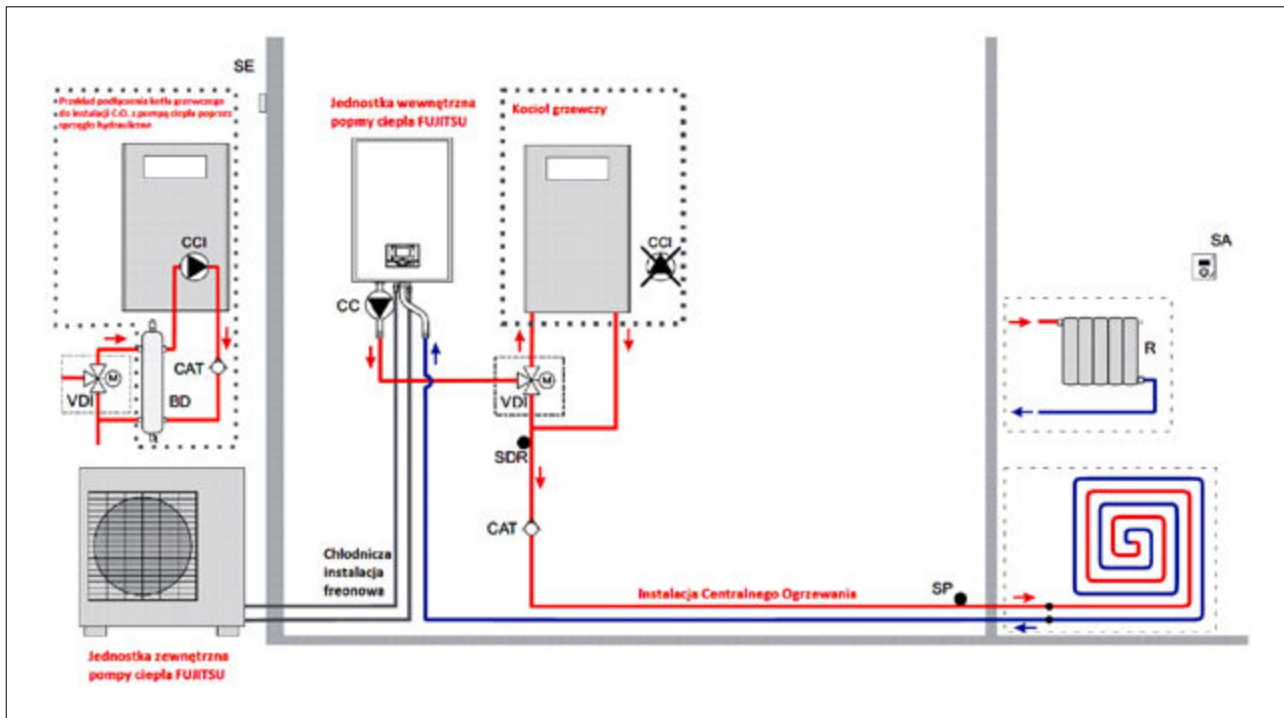
Producenci systemów chłodniczych i klimatyzacyjnych prześcigają się w konstruowaniu coraz to bardziej wymyślnych urządzeń, które już nie tylko parametrami technicznymi, ale np. sposobami sterowania, a nawet designem, zaczynają ze sobą mocno konkurować.

Z punktu widzenia użytkownika nie ma w tym nic złego, dopóki urządzenia zapewniają proporcjonalnie wysoki wskaźnik efektywności energetycznej. Współczynnik ten jest niczym ranking, który określa, czy eksploatowane urządzenie klimatyzacyjne będzie opłacalne nie przez kilka miesięcy, tylko w ciągu całego roku. Dlatego zmieniający się rynek, a co najważniejsze – przepisy, zobowiązują producentów do proponowania systemów, które uwzględniają odnawialne źródła energii na potrzeby produkcji zarówno mocy chłodniczej, jak i mocy cieplnej. Tym samym układy biwalentne doskonale wpisują się w ogólnoświatowe tendencje w branży urządzeń klimatyzacyjnych, wentylacyjnych i grzewczych.

Na początek **definicja systemów biwalentnych**. W dużym skrócie, są to systemy grzewcze wykorzystujące dwa niezależne źródła ciepła. Sterowane są one automatyką, której zadaniem jest taki sposób sterowania urządzeniami, aby koszt ich eksploatacji był jak najniższy, oraz aby zapewnić im optymalne warunki pracy. Rozwiązania takie mają na celu wygenerowanie oszczędności wynikających z eksploatacji systemu względem konwencjonalnych rozwiązań. Doskonałym przykładem urządzenia, które idealnie wpisuje się w powyższą definicję, są **domowe pompy ciepła powietrze-woda FUJITSU Waterstage**. Pompa ciepła jest jednym z najbardziej ekologicznych źródeł energii cieplnej, przede wszystkim dlatego, iż opiera się na wykorzystaniu odnawialnych zasobów energii



Rys. 1. Podstawowy schemat instalacyjny



Rys. 2. Przykład układu pompy ciepła FUJITSU Waterstage z dodatkowym kotłem grzewczym

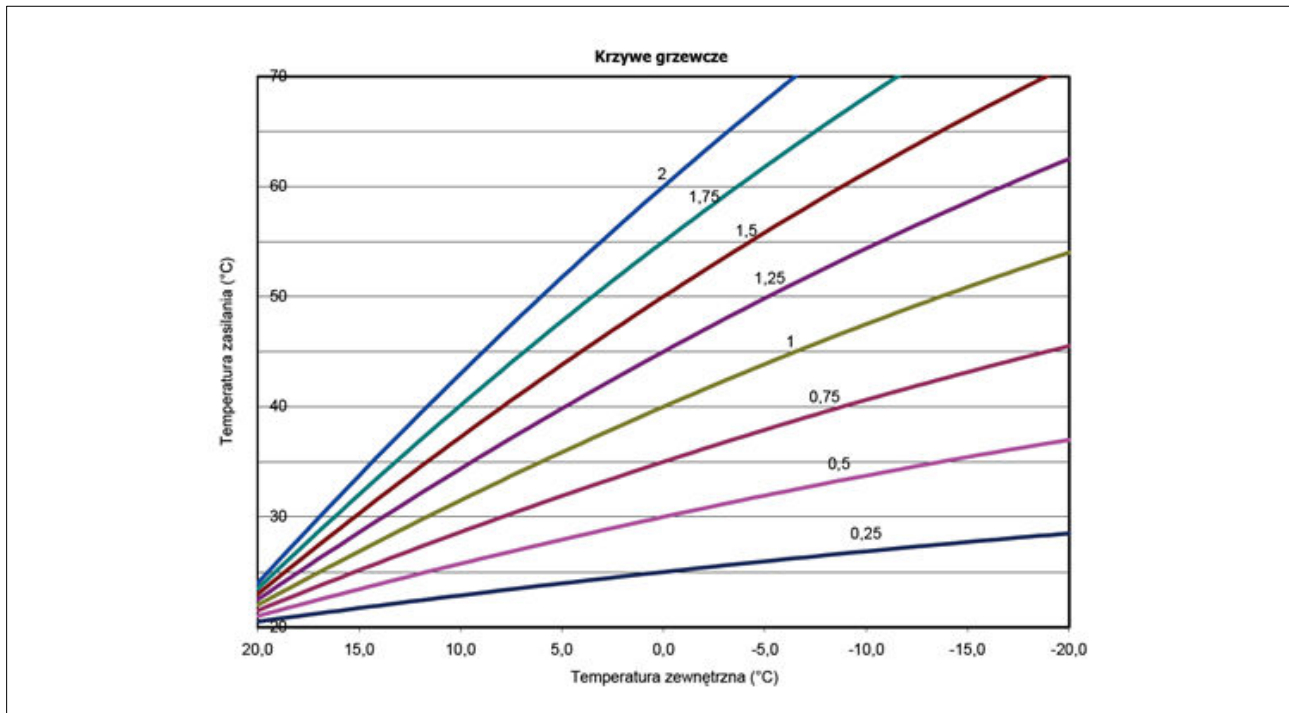
zawartej w otaczającym nas powietrzu. Ważną cechą charakterystyczną jest również niezawodność, którą zapewniają: wysokoefektywny wymiennik ciepła ze zintegrowanym zasobnikiem akumulacyjnym, podwójna sprężarka rotacyjna, precyzyjne sterowanie, wysokoefektywna pompa obiegowa klasy A oraz **charakter biwalentny pomp ciepła, gdzie mamy dwa źródła ciepła: sprężarkowy układ freonowy oraz grzałki elektryczne.**

Rysunek 2 przedstawia instalację, do której podłączono dwa niezależne źródła ciepła, tj. pompę ciepła oraz kocioł grzewczy. Połączenie to pozwala na sterowanie pracą całego układu grzewczego z poziomu sterownika wbudowanego w pompę ciepła FUJISTU Watestage. Zgodnie z definicją systemów biwalentnych, praca układu powinna być zoptymalizowana pod kątem kosztów eksploatacji. Oznacza to, że system powinien być sterowany sygnałem temperaturowym, a dokładniej – poprzez monitorowanie temperatury zewnętrznej to automatyka sterująca wybiera, które źródło ciepła w danych warunkach temperaturowych będzie generowało większą ilość ciepła przy minimalnym zapotrzebowaniu na dostarczana energię elektryczną. Rozwiązanie to jest po-

dyktowane faktem, iż pompa ciepła powietrze–woda w trakcie pracy w funkcji grzania odzyskuje ciepło w jednostce zewnętrznej z otaczającego powietrza. Im niższa temperatura zewnętrzna (wartości poniżej zera), tym niższa sprawność urządzenia. Zatem wykładnikiem pracy układu biwalentnego powinien być wykres krzywej grzewczej. Znając zapotrzebowanie na ciepło budynku i charakterystykę mocy grzewczej pompy ciepła, można wyznaczyć tzw. punkt biwalentny, który jest graniczną temperaturą, do której pompa ciepła powietrzna powinna pracować samodzielnie. Poniżej temperatury punktu biwalentnego uruchamia się dodatkowe źródło ciepła. W przypadku korzystania z różnych źródeł energii, np. pompa ciepła – prąd elektryczny i kocioł olejowy, rozważa się również opłacalność ekonomiczną eksploatacji źródła ciepła.

Oznacza to, że w ramach instalacji biwalentnej możliwe są dwa sposoby pracy:

- **równoległy** – pozwala na jednoczesną pracę dwóch źródeł ciepła. Powyżej pewnej temperatury zewnętrznej (temperatura dla punktu biwalentnego) pompa samodzielnie ogrzewa dom. Gdy temperatura spada, włącza się kocioł lub grzałki, ale pompa



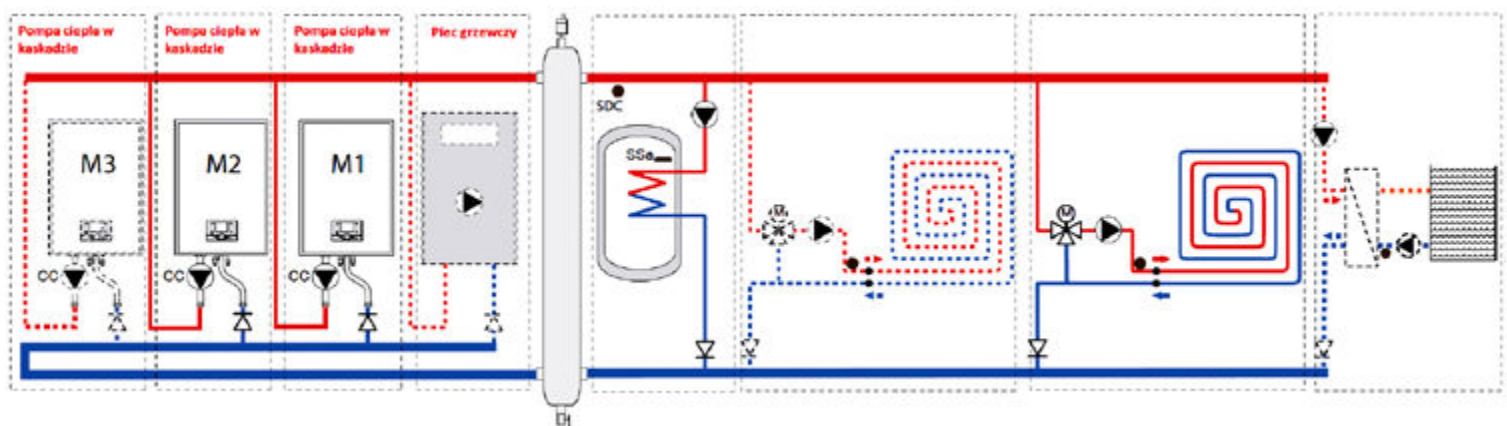
Rys. 3. Wykres krzywej grzewczej

pracuje dalej. Konwencjonalne ogrzewanie pokrywa jedynie niedobór mocy grzewczej pompy;

- **alternatywny** – do pewnej temperatury zewnętrznej, np. -10°C , ogrzewanie budynku zapewnia pompa ciepła, a jeśli temperatura spadnie poniżej tej granicy, to pompa wyłącza się i ogrzewanie zapewnia kocioł grzewczy lub grzałki elektryczne.

Wyznaczanie punktu biwalentnego należy zacząć od określenia zapotrzebowania na ciepło budynku

i naniesienia jego wartości na oś współrzędnych. Następnie konieczna jest analiza panujących w danym miejscu warunków klimatycznych oraz porównanie kosztów inwestycji i eksploatacji w różnych wariantach. W zależności od pracy układu (równoległy, alternatywny) wyznaczony punkt biwalentny będzie przełączał pomiędzy pracą urządzeń grzewczych podłączonych do jednej instalacji. Aby zwiększyć elastyczność instalacji, można zastosować tzw. układy kaskadowe, w których to



Rys. 4. Przykłady instalacji pracujących w układzie biwalentnym

kolejne źródła ciepła załączają się w zależności od obciążenia sieci.

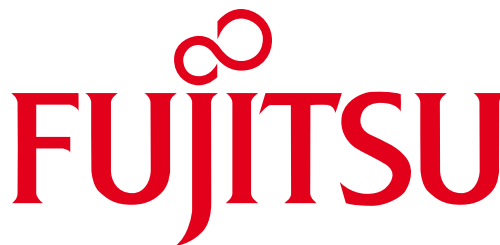
Powyższe rozwiązania są to przykłady instalacji, w których wykorzystano dedykowane urządzenia grzewcze pracujące na zasadzie biwalencji i ich sterowanie powinno zminimalizować koszty eksploatacji oraz wydłużyć żywotność urządzeń. Oznacza to, iż sterownik w pompie ciepła FUJITSU Waterstage na podstawie zapisanych algorytmów tak modeluje pracę układów grzewczych, aby optymalnie wykorzystać freonowy układ sprężarkowy, a jeśli zajdzie potrzeba, wspierać go np. grzałkami elektrycznymi wbudowanymi w jednostkę wewnętrzną oraz dodatkową grzałką elektryczną w zasobniku c.w.u. Za pomocą ustawień z poziomu sterownika istnieje możliwość indywidualnego wysterowania grzałkami, np. dla grzałki wbudowanej w jednostkę wewnętrzną ustawienie temperaturowego progu zadziałania grzałki (w zależności od temperatury zewnętrznej). Podobne ustawienie dotyczy sterowania pracą dodatkowego źródła ciepła (np. kocioł grzewczy). Praca dodatkowego źródła załączana

jest wyłącznie wtedy, gdy mieszana temperatura zewnętrzna kształtować się będzie powyżej lub poniżej limitu nastawy temperatury. Umożliwia to blokadę dodatkowego źródła w ramach wybranego zakresu temperatury zewnętrznej dla zapewnienia biwalentnej pracy dodatkowego źródła i pompy ciepła. Jeżeli uwzględniane są obie wartości załączania (nastawa z poziomu sterownika), temperatura zewnętrzna musi spełniać oba kryteria, umożliwiając tym samym załączenie dodatkowego źródła.

Domowe pompy ciepła oraz ich biwalentny charakter są jednym z najnowocześniejszych osiągnięć techniki grzewczej. Rozwój tej technologii jest odpowiedzią na potrzeby zmieniającego się rynku oraz zmieniającego się klimatu. Konieczność ochrony środowiska, podniesienie sprawności urządzeń i poszukiwanie nowych źródeł energii wykorzystywanych do ogrzewania pomieszczeń to znaki naszych czasów, dzięki którym pompy ciepła jeszcze przez wiele lat będą jednym na najważniejszych źródeł ciepła i kluczową technologią OZE.

Tomasz LABUDA

Product Manager ds. Pomp Ciepła
Klima-Therm

The Fujitsu logo is displayed in a large, red, serif font. Above the 'i' in 'Fujitsu' is a red infinity symbol.

KLIMA-THERM – Generalny Dystrybutor
pomp ciepła FUJITSU Waterstage
ul. Ostrobramska 101A, 04-041 Warszawa
tel. (22) 517 36 00
Punkty sprzedaży detalicznej:
<http://www.pompy-ciepła-fujitsu.pl/>

WATERSTAGE™

FUJITSU

Blisko 30 modeli
od 5kW do 17kW



Kompaktowa
konstrukcja

Różne układy
instalacji grzewczej

Prosta instalacja
i konserwacja

Systemy Split
i Monobloc

Pompy ciepła Fujitsu

Ekologiczny i ekonomiczny system ogrzewania

Fujitsu Waterstage to szeroka gama energooszczędnych i tanich w eksploatacji pomp ciepła typu powietrze-woda.

Urządzenia te pozwalają uzyskać **od 3 do 5 kW energii cieplnej przy użyciu zaledwie 1 kW energii elektrycznej**. Systemy Fujitsu Waterstage zasilają w ciepło grzejniki, klimakonwektory,

instalację ogrzewania płaszczyznowego oraz służą do przygotowania ciepłej wody użytkowej. Dzięki przemyślanej, kompaktowej konstrukcji, instalacja i konserwacja pomp ciepła Fujitsu są znacząco uproszczone. Wszystko to gwarantuje jeszcze bardziej elastyczne dopasowanie systemu grzewczego do potrzeb użytkownika i warunków montażowych.



Generalnym Dystrybutorem urządzeń japońskiej marki Fujitsu w Polsce jest firma Klima-Therm. Instalatorów zainteresowanych nawiązaniem współpracy w zakresie sprzedaży i obsługi gwarancyjnej pomp ciepła Fujitsu Waterstage zapraszamy do kontaktu z regionalnymi opiekunami sieci dealerskiej.
Więcej informacji na stronie www.klima-therm.com

**WE
CARE
ABOUT
AIR**

Układy hydrauliczne z pompami ciepła



Dla efektywnej pracy systemu grzewczego konieczny jest poprawnie funkcjonujący układ hydrauliczny. Ma on szczególne znaczenie w przypadku nowoczesnych technologii grzewczych, których efektywna eksploatacja zależy od starannego projektu, doboru i montażu. Instalacje z pompami ciepła to złożone układy, obarczone ryzykiem błędów. A wszelkie błędy w układzie hydraulicznym mogą szybko negatywnie wpłynąć na efektywność całego systemu grzewczego.

Polska Organizacja Rozwoju Technologii Pomp Ciepła przygotowała wiele materiałów technicznych i poradników dla projektantów i instalatorów układów z pompami ciepła. Są one dostępne bezpłatnie na stronach PORT PC. Znalazł się wśród nich poradnik

„Układy hydrauliczne z pompami ciepła”, opracowany na podstawie wieloletnich doświadczeń niemieckiego Federalnego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (BWP). W przedmowie do niego Alexander Sperr, referent ds. techniki i standaryzacji w BWP, podkreśla, że dobrze

	Schemat 1	Schemat 2	Schemat 3	Schemat 4	Schemat 5	Schemat 6	Schemat 7	Schemat 8	Schemat 9	Schemat 10	Schemat 11
Ogrzewanie płaszczyznowe	x	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Grzejniki radiatorowe / grzejniki konwektorowe		x	x	x	x	x	x		x	x	(x)
Jeden obieg grzewczy	x	x						x			x
Kilka obiegów grzewczych			x	x	x	x	x		x	x	(x)
Podgrzewacz zasobnikowy ciepłej wody użytkowej	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Zasobnik buforowy		x	x	x	x	x		x	x	x	x
Zasobnik chłodu									x		
Wielofunkcyjny zasobnik buforowy							x				
Stacja świeżej wody użytkowej							x				
Wykorzystanie ciepła z kolektorów słonecznych				x			x				
System biwalentny (z kotłem gazowym i olejowym)					x						
System biwalentny (z kotłem na paliwo stałe)						x					
Chłodzenie pasywne (naturalne)								x			
Chłodzenie aktywne (z pracą sprężarki)									x		
Basen										x	
Układ kaskadowy pomp ciepła											x

Legenda: x = przedstawione (x) = alternatywnie możliwe

Rys. 1. Matryca wyboru schematów hydraulicznych

funkcjonujący układ hydrauliczny jest niezbędny do efektywnej pracy systemu grzewczego. Ma to szczególne znaczenie w nowoczesnych technologiach grzewczych, w których efektywna eksploatacja zależy od starannego zaprojektowania i doboru, a także montażu. Instalacje z pompami ciepła to złożone układy i ich projektanci oraz instalatorzy są narażeni na ryzyko błędów. A wszelkie błędy w układzie hydraulicznym mogą bardzo szybko negatywnie wpłynąć na efektywność całej instalacji.

Poradnik został przygotowany dla projektantów i instalatorów jako pomoc przy tworzeniu koncepcji systemów. Zawarte w nim schematy hydrauliczne to uniwersalne standardy branżowe uzgodnione między firmami. Nie uwzględnia on schematów specyficznych wyłącznie dla poszczególnych firm. W poradniku znalazły się też wskazówki do orientacyjnego wymiarowania podstawowych elementów w układach hydraulicznych. Przy projektowaniu i wykorzystywaniu tych schematów należy uwzględnić również wytyczne producenta danego urządzenia. PORT PC przygotował także specjalny poradnik pt. „Przygotowanie ciepłej wody użytkowej”, w którym zawarto m.in. wytyczne do wymiarowania wielkości zasobników ciepłej wody użytkowej.

W poradniku zamieszczono 11 schematów hydraulicznych uwzględniających różne opcje, np. usytuowanie pomp lub warianty hydrauliczne z zaworami przełączającymi w formie podzespołów, wyodrębnionych na rysunkach i obramowanych – są to warianty

alternatywne. Schematy nie zawierają wszystkich elementów armatury i nie są gotowymi schematami projektowymi.

W celu ułatwienia wyboru właściwego schematu w poradniku zestawiono istotne elementy układów dla poszczególnych schematów (**rys. 1**). Krzyżyki w zestawieniu wskazują na rozwiązanie opracowane, natomiast krzyżyki w nawisach pokazują możliwości alternatywne. Wyboru należy dokonywać przede wszystkim zgodnie z wymogami systemu (instalacji). W nowych budynkach jest większa swoboda wyboru niż w obiektach istniejących. Ważnym kryterium wyboru jest liczba obiegów grzewczych – jeśli w jednym budynku łączy się ogrzewanie płaszczyznowe z grzejnikami radiatorowymi lub konwektorowymi, konieczny jest z reguły drugi obieg grzewczy, w którym za pomocą zaworu mieszającego można regulować temperaturę zasilania obiegu.

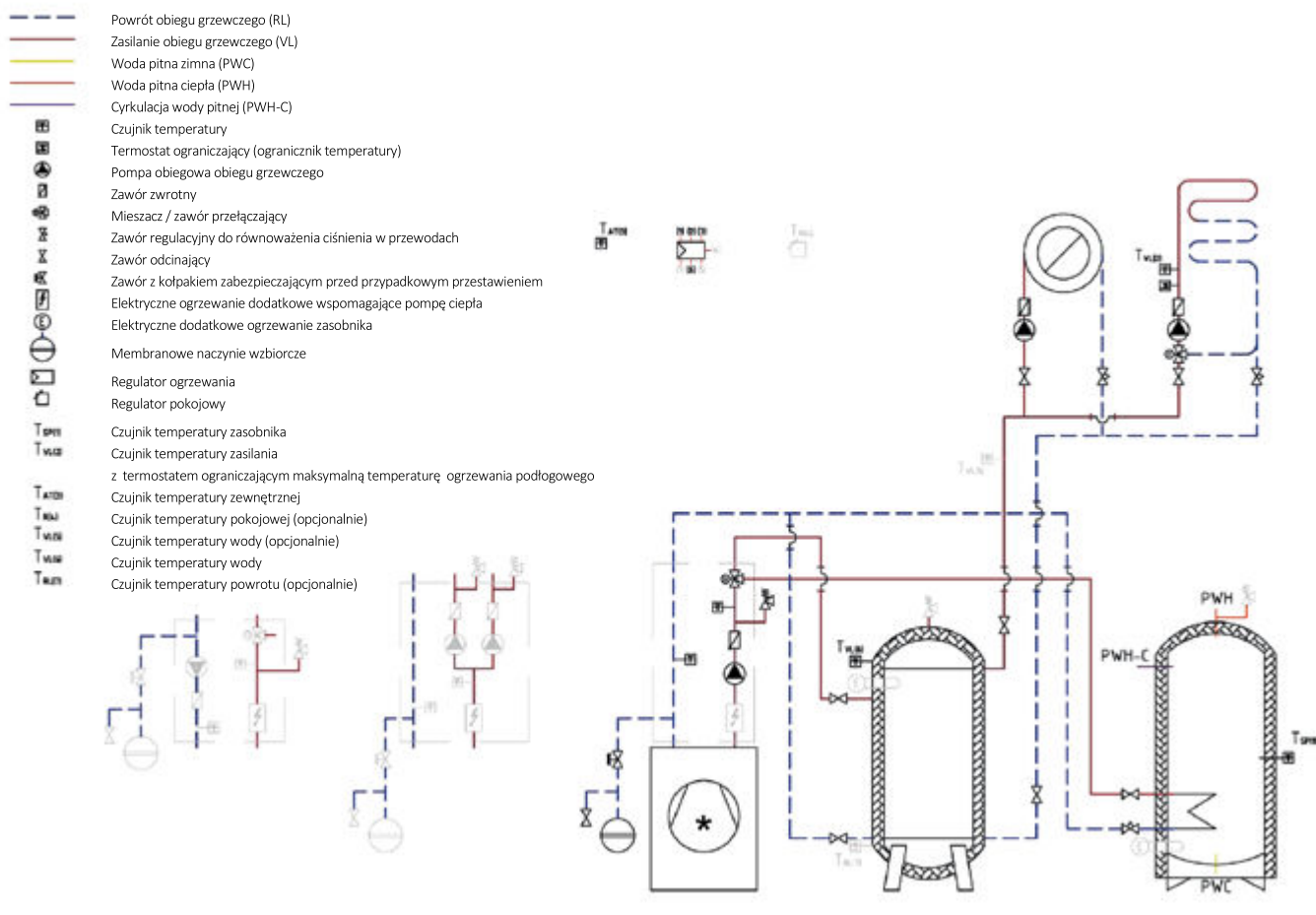
Możliwych jest wiele kombinacji układu hydraulicznego, w poradniku zawarto te podstawowe, żeby zachować przejrzystość informacji. Pompy ciepła można bowiem łączyć z chłodzeniem aktywnym lub pasywnym, z instalacją fotowoltaiczną lub innymi urządzeniami grzewczymi, np. gdy jedna instalacja ze sterowaniem w układzie kaskadowym zawiera również inne komponenty. Autorzy podkreślają, że przy projektowaniu systemu z wariantami innymi, niż zawarto w poradniku, konieczna jest szczególna staranność, aby uzyskać system kompletny, sprawny i efektywny.

Zastosowanie	Medium		3 K	4 K	5 K	6 K	8 K	10 K
Strona wtórna + pierwotna	woda	l/godz.	287	215	172	144	108	86
Strona pierwotna (solanka)	glikol etylenowy		306	229	184	153	/.	/.
Strona pierwotna (solanka)	glikol propylenowy		317	238	190	159	/.	/.

Tabela 1. Regulowany przepływ na kW mocy grzewczej/chłodniczej w określonym punkcie pracy w zależności od różnicy między temperaturą zasilania a powrotu (wartości pośrednie mogą być interpolowane)
– źródło: PORT PC

Medium	Temp. pracy	p	C _p	Stężenie	Ochrona przed zamarznięciem
Woda	30°C	1,00 kg/l	4,18 ki/(kgK)	/.	0°C
Glikol etylenowy	0°C	1.05 kg/l	3,59 ki/(kgK)	30%	-15,8°C
Glikol propylenowy	0°C	1,04 kg/l	3,76 ki/(kgK)	33%	-15,3°C

Tabela 2. Dane do celów projektowania dla typowych warunków – źródło: PORT PC



Rys. 2. Schemat hydrauliczny układu z pompą ciepła, kilkoma obiegami grzewczymi i podgrzewaniem wody użytkowej z zasobnikiem buforowym podłączonym równolegle

Poradnik zawiera też wspomniane zalecenia do obliczania nastawianych przepływów objętościowych.

W opisach wszystkich 11 układów hydraulicznych podane zostały zalecenia dot. różnicy pomiędzy temperaturą zasilania a powrotu po stronie pierwotnej (dolnego źródła) i wtórnej (ogrzewania) pompy ciepła.

Skojarzone przepływy $\dot{V}$ można obliczyć wg równania (1) lub odczytać z **tabeli 2**.

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta\vartheta} \quad (1)$$

gdzie:

$\dot{Q}$ – moc grzewcza w określonym punkcie pracy,

ρ – gęstość według **tabeli 2**,

C_p – ciepło właściwe według **tabeli 2**,

Δ – różnica między temperaturą zasilania i powrotu, °K.

W **tabeli 2** podano dane materiałowe do celów projektowych w typowych warunkach, z wyszczegół-

nieniem rodzaju medium (woda, glikol etylenowy lub propylenowy), temperatury pracy, gęstości, ciepła właściwego oraz stężenia.

Podstawą do wyznaczania natężenia przepływu po stronie wtórnej jest maksymalna moc grzewcza, a po stronie pierwotnej maksymalna moc chłodzenia. Jeśli producent nie podaje inaczej, moc chłodniczą $\dot{Q}_c$ można obliczyć, stosując równanie (2):

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_H \cdot \left(1 - \frac{1}{COP}\right) \quad (2)$$

gdzie:

$\dot{Q}_H$ – moc grzewcza w określonym punkcie pracy,

COP – współczynnik efekt energetycznej.

Przykładowy schemat układu hydraulicznego

Jest to układ nr 3 z poradnika – z pompą ciepła, kilkoma obiegami grzewczymi i podgrzewaniem wody użytkowej z zasobnikiem buforowym podłączonym równolegle. **Tabela 3** zawiera opis układu,



na rynku od 33 lat

Wykonaliśmy ponad 10 tys. instalacji OZE

INSTALACJE

EKOENERGIA

BUDOWNICTWO



DOTACJE!

ZADZWOŃ: **505 128 054**
508 271 890

POMPY CIEPŁA
z chłodem pasywnym
TRIGENERACJA
KOGENERACJA
WENTYLACJA



FOTOWOLTAIKA
KLIMATYZACJA

INTELIĞENTNE SYSTEMY
ZARZĄDZANIA BUDYNKIEM
SERWIS

doradztwo
projekt
montaż
serwis



www.inergis.pl

CZĘSTOCHOWA: ul. Kisielewskiego 18/28 B, tel. 34 366 91 18, biuro@inergis.pl

Opcje instalacji	– pompy ciepła solanka/woda, woda/woda lub powietrze/woda – systemy ogrzewania płaszczyznowego lub systemy grzejnikowe ogrzewania
Minimalne natężenie przepływu objętościowego	– przestrzegać danych od producenta
Minimalna pojemność instalacji ogrzewania	– uwzględnić się przy doborze wielkości bufora grzewczego
Natężenie przepływu objętościowego po stronie pierwotnej	– różnica między temperaturą zasilania a powrotu: od 3 do 5 K przy maksymalnej mocy chłodniczej pompy ciepła
Natężenie przepływu objętościowego do zasobnika buforowego	– różnica między temperaturą zasilania a powrotu: od 5 do 7 K przy mocy grzewczej pompy ciepła w warunkach założeń projektowych – dla instalacji grzejnikowych do maks. 10 K
Natężenie przepływu objętościowego w trybie podgrzewania wody użytkowej	– różnica między temperaturą zasilania a powrotu: najwyżej 10 K przy najwyższej mocy pompy ciepła w trybie podgrzewania wody użytkowej
Pompy obiegowe obiegu pierwotnego	– natężenie przepływu objętościowego zgodnie z projektem (patrz wyżej) – strata ciśnienia pionowego GWC (sondy), rur łączących i pompy ciepła – instalacje z rozdzielaczem obiegu solanki: straty ciśnienia na zaworach regulacyjnych do równoważenia ciśnienia w przewodach – brać pod uwagę gęstość i lepkość medium transportującego ciepło
Pompy obiegowe ładowania zasobnika buforowego	– natężenie przepływu objętościowego zgodnie z projektem (patrz wyżej) – straty ciśnienia w rurach rozdzielających, pompie ciepła i ewentualnie innych oporach przepływu – nośnik ciepła, zazwyczaj woda
Pompy obiegowe podgrzewacza zasobnikowego c.w.u.	– natężenie przepływu objętościowego zgodnie z projektem (patrz wyżej) – strata ciśnienia nośnika ciepła w podgrzewaczu wody użytkowej, rurach łączących, pompie ciepła i innych oporach przepływu – nośnik ciepła, zazwyczaj woda
Zawór przełączający ciepłej wody	– ustalenie minimalnego rozmiaru według przepływu objętościowego i strat ciśnienia w trybie ogrzewania. Typ zaworu – wg wymagań producenta
Podgrzewacz wody użytkowej	– projekt według maksymalnej mocy grzewczej pompy ciepła w trybie podgrzewania wody użytkowej – powierzchnia przekazywania ciepła co najmniej 0,25 m²/kW mocy grzewczej (w warunkach letnich)
Zasobnik buforowy	– w celu zoptymalizowania czasu pracy: 20–25 l/kW maksymalnej mocy grzewczej pompy ciepła, dotyczy sprężarek ON/OFF (dla inwerterowych – wg założeń producenta) – w celu realizacji okresów blokady zasilania elektrycznego: 30–40 l/kW maksymalnej mocy grzewczej (na 1 h)

Tabela 3. Pompa ciepła, kilka obiegów grzewczych i podgrzewanie wody użytkowej z zasobnikiem buforowym podłączonym równolegle – źródło: PORT PC

a rys. 2 jego schemat układu z usytuowaniem pomp i warianty hydrauliczne z zaworami przełączającymi w formie podzespołów wyodrębnionych.

Opracowano na podstawie poradnika PORT PC pt. „Układy hydrauliczne z pompami ciepła”.

Poradnik ten jest dostępny bezpłatnie i do pobrania w pliku pdf na stronach PORT PC <http://portpc.pl/poradniki/>



Przyjazne dla środowiska i wydajne ogrzewanie z pompami ciepła WOLF

Czerpiąc z odnawialnych źródeł energii (powietrza, ziemi czy wody), można w przyjazny sposób uzyskać komfort cieplny w domu, a jednocześnie zmniejszyć rachunki za ogrzewanie. Taki efekt uzyskamy, gdy wybierzemy nowoczesne technologicznie urządzenie, o wysokiej efektywności energetycznej i sprawdzonej jakości, takie jak pompa ciepła Wolf, zaprojektowana i wyprodukowana według „German engineering”. Wśród szerokiej gamy pomp ciepła Wolf szczególne miejsce zajmuje pompa CHA-Monoblock typu powietrze-woda z ekologicznym czynnikiem chłodniczym.

Wkrocz w przyszłość z WOLF CHA-Monoblock

CHA-Monoblock to urządzenie klasy premium, zaprojektowane z myślą o bezawaryjnej pracy przez długie lata. Ciesząca oko obudowa kryje w sobie szereg rozwiązań technologicznych, które sprawiają, że pompa charakteryzuje się wysoką wydajnością, bezproblemową obsługą, a także niezwykle cichą pracą i przyjaznością dla środowiska. Dzięki szerokiemu zakresowi modulacji można dostosować urządzenie do indywidualnych potrzeb użytkownika. Innowacyjne i dopracowane do najmniejszego szczegółu rozwiązania sprawiają, że CHA-Monoblock to pompa ciepła, która pozwoli Ci cieszyć się komfortowymi warunkami w Twoim domu nie tylko teraz, ale i w przyszłości.

Pompa ciepła dopasowana do Ciebie

Zastosowanie technologii inwerterowej zapewnia najwyższą wydajność zarówno ogrzewania, jak i chłodzenia. Dzięki temu rozwiązaniu **CHA-Monoblock oferuje zarówno komfortowe ciepło w zimie, jak i przyjemny chłód w lecie**. Pompa jest zoptymalizowana pod kątem szerokiego zakresu modulacji. Można dzięki temu dostosować jej parametry do bardzo konkretnych potrzeb i warunków w danym budynku. Ważnym aspektem jest też opcja wyboru tylnego bądź dolnego podłączenia hydraulicznego w zależności od warunków montażowych.



Parametrami działania urządzenia można sterować przez smartfon dzięki dostępnemu dodatkowo modułowi WOLF Link Home. W ten sposób możesz w dowolnym momencie i z dowolnego miejsca na świecie monitorować swoje urządzenie i nim sterować. Potrzebujesz jedynie smartfona lub laptopa z dostępem do Internetu i aplikacji Smartset. Technologia WOLF pozwala też na zintegrowanie wszystkich Twoich urządzeń WOLF w jeden system i zamienienie Twojego smartfona w domowe centrum sterowania klimatem.

Niezwykłe cicha praca i cieszący oko design

CHA-Monoblock to bardzo przemyślany projekt zarówno w środku, jak i na zewnątrz. Inżynierowie WOLF

opracowali zupełnie nowe łopatki wentylatora, o budowie inspirowanej kształtem skrzydeł sowy. W połączeniu z izolacją z pianki polipropylenowej sprawia to, że urządzenie jest wyjątkowo ciche. **Poziom emisji dźwięku na poziomie < 35 dB(A) oznacza, że pompa CHA-Monoblock jest cichsza od szumu deszczu.**

Urządzenia tego typu powinny być jednak nie tylko wydajne i funkcjonalne, ale także przyjemne dla oka. Uznany projektant luksusowych jachtów – Espen Øino – stworzył prostą, lecz unikalną bryłę CHA-Monoblock specjalnie dla WOLF. Jego celem było opracowanie urządzenia, które doskonale wtapia się w otoczenie, jednocześnie stanowiąc niepowtarzalny akcent wzorniczy Twojego domu.

Ekologia i nowoczesność

Pompa ciepła to bardzo przyjazne dla środowiska rozwiązanie. Urządzenia tego typu jako źródło ciepła wykorzystują powietrze, wody gruntowe lub ziemię. Dzięki temu znika potrzeba spalania paliw takich jak węgiel, pellet czy gaz, a technologia jest znacznie bardziej czysta i wygodna w eksploatacji. Firma WOLF poszła o krok dalej i zastosowała w swojej nowej pompie ciepła środek chłodniczy R290 (propan), który charakteryzuje się jeszcze wyższym poziomem przyjazności dla środowiska. W porównaniu do innych czynników chłodniczych (R134a, R407C, R410A), jego wpływ na efekt cieplarniany jest nawet kilkaset razy mniejszy! Dzięki temu CHA-Monoblock to prawdziwie ekologiczne źródło ciepła.

Korzystanie z urządzeń przyjaznych dla środowiska jest niezwykle ważne także dlatego, że wymagania dotyczące energooszczędności nowych budynków są coraz wyższe. Pompa ciepła **CHA Monoblock od WOLF spełnia wymogi programu „Czyste Powietrze”**, a jej wyjątkowe parametry pomagają spełnić nawet najbardziej rygorystyczne normy dla nowo budowanych domów.

Jakość „Made in Germany”

Najwyższa, niemiecka jakość wykonania WOLF gwarantuje długą i stabilną pracę urządzenia. Kompaktowe wymiary ułatwiają przenoszenie i montaż. Obudowa pompy została wykonana z najwyższej jakości materiałów, odpornych na działanie czynników atmosferycznych i promieniowania UV. Pozwala to

na bezproblemowe działanie CHA-Monoblock nawet przy silnych opadach śniegu. Pomaga w tym również grzałka elektryczna o mocy 9 kW jako dodatkowe źródło ciepła. Kupując CHA-Monoblock, otrzymujesz w pełni wyposażone, gotowe do szybkiego montażu urządzenie.

Optymalne rozwiązania modułowe i fotowoltaika

Pompa ciepła CHA-Monoblock może być połączona z zasobnikami i buforami jako centrala grzewcza. Takie rozwiązanie pozwala na szybszą instalację i oszczędność miejsca. Dostępny dodatkowo moduł EEBus umożliwia łatwą integrację pompy z inteligentnymi systemami zarządzania energią w Twoim domu. Włączenie do systemu grzewczego pompy ciepła i fotowoltaiki to bardzo ekologiczne rozwiązanie, dające możliwość optymalizacji zużycia energii i zwiększenia wykorzystania systemów fotowoltaicznych wspomagających działanie pompy ciepła.

Najważniejsze cechy:

- wysoki stopień modulacji – ciepło w zimie, miły chłód w lecie,
- wydajna i niezwykle cicha praca,
- ekologiczny czynnik chłodniczy R290,
- wyjątkowy, cieszący oko design,
- najwyższa jakość wykonania „Made in Germany”,
- kompaktowe wymiary i łatwy montaż,
- grzałka elektryczna o mocy 9 kW w standardzie,
- możliwość zintegrowania z inteligentnym systemem zarządzania energią,
- łatwe sterowanie online przez smartfona lub laptopa,
- pompa spełnia wymogi programu „Czyste Powietrze”.



Wolf Technika Grzewcza sp. z o.o.

ul. Sokołowska 36, Sokołów

05-806 Komorów

wolf@wolf-polska.pl, www.wolf.eu

WOLF / 25 LAT
W POLSCE

Przyjazne dla środowiska i wydajne ogrzewanie z pompami ciepła WOLF.

Wybierz pompę ciepła, która **pasuje do Twojego stylu życia**.

Efektywną, bezpieczną i ekologiczną.

Niezależnie od tego, jakie źródło energii wybierzesz (powietrze, ziemia, woda), **pompa WOLF** zadba o komfort ciepły w Twoim domu.

Cicha praca urządzenia, czynniki chłodnicze **przyjazne środowisku, kompaktowość i elegancja**, a przede wszystkim **niezawodność** – to gwarancja Twojego spokoju.



Układy hybrydowe w ogrzewaniu budynków

Współpraca sieci ciepłowniczych z pompami ciepła

W inteligentnych budynkach ważnym aspektem są i będą technologie ogrzewania oraz przygotowania c.w.u. Zapowiadana elektryfikacja ogrzewania budynków i stosowanie hybrydowych systemów ogrzewania mogą być realizowane na różne sposoby. Na rynku europejskim dostępne są i znane hybrydowe pompy ciepła współpracujące z gazowymi kotłami kondensacyjnymi, łączone w celu optymalizacji kosztów eksploatacyjnych. W Szwecji od wielu lat łączy się pompy ciepła z systemem ciepłowniczym. Produkcja ciepła powiązana z zapotrzebowaniem i podażą energii elektrycznej i ciepła sieciowego będzie nabierać coraz większego znaczenia w krajach, w których rozwinięte są sieci ciepłownicze. Te dwa rozwiązania są względem siebie konkurencyjne, ale znaleźć też można obszary, w których mogą się wspomagać i uzupełniać. Poszukuje się także zastosowań dla pomp ciepła korzystających z ciepła odpadowego.

Pomimo coraz lepszych izolacji termicznych w termomodernizowanych budynkach i mniejszych strat ciepła na potrzeby wentylacji koszty ogrzewania są nadal istotną pozycją w budżetach domowych i wydatkach w budynkach użyteczności publicznej. Z tego powodu wybierane są rozwiązania hybrydowe o wyższych kosztach inwestycyjnych, ale pozwalające na niższe koszty eksploatacyjne i ich kształtowanie w zależności od cen nośników energii – gazu, energii elektrycznej i ciepła sieciowego. Zwłaszcza ceny energii elektrycznej będą zmienne w różnych porach roku, dniach i godzinach z uwagi na docelowe przejście energetyki na odnawialne źródła energii.

O ile w nowych budynkach można w dużym zakresie zaprojektować energooszczędne i tanie w eksploatacji ogrzewanie i chłodzenie, o tyle w budynkach istniejących możliwości nie są tak szerokie. Polskie miasta oraz m.in. Dania, Szwecja czy wschodnie Niemcy dysponują rozwiniętymi sieciami ciepłowniczymi, które mają spory potencjał współpracy z innymi źródłami ciepła – kotłami gazowymi i urządzeniami zasilanymi energią elektryczną, tj. pompami ciepła. Sieci ciepłownicze przechodziły już trzy duże zmiany i czekają je kolejne. Początki sieci w XX wieku to układy zasilane parą, druga generacja to układy zasilane wodą pod

ciśnieniem o temperaturze ponad 100°C, a trzecia – zasilane wodą pod ciśnieniem o temperaturze poniżej 100°C. Aby ciepłownictwo mogło sprostać aktualnym wymagom dotyczącym sprawności wytwarzania ciepła i jego przesyłu, konieczne jest poszukiwanie nowych rozwiązań nie tylko w zakresie temperatur zasilania, ale i jego struktury oraz różnorodności źródeł ciepła. Zmierać ono będzie w kierunku rozwiązań hybrydowych i połączeń z innymi systemami komunalnymi, z których można czerpać energię i ciepło odpadowe – z systemem kanalizacyjnym, gazowniczym oraz utylizacji odpadów komunalnych. W rozwiązaniach tych będzie rola energii ze źródeł odnawialnych – z fotowoltaiki, kolektorów słonecznych i geotermii, a także ciepła odpadowego z procesów przemysłowych. W takiej sieci ciepłowniczej woda zasilająca będzie mieć temperaturę poniżej 70°C. Zmieni się też filozofia działania sieci – punktem wyjścia będzie konsument, a nie centralne źródło ciepła [2].

Za dwie–trzy dekady spodziewana jest kolejna generacja ciepłownictwa i przejście na zasilanie poniżej 50°C. Po Fali renowacji budynki mają mieć na tyle niskie zapotrzebowanie na ciepło, że powinny je pokryć niskotemperaturowe systemy niskoemisyjne i bezemisyjne zasilane głównie energią odnawialną, w tym

wodorem z nadwyżek okresowych energii elektrycznej z OZE. Będzie to zdecentralizowana produkcja ciepła z magazynami energii w celu optymalizacji korzystania z energii odnawialnej. System będzie się opierał na zbiorze osiedli i kwartałów, a nie jak obecnie na centralnych źródłach ciepła [2].

Krajem, w którym od wielu lat podejmowane są działania na rzecz dostosowywania sieci ciepłowniczych do nowych zadań, jest Szwecja. Połowę zapotrzebowania na ciepło pokrywa w niej ciepłownictwo komunalne, 33% – pompy ciepła i ogrzewanie elektryczne, na trzecim miejscu są kotły na biopaliwa, a inne technologie mają mały udział w rynku. W budynkach użyteczności publicznej i wielorodzinnych dominuje ciepłownictwo sieciowe, a w domach jednorodzinnych pompy ciepła. Szwecja wyróżnia się bardzo dobrze rozwiniętym komunalnym ciepłownictwem sieciowym oraz dużym udziałem pomp ciepła w ogrzewaniu domów. Jest też prekursorem w zastosowaniu pomp ciepła współpracujących z sieciami ciepłowniczymi i korzystających z ciepła odpadowego. Urządzenia te dostarczają blisko 10% ciepła w sieciach ciepłowniczych w skali kraju.

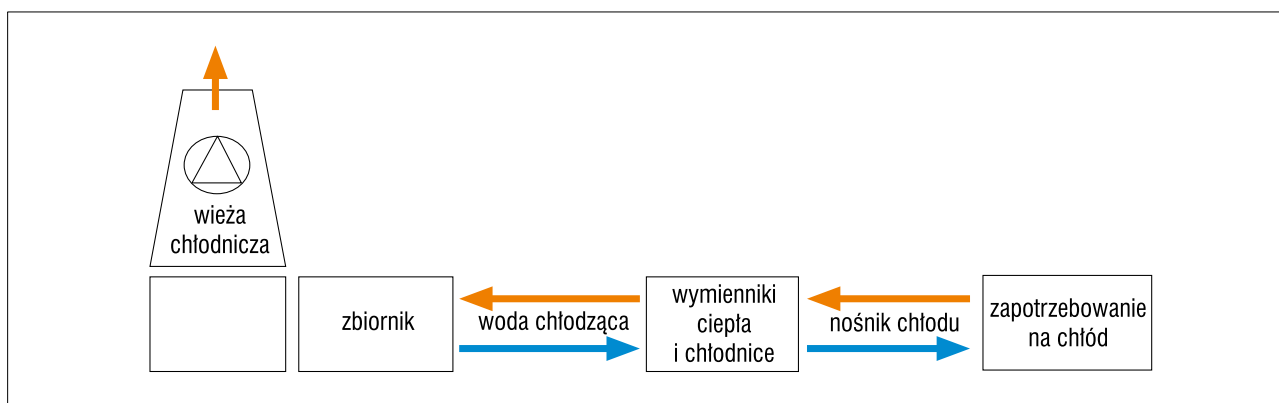
Markus Lindahl w artykule pt. *Nowe sposoby łączenia pomp ciepła i ciepłownictwa* [1] opisuje ciekawe wnioski z projektu badawczego dotyczącego zastosowania pomp ciepła w ciepłownictwie i przemyśle. Projekt zlecony został przez Szwedzką Agencję Energii, trwał 3 lata i zakończył się w 2018 roku. Jego głównym celem było zbadanie nowych połączeń pomp ciepła z systemami ciepłowniczymi w przemyśle oraz w domach zasilanych z sieci ciepłowniczej niskotemperaturowej, w których pompy ciepła są wykorzystywane jako okresowe, tańsze źródła ciepła i do przygotowywania c.w.u. W projekcie brały udział

RISE Research Institutes of Sweden, producenci pomp ciepła: Nibe, Bosch Thermoteknik i Thermia, a także przedsiębiorstwo ciepłownicze Borås Energy and Environment oraz firma Volvo Cars.

Pompy ciepła a ciepło odpadowe w przemyśle i z sieci ciepłowniczej

W części projektu [1] dotyczącej zastosowania pomp ciepła w przemyśle w zakładach produkcyjnych Volvo Cars w Göteborgu prowadzono badania dotyczące odzysku ciepła z procesowej wody chłodzącej. Ciepło odpadowe jest pozyskiwane w zakładzie przez pompy ciepła na potrzeby ogrzewania budynku biurowego i części zakładu, w której prowadzi się testy i badania pojazdów. W okresach niedużego zapotrzebowania na ciepło pokrywają je w pełni pompy ciepła z energii odpadowej, a przez część sezonu grzewczego z wysokim zapotrzebowaniem ciepło jest pobierane także z sieci ciepłowniczej. Energia z ciepła odpadowego jest też wykorzystywana do przygotowania przez pompy ciepła dla instalacji c.w.u. Woda z procesów chłodzenia w instalacjach technologicznych ma temperaturę aż 25°C i pompy ciepła osiągają dzięki temu bardzo wysoki COP, a ich współczynnik wydajności sezonowej (SPF) wynosi aż 5,2. Zainstalowane w 2011 roku w zakładzie dwie pompy dostarczają 43% ciepła zużywanego na potrzeby c.o. i c.w.u.

W zakładzie Volvo woda powrotna z instalacji grzewczej jest najpierw podgrzewana przez PC, a następnie trafia do węzła i dogrzewana jest ciepłem z sieci ciepłowniczej. W sezonie grzewczym pompa ciepła jest źródłem podstawowym, a węzeł szczytowym. Latem pompy ciepła są wyłączane, a całe ciepło jest czerpane z sieci z uwagi na jego niskie ceny poza



Rys. 1. Schemat systemu chłodzenia w zakładach Volvo Cars

Źródło: Volvo Cars za [1]

sezonem grzewczym. Ponadto brane są pod uwagę kwestie ekologiczne – energia cieplna w sieci latem jest wytwarzana głównie z termicznego przetwarzania odpadów oraz z ciepła odpadowego. Źródła te mają znaczny udział w produkcji ciepła w szwedzkich systemach komunalnych, w których dąży się do tworzenia łańcucha energetycznego na poziomie komunalnym w celu energetycznego wykorzystania m.in. ciepła ze ścieków, biogazu ze ścieków, energii ze spalania osadów ściekowych, energii z utylizacji odpadów komunalnych oraz ciepła odpadowego z przemysłu.

Badania w Volvo Cars opisywane wskazują, że najkorzystniejsze energetycznie byłoby łączenie pomp ciepła i sieci ciepłowniczej w układzie równoległym zamiast szeregowym. Połączenie równoległe daje wyższy współczynnik COP dla pompy ciepła i niższą temperaturę wody powrotnej trafiającej do sieci. Takie rozwiązanie wymaga jednak rozbudowanej strategii sterowania i jest trudniejsze w eksploatacji w porównaniu z połączeniem szeregowym.

Pompy ciepła a ciepłownictwo w budynkach – układy hybrydowe

W ramach projektu zleconego przez Szwedzką Agencję Energii badano także sposoby połączeń pomp ciepła z siecią ciepłowniczą w celu dostarczenia ciepła do c.o. i przygotowania c.w.u. w budynkach użyteczności publicznej i mieszkalnych. Wiele budynków, w których są pompy ciepła, ma także wcześniejsze przyłącza do sieci ciepłowniczej, która była początkowo głównym źródłem ciepła, a obecnie węzeł stanowi nieraz źródło szczytowe. Jednak dla właścicieli budynków kluczowa jest kwestia łatwego, skutecznego wyboru źródła ciepła w zależności od jego ceny w danej chwili. Z kolei dla ogółu społeczeństwa istotne jest, czy energia ta pochodzi ze źródeł emisyjnych, czy bezemisyjnych i odnawialnych – czyli w jakim stopniu obciąża środowisko.

W ramach projektu opisywanego przez M. Lindahla [1] opracowano algorytm obliczający godzinowy koszt ciepła w budynku w zależności od zmieniających się w danej chwili cen energii elektrycznej i ciepła u dostawców oraz aktualnych warunków pracy instalacji. Najniższy koszt godzinowy jest podstawą do wyboru w danym momencie źródła zasilania instalacji ogrzewania i c.w.u. Testy tego algorytmu w warunkach rze-

czywistych przeprowadzono w domu wielorodzinnym w Linköping korzystającym z ciepła z sieci ciepłowniczej i pompy ciepła z dolnym źródłem ciepła, którym jest wywiewane powietrze wentylacyjne. Algorytm wybiera pompę ciepła jesienią, zimą i wiosną, a ciepło z sieci ciepłowniczej latem z powodu jego niskich cen poza okresem grzewczym – dokonuje wyboru źródła na podstawie najniższego kosztu zmiennego dla badanego domu. Pompa ciepła nie jest w stanie pokryć całkowitego zapotrzebowania na ciepło budynku przez większą część roku i budynek wymaga także ciepła z sieci ciepłowniczej. Zastosowane w tym budynku rozwiązanie z badanym algorytmem umożliwia optymalizację wyboru źródła dla 60% jego udziału w całkowitym zużyciu ciepła na potrzeby instalacji c.o. Pozostałe 40% stanowi energia cieplna z sieci, gdy węzeł cieplny jest źródłem szczytowym. W przypadku zapotrzebowania na ciepło dla przygotowania c.w.u. optymalizacja dotyczy 38% zużycia. Łącznie dla całego zapotrzebowania na c.o. i c.w.u. ok. 56% zużycia podlega optymalizacji cenowej. Zespół prowadzący badania policzył koszty zwrotu inwestycji w hybrydową pompę ciepła potrafiącą współpracować z siecią cieplną. Taka pompa jest droższa od zwykłej, ale zwraca się w tym samym czasie dzięki niższym kosztom eksploatacji.

W trakcie badań [1] sporo uwagi poświęcono kwestiom przygotowania c.w.u. z wykorzystaniem ciepła z niskotemperaturowych sieci ciepłych oraz pomp ciepła. Niskie parametry sieci ciepłowniczej to mniejsze straty na przesyle oraz możliwość wykorzystania wody powrotnej przez pompy ciepła do przygotowania c.w.u. Co więcej, temperatura wody na powrocie z węzła do sieci w niskoenergetycznych budynkach z niskotemperaturowymi instalacjami c.o. jest często nadal na tyle wysoka, że wciąż nadaje się do ogrzewania pomieszczeń. Jednak nie na tyle wysoka, aby można ją było wykorzystać do przygotowania ciepłej wody użytkowej i jest to zadanie dla pomp ciepła – podnoszenie temperatury u odbiorcy na potrzeby c.w.u.

Zlecenie Szwedzkiej Agencji Energii w ramach projektu [1] obejmowało także badania, jak projektować układy pomp ciepła zasilane powrotną wodą w sieci cieplnej w celu przygotowania c.w.u. Dolne źródła dla pomp ciepła bywają zmienne (np. powietrze,



ergolid



BORYSZEW
ERG



ERGOLID EKO PŁYN DO INSTALACJI

na bazie nieszkodliwego i biodegradowalnego glikolu propylenowego

JAKOŚĆ
TRADYCJA
DOŚWIADCZENIE

- instalacje chłodnicze i grzewcze
- instalacje klimatyzacyjne
- instalacje solarne
- pompy ciepła

Zabezpiecza przed korozją, zapobiega osadzaniu się kamienia kotłowego, chroni układ przed rozwojem życia biologicznego, umożliwia bezawaryjną eksploatację instalacji.

Boryszew S.A
Oddział Boryszew ERG w Sochaczewie

www.boryszewerg.com.pl

tel. 46 863 02 01
ergolid@boryszewerg.com.pl

www.ergolid.pl

wody powierzchniowe, płytki grunt), tak samo jak temperatury wody powrotnej w sieci ciepłowniczej. Z badań wynika, że optymalnym rozwiązaniem dla stabilizacji temperatury wody powrotnej byłoby ogrzewanie podłogowe. Ale jest to możliwe tylko w nowych domach, gdyż istniejące stare budynki wielorodzinne mają grzejniki. Z uwagi na wyższe koszty instalacji ogrzewania podłogowego, aby rozwiązanie to było atrakcyjne ekonomiczne w porównaniu do grzejników, konieczne jest wprowadzenie osobnych niskich taryf za ciepło z wody powrotnej. Kolejna przeszkoda to konieczność montażu w niektórych budynkach zasobników c.w.u., gdyż bez nich konieczna jest wysoka

moc pomp ciepła, a to z kolei może kolidować ze szwedzkimi przepisami budowlanymi.

Opracował **Waldemar Joniec**

Literatura

1. Lindahl Markus, *New ways of combining Heat Pumps and District Heating*, „Heat Pumping Technologies Magazine” 3, 2018, <https://doi.org/10.23697/tcy3-jt45> (dostęp: 3.12.2020).
2. Jaworski Jakub, *Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze i analiza polskich systemów ciepłowniczych zasilanych z elektrociepłowni*, materiały XXX Konferencji z cyklu „Zagadnienie surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej”, Zakopane, 9–12.10.2016, https://se.min-pan.krakow.pl/pelne_teksty30/k30_mk_z/k30mk_jaworski_z.pdf (dostęp: 3.12.2020).

Pompy ciepła w epoce smart

Przed branżą instalacyjną stoją coraz większe wyzwania – dziś nie chodzi już tylko o higienę i ciepło w budynkach. Oczekujemy życia na bardzo wysokim poziomie, a ten umożliwia nie gromada służby, ale technologia inteligentnych budynków, instalacji i sieci. Co więcej, technologia ta nie służy tylko najbogatszym i elitom, ale jest dostępna powszechnie. Na co zatem powinna branża instalacyjna zwracać uwagę w kolejnych dekadach, w których ma się dokonać całkowita transformacja ogrzewania, wentylacji i chłodzenia budynków?

Epidemia koronawirusa uświadomiła chyba wszystkim, że warto ufać naukowcom i brać ich słowa na poważnie. Nikt publicznie nie neguje ich badań i rad. Od lat informują m.in. o wpływie działalności człowieka na zmiany klimatu, ale głosy te są mniej lub bardziej ignorowane. Jedną z dróg zmierzających do dekarbonizacji jest oparcie ogrzewania i chłodzenia budynków na energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych.

Rozwój fotowoltaiki zupełnie zmienił spojrzenie na ogrzewanie i chłodzenie, tym samym urządzenia zasilane elektrycznie wysuwają się przed biomasę, a gaz ma być jedynie paliwem przejściowym. Nie jest to kwestia przyszłości, to dzieje się tu i teraz – wystarczy przyjrzeć się wymaganiom dla budynków, obowiązującym od 2014 roku i stopniowo zwiększanym, w zakresie energii pierwotnej. Bez udziału OZE w ogrzewaniu i chłodzeniu nie mamy szans niczego zbudować w zgodzie z prawem. Pompy ciepła, choć nie odgrywają jeszcze tak dużej roli w projektach modernizacyjnych, mają w nowych budynkach coraz większy udział.

Tempo zmian rośnie wraz z rozwojem technologii cyfrowych wykorzystywanych do sterowania urządzeniami i instalacjami oraz zarządzania budynkiem. Wyższe przepustowości sieci internetowej jeszcze ten proces przyspieszą. Z kolei rozproszona produkcja energii elektrycznej z instalacji PV już nabiera w wielu krajach dużego znaczenia przy zasilaniu urządzeń grzewczych i chłodzących.

Pompy ciepła mają ten atut, że mogą być wykorzystywane nie tylko w domach jednorodzinnych, ale też w dużych budynkach, i dobrze współpracują z siecią energetyczną. Kolejną ich cechą jest dobra praca w układach hybrydowych z urządzeniami gazowymi

i na pelety oraz z systemem ciepłowniczym, co jest i będzie wykorzystywane w okresie przechodzenia na całkowitą dekarbonizację. Jeszcze jednym atutem jest dobra współpraca z urządzeniami CHP – czyli skojarzonym wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła.

Integracja = smart?

Specjaliści z niemieckiego Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme wskazują, że zmiany te wymagają zastosowania systemów zarządzania energią, tym lepszych, im bardziej złożony jest układ. System fotowoltaiczny często wytwarza więcej energii elektrycznej, niż jest to konieczne, ale robi to w ciągu dnia, a energii potrzebujemy też wtedy, gdy nie świeci słońce. Zatem system powinien koordynować pracę urządzeń wytwarzających energię elektryczną z jej odbiornikami oraz magazynowaniem.

Urządzenia grzewcze i chłodzące muszą być odpowiednio podłączone do sieci, zarówno energetycznej, jak i informatycznej. Pompy ciepła wymagają cyfrowej sieci do komunikacji i sterowania na trzech poziomach. Pierwszym jest komunikacja wewnątrz budynku z jednostkami sterującymi i innymi źródłami energii lub jednostkami magazynującymi energię. Drugi to komunikacja w obrębie osiedli i dzielnic oraz rejonów w celu zrównoważania lokalnych wahań zapotrzebowania na energię odnawialną i jej produkcji. Trzeci poziom to współpraca z inteligentną siecią energetyczną (smart grid) do rozładowania szczytowych obciążeń i integracji źródeł odnawialnych wytwarzających energię elektryczną.

Technologia i narzędzia na poziomie smart home znane są od lat i mają coraz bardziej przystępne ceny. Mieszkańcy mogą sterować ogrzewaniem nawet zdalnie za pomocą smartfona lub tabletu. Nie ma

jednak jednej technologii czy standardu. Producenci pomp ciepła używają różnych technologii i protokołów sieciowych – np. przewodowych LAN, TCP/IP, eBus, Modbus czy bezprzewodowych WLAN i EnOcean. W branży grzewczej najbardziej rozpowszechniony jest system magistrali eBus.

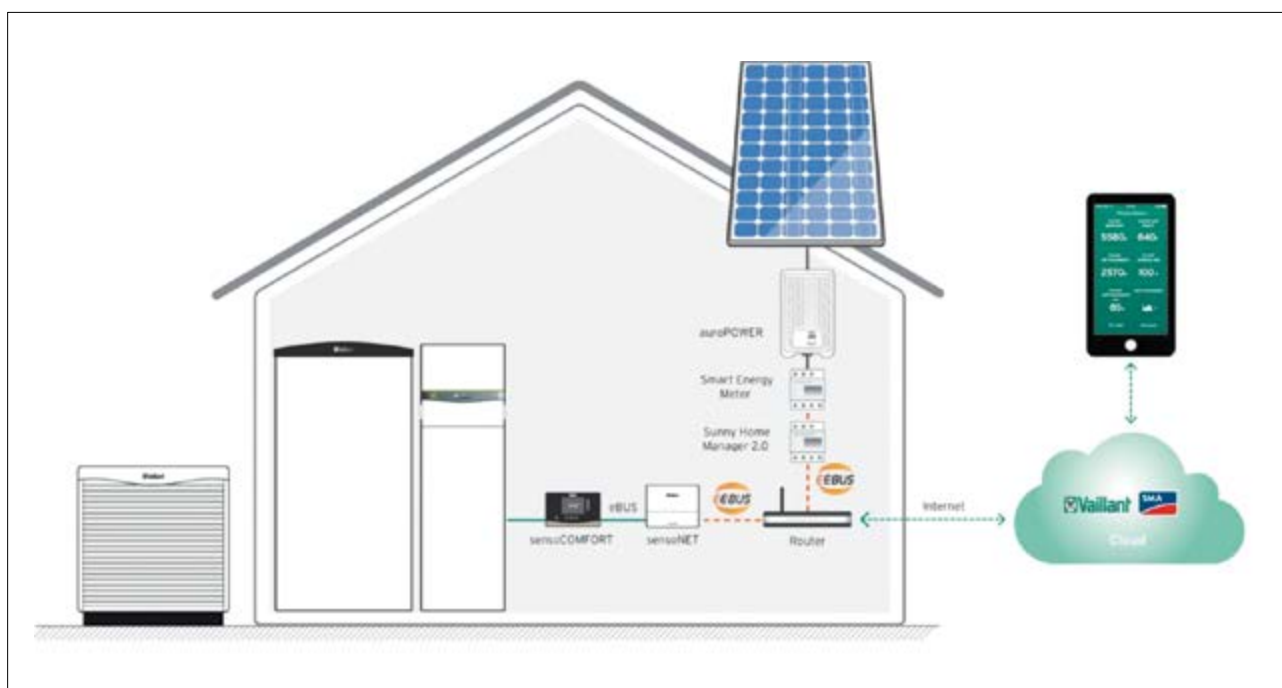
Pod hasłem smart home kryje się często tylko automatyczna kontrola ogrzewania i praktycznie każde rozwiązanie „inteligentnego domu” umożliwi optymalizację zużycia ciepła dzięki wprowadzeniu harmonogramów pracy i czujników temperatury. Nie ma to jednak wiele wspólnego z inteligentnym systemem, który będzie się uczył i potrafił współpracować z innymi układami. Ogrzewanie jest przeważnie traktowane jako działanie wyizolowane, dla którego wystarczy automatyczne otwieranie i zamykanie zaworów oraz włączanie i wyłączenie kotła lub pompy ciepła zgodnie z zadanym harmonogramem i temperaturą pokojową.

Przykładem rozwiązania o wyższym poziomie zaawansowania technicznego i informatycznego, oferowanego przez producenta urządzeń grzewczych, jest np. moduł komunikacji internetowej VR 920 firmy Vaillant. Zapewnia szybki dostęp do parametrów instalacji, zdalną możliwość zmiany ustawień, szybką diagnostykę stanu systemu i usunięcie awarii przez serwis oraz wysoki komfort w budynku i wygodę użytkownika. Do jego użytkowania konieczna jest

sieć LAN lub Wi-Fi. Kontrolę nad instalacją grzewczą zapewniają: 1. multiMATIC App – bezpłatna aplikacja mobilna przeznaczona do współpracy z regulatorem multiMATIC VRC 700, 2. mobilDIALOG – strona internetowa dla użytkowników systemów grzewczych wyposażonych w regulator inny niż multiMATIC VRC 700 (w tym przypadku Vaillant gwarantuje darmowy dostęp do strony) oraz 3. profiDIALOG – strona internetowa przeznaczona dla serwisantów i instalatorów opiekujących się urządzeniem grzewczym. Użytkownik może na bieżąco śledzić stan instalacji, zdalnie zmieniać ustawienia, wybierać dogodną temperaturę i tym samym panować nad rachunkami za ogrzewanie. Z kolei łatwa diagnostyka stanu systemu z poziomu profiDIALOG ułatwia trafne i szybkie wykrycie ewentualnych awarii.

PV + PC = 0 CO₂?

Rozwój fotowoltaiki powoduje pilną konieczność optymalizacji pracy obu instalacji – elektrycznej i grzewczej. Energia elektryczna i ciepło z OZE oraz ich magazynowanie, a także e-mobilność i inteligentne sieci energetyczne mają być narzędziami służącymi do wyeliminowania emisji gazów cieplarnianych. Połączenie tego wymaga jednak zaawansowanych narzędzi i aplikacji. Na przykład EEBUS firmy Vaillant to narzędzie do zarządzania energią z fotowoltaiką



Schemat ideowy systemu EEBUS w nowym budynku

Rys. Vaillant

i pompami ciepła (**rys.**). Jego zadaniem jest m.in. jak najniższe zużycie własnej wytwarzanej energii, oczywiście uzasadnione ekonomicznie i nawet ekologicznie, tak aby koszty energii elektrycznej i ciepła oraz emisja CO₂ były na jak najniższym poziomie.

Do prac nad tą technologią włączyli się m.in.: Bosch, E.ON i Stowarzyszenie Przemysłu Motoryzacyjnego (VDA). System nie jest skomplikowany, lecz wydajny. Składa się z pomp ciepła, buforów ciepła, elementów zarządzających (kontrolerów, aplikacji i modułów internetowych), instalacji PV z falownikiem i licznikiem energii oraz aplikacji Sunny Home Manager. Aplikacja wie, jakie będzie promieniowanie słoneczne przez następnych kilka godzin dzięki aktualnym prognozom pogodowym z sieci. Jeśli dostępna jest wystarczająca ilość energii, pompa ciepła wykorzystuje energię elektryczną z własnej instalacji PV. Do wyboru strategii ogrzewania i przygotowania ciepłej wody służą aplikacje sensoAPP lub multiMATIC i gdy zachodzi potrzeba, pompa ciepła może ładować zasobnik ciepłej wody poza określonym przedziałem czasu. Wytwarzana w ten sposób energia elektryczna z instalacji PV jest magazynowana i zbiornik ciepłej wody nie musi być ładowany w późniejszym okresie oraz może długo zapewniać c.w.u. i wspierać c.o. bez zużywania zarówno własnej energii elektrycznej w okresach jej deficytu, jak i energii z sieci. Co więcej, system zarządzania energią zapamiętuje informacje o typowych szczytach zużycia energii w domu, dzięki czemu może zwiększyć zużycie energii własnej wytworzonej przez instalację PV, np. uruchamiając pralkę lub zmywarkę wtedy, gdy energii z PV jest wystarczająca ilość (w dzień, a nie w nocy), żeby nie korzystać z energii z sieci. Działania te skutkują nie tylko oszczędnością wydatków na energię, ale, co bardzo ważne, redukcją emisji CO₂, którą obciążona jest nadal produkcja energii elektrycznej w systemie energetycznym. Aplikacje sensoAPP lub multiMATIC mają też funkcję EnergyOptimizer, która pozwala na maksymalne ograniczenie emisji i maksymalizację zużycia własnej energii elektrycznej. Dostępnych jest też wiele trybów dla c.o. przygotowania c.w.u. – np. automatyczny, eko, comfort.

Z kolei funkcja EnergyMonitoring daje możliwość monitorowania produkcji energii słonecznej i uzyskiwanych wyników. Można analizować następujące

parametry: bieżąca produkcja instalacji PV [W], wydajność na dzień, tydzień, miesiąc, rok [kWh], bieżące zasilanie sieciowe [W], zasilanie sieciowe na dzień, tydzień, miesiąc, rok [kWh], bieżące zużycie własne [W], zużycie własne na dzień, tydzień, miesiąc, rok [kWh], wskaźnik samowystarczalności [%], aktualny wskaźnik zużycia własnego [%], szczytowe obciążenie [kWp] oraz ograniczenie zasilania [%].

BIG SMART = ∞ problemów do rozwiązania

Na poziomie smart building różnorodność technologii może komplikować spięcie wszystkich urządzeń, nie tylko grzewczych, w jeden inteligentny system automatyki budynku, a tym bardziej wielu budynków czy osiedli. Z tego powodu stosuje się dodatkowe moduły, gdyż powiązanie urządzenia tylko z jednym systemem ogranicza jego zastosowanie. Moduły te są oparte na otwartych protokołach stosowanych m.in. w przemyśle. A to daje szerokie możliwości automatyce budynku – nie tylko zdalnego sterowania i monitorowania pracy urządzenia, ale przede wszystkim jego interakcji z otoczeniem i innymi urządzeniami. O ile w przypadku nowych budynków obowiązują wymagania prawne dotyczące konieczności prowadzenia kablowych instalacji informatycznych, w budynkach modernizowanych sięga się często po technologie bezprzewodowe. Są one też wykorzystywane w budynkach jednorodzinnych. Przewagą łączności przewodowej jest mniejsza podatność na zakłócenia, co może się zdarzyć w większych budynkach z rozbudowaną automatyką budynkową, w której pracuje wiele urządzeń klimatyzacyjnych czy wentylacyjnych i grzewczych.

Urządzenia grzewcze i chłodzące – zwłaszcza pompy ciepła – mają być elementem smart grid. Już teraz pompy ciepła wyposaża się w elementy, które pozwolą im stać się w przyszłości integralną częścią inteligentnej sieci energetycznej. To one będą w stanie przejąć z sieci znaczne ilości energii i zakumulować ją jako ciepło lub chłód w buforach lub w masie budynków (instalacje płaszczyznowe). Niektórzy producenci już wyposażają wszystkie obecnie produkowane pompy ciepła w funkcje, które pozwolą im stać się częścią inteligentnej sieci. Ale same pompy nie wystarczą – potrzebne są jeszcze inteligentne instalacje grzewcze, wentylacyjne i chłodzące wraz z całą gamą elemen-

tów peryferyjnych – pomiarowych i wykonawczych, tj. czujek i siłowników. Spięcie tego w jeden system, automatyzacja, sterowanie i kontrolowanie to bardzo złożony proces i jedno z największych wyzwań dla instalatorów i projektantów branży HVAC.

Branża będzie zatem potrzebować fachowców od projektowania i montażu takich systemów oraz ich serwisowania. Stały nadzór nad pracą urządzeń HVAC i ich serwis nabiorą jeszcze większego znaczenia niż obecnie. Nie będzie to już nadzór nad gazowym kotłem żeliwnym, do którego wystarczy zajrzeć raz czy dwa razy w roku, ale stały monitoring i bieżące reagowanie. Tu niczego nie da się ukryć i niczego nie można zignorować – wszystko widać jak na dłoni, a ściślej jak na ekranie komputera, i to jednocześnie u użytkownika, producenta i serwisanta. Przed prawodawcą staje zatem bardzo ważny problem – uregulowania kwestii ochrony danych osobowych oraz ochrony tych systemów przed wrogim działaniem.

Już dzisiaj na polskim rynku brakuje fachowców od montażu pomp ciepła i systemów PV. Włączenie się państwa do rozwiązania tego problemu jest konieczne. Braków nie zastąpimy fachowcami z zagranicy, gdyż wymagana jest tu nie tylko wiedza, ale też poświadczenie kompetencji i certyfikaty, istotna jest również kwestia zaufania społecznego do fachowców zapewniających komfort w domach i miejscach pracy.

Waldemar Joniec

Literatura

1. <https://www.haustec.de/heizung/waermenutzung/smartes-heizen-das-leisten-vernetzte-heizungssysteme?page=all#image-18868> (dostęp: 10.04.2020).
2. <https://www.ikz.de/detail/news/detail/wie-knoten-in-einem-netz/> (dostęp: 10.04.2020).
3. <https://www.vaillant.de/heizung/produkte/vernetzte-systeme/eebus/> (dostęp: 10.04.2020).
4. <https://www.vaillant.pl/klienci-indywidualni/produkty-i-systemy/vr-920-32768.html> (dostęp: 10.04.2020).

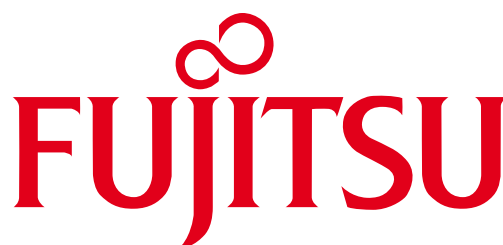
KATALOG FIRM


KLIMA-THERM/KAISAI

ul. Ostrobramska 101A, 04-026 Warszawa
tel. (22) 465 65 85, tel. 661 911 056
handlowy@kaisai.com, www.kaisai.com



KLIMA-THERM – Generalny Dystrybutor
pomp ciepła FUJITSU Waterstage
ul. Ostrobramska 101A, 04-041 Warszawa
tel. (22) 517 36 00
Punkty sprzedaży detalicznej:
<http://www.pompy-ciepla-fujitsu.pl/>


LG ELECTRONICS POLSKA SP. Z O. O

Wołoska 22, 02-675 Warszawa
infolinia: 801 005 154
www: <https://www.lg.com/pl>


MARKETING ELEKTRONIKA S.A.

www.elektronika-sa.com.pl



samsung.com/climatehub


WOLF TECHNIKA GRZEWcza SP. Z O.O.

ul. Sokołowska 36, Sokołów
05-806 Komorów
wolf@wolf-polska.pl, www.wolf.eu



Tu może znaleźć się Twój wpis w Katalogu firm