



Poradnik

POMPY CIEPŁA 2023

**Ekologiczne i tanie ogrzewanie
oraz ciepła woda**

Spis treści

Rynek pomp ciepła i jego perspektywy
Rozmowa z Pawłem Lachmanem, prezesem zarządu PORT PC 4
Ekologiczne pompy ciepła LG z 5-letnią gwarancją i opieką serwisową 12
Budynki jednorodzinne w standardzie zeroemisyjnym – ZEB. 16
Na co zwracać uwagę, wybierając pompę ciepła? 22
Rządowe dotacje do pomp ciepła 26
Co decyduje o wyborze pompy ciepła jako źródła ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (CWU)? . 30
Pompy ciepła i rekuperacja – nowy standard w domach od deweloperów?. 36
Wygoda, na którą zasługujesz – pompy ciepła Heiko 42
Pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych 46
Monoblok FHA – nowa pompa ciepła w ofercie WOLF 52
Czynniki chłodnicze dla pomp ciepła. 56
Pompa ciepła Gree All in One – idealna dla domów jednorodzinnych 62
Praktyczne zalecenia dotyczące projektowania i montażu pomp ciepła 66
Pompy ciepła – separacja zanieczyszczeń. Rozwiązania Caleffi Hydronic Solutions 72
Błędy montażowe w instalacjach z pompami ciepła 78
Jak obniżyć hałas od pompy ciepła? 88
Jak wybrać pompę ciepła do domu? 96
Analiza energetyczna zastosowania pompy ciepła solanka/woda w budynku wielorodzinnym
z trzema wariantami systemów instalacyjnych 102
Para bez gazu, czyli wysokotemperaturowe pompy ciepła 110
Centralny Rejestr Operatorów a fluorowane gazy cieplarniane. 112
Nowe typowe lata meteorologiczne dla Polski 118
Katalog firm. 126

Redakcja

Adres redakcji
ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 512 60 75
e-mail: redakcja@rynekinstalacyjny.pl
www.rynekinstalacyjny.pl

Redakcja: Agata Nowicka, anowicka@rynekinstalacyjny.pl
Reklama: Marta Dzierżawa, mdzierzawa@medium.media.pl
Monika Piekut, mpiekut@medium.media.pl
Wydawca: Grupa MEDIUM Sp. z o.o. Sp.k.
www.medium.media.pl



W publikacji wykorzystano materiały opublikowane wcześniej w miesięczniku „Rynek Instalacyjny” i portalu rynekinstalacyjny.pl

Partnerzy publikacji



Grupa MEDIUM 30 lat

polski wydawca czasopism
z 30-letnim doświadczeniem

promocja



Rynek pomp ciepła i jego perspektywy

Rozmowa z Pawłem Lachmanem,
prezesem zarządu PORT PC

Pompy ciepła cieszą się na tyle dużym popytem, że trzeba na nie czekać.

Pompy ciepła zaczynają dominować na rynku urządzeń grzewczych zarówno w całej Europie, jak i w Polsce. Ich udział w programie „Czyste Powietrze” wyniósł w grudniu 2022 roku ok. 63%. Sytuacja jest dynamiczna i Komisja Europejska stawia na duże przyspieszenie stosowania pomp ciepła w UE. Niemcy bardzo gwałtownie odchodzą od korzystania z kotłów na paliwa kopalne – gaz i olej. Według zapowiedzi Komisji Europejskiej w tym półroczu do wymogów ekoprojektu dla urządzeń grzewczych centralnego ogrzewania wodnego ma zostać wprowadzony zapis zakazujący sprzedaży i montażu urządzeń korzystających z paliw kopalnych i stanowiących samodzielne układy. Będą one mogły być wprowadzane na rynek tylko w ramach układów hybrydowych z pompami ciepła. Dotyczy to kotłów gazowych, olejowych, węglowych, a nawet elektrycznych. Ważna będzie efektywność tych układów hybrydowych, o współczynniku η_s prawdopodobnie przekraczającym 110% – pod takim warunkiem będą mogły być one sprzedawane od 2029 r. Nie zostanie oczywiście wprowadzony zakaz stosowania urządzeń już działających, ale układy hybrydowe trzeba będzie stosować także w budynkach istniejących, w których wymieniane będzie źródło ciepła.

Zatem jeśli kocioł gazowy się zepsuje, nie będzie można wstawić nowego, tylko układ hybrydowy, który jest formalnie jednym produktem?

Tak, to będzie produkt mający jeden numer katalogowy i nie można będzie kupić oddzielnie pompy ciepła i kotła. W pracy takich układów udział kotła gazowego ma stanowić tylko kilka procent, jak w przypadku źródła szczytowego, a pompy ciepła – ponad 90%. Dużym wyzwaniem, nad którym pracuje większość producentów w Europie, są w tej sytuacji budynki wielorodzinne oraz układy c.o. i c.w.u. zasilane wcześniej kotłami dwufunkcyjnymi. W tym roku wystartował duży niemiecki projekt badawczo-rozwojowy dotyczący zamiany kotłów dwufunkcyjnych na pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych.

Ale kotły są dostępne, a pomp ciepła brakuje...

Światowi producenci pomp informują o planach zwiększenia produkcji. Komisja Europejska oczekuje, że będzie to co najmniej dwukrotny wzrost w ciągu najbliższych 5 lat. Jednak **moim zdaniem podwojenie produkcji nastąpi już w 2-3 lata – opieram się na informacjach na temat inwestycji firm w nowe linie produkcyjne i fabryki. Prawdopodobnie już w 2025 r. produkowanych będzie więcej pomp ciepła niż kotłów gazowych.** Co ważne, chodzi o produkcję w Europie nie tylko firm europejskich, ale również tych z Dalekiego Wschodu, czyli koreańskich, japońskich czy chińskich – zarówno pomp ciepła, jak i komponentów do nich. Jeszcze kilka lat temu większość firm europejskich budowała fabryki w Chinach, żeby zmniejszyć koszty produkcji. Obecnie firmy z tamtego regionu przenoszą produkcję, również komponentów, do Europy, skracając łańcuchy dostaw. Produkując 400–500 tys. urządzeń w jednym miejscu, można obniżyć koszty produkcji nawet o 40–50%. To nowe i zarazem ogromne wyzwanie dla firm polskich i europejskich – żeby produkcję znacząco zwiększyć i zautomatyzować.

Czyli możemy liczyć na niższe ceny urządzeń?

Tak, ale nie od razu. W Polsce ceny zależą m.in. od kosztów kwalifikowanych w programie „Czyste Powietrze”. Spodziewamy się ich obniżenia, kiedy rynek się ustabilizuje. Spadek cen urządzeń powinien wpłynąć także na zmniejszenie kosztów montażu. Najistotniejsze jest jednak, żeby wszyscy instalatorzy potrafili dobrze instalować pompy ciepła. Są regiony w Polsce, gdzie montuje się mniej tych urządzeń, co wynika z faktu, że tamtejsi instalatorzy nie nabyli jeszcze odpowiednich kompetencji. Szacujemy, że w 2022 r. sprzedano w Polsce łącznie ok. 203 tys. pomp ciepła, w tym ok. 188 tys. pomp powietrze/woda i po 8 tys. gruntowych oraz do ciepłej wody. Niemcy w tym samym czasie sprzedali 236 tys. pomp ciepła, ale zgłoszono zapotrzebowanie na 350 tys. [w ramach programu wsparcia BAFA – Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle – red.].

Duża luka na rynku to póki co powód raczej do wzrostu niż obniżki cen?

W Niemczech czeka się na pompy ciepła nawet kilkanaście miesięcy, średnio ok. 40 tygodni. Nie ma jednak problemu z dostępnością urządzeń japońskich, koreańskich czy chińskich. Za parę lat wszystkie pompy ciepła mogą być dużo tańsze – plany produkcji uzasadniają takie stwierdzenie. W Niemczech sytuacja jest specyficzna, gdyż, jak wspominałem, sprzedano tam w ubiegłym roku ok. 236 tys. urządzeń, podczas gdy u nas ok. 203 tys., choć jesteśmy rynkiem o połowę mniejszym. Pompy ciepła są obecnie technologią wspieraną przez niemiecki rząd pod każdym względem. Dofinansowanie może wynieść nawet 40%, jeśli ich zakup wiąże się z odejściem od stosowania kotłów w istniejących budynkach, tymczasem w Polsce dofinansowujemy kotły elektryczne, olejowe i gazowe. Tam wymiana daje wymierne efekty ekologiczne i energetyczne – Niemcy odchodzą od importowanych paliw kopalnych. Pompa ciepła nawet zasilana energią elektryczną wytwarzaną z gazu czy węgla dostarcza 75% energii z otoczenia. Nowe budynki nie potrzebują tej energii wiele,

a te w standardzie budynków bliskich pasywnym czy też standardowi NF40, mając powierzchnię ok. 150 m², magazyn energii elektrycznej 15 kWh, pompę ciepła oraz instalację PV ok. 10 kW na dachu, mogą potrzebować w ujęciu rocznym tylko 35–40% energii z zewnątrz. Technologia idzie do przodu i zdecydowaną większość energii można już wyprodukować na miejscu. Powszechne będą pompy ciepła i instalacje PV oraz taniejące z roku na rok magazyny energii i budynki o dobrym standardzie energetycznym, a w przyszłości także samochody elektryczne. PORT PC planuje niedługo wydanie specjalnego opracowania pokazującego typowy budynek i jego poziom autarkii, czyli stopnia samowystarczalności, jeżeli jest on wyposażony właśnie w pompę ciepła, magazyn energii i fotowoltaikę, a także samochód elektryczny.

Wróćmy do polskiego rynku. Jak się po nim poruszać, skoro brakuje urządzeń? Według jakich kryteriów je wybierać – renomy marki, danych technicznych? Jak porównywać?

Pompy ciepła korzystają z pewnej furtki w regulacjach w zakresie ekoprojektu, dopuszczającej składanie przez producentów deklaracji bez konieczności badania urządzeń w zewnętrznych, akredytowanych laboratoriach. Producent np. kotła gazowego czy peletowego, zanim zadeklaruje jego dane techniczne, musi zbadać urządzenie w laboratorium mającym odpowiednie uprawnienia. Wyniki tych badań są podstawą do sporządzenia karty produktu czy etykiety energetycznej. Natomiast producent pomp ciepła podaje własne dane dotyczące poziomu hałasu, klasy energetycznej czy efektywności pod rygorem bardzo dużych kar, np. całkowitego wycofania produktu ze sprzedaży w Europie. Jest tylko jeden problem – kontrola, a w zasadzie jej brak. Komisja Europejska zachęca kraje członkowskie do przeprowadzania weryfikacji podawanych przez producentów danych, ale Polska w ogóle tego nie realizuje, co w praktyce oznacza, że zostawia konsumentów na lodzie.

To w jaki sposób szukać sprawdzonych produktów?

Takim narzędziem jest np. stworzony w ramach współpracy z Europejską Organizacją Pomp Ciepła (EHPA) znak Heat Pump KEYMARK. Producent pompy ciepła nie ma obecnie takiego obowiązku, może jednak zlecić badania w jednostce mającej uprawnienia do nadawania tego europejskiego znaku certyfikacji. Oznakowanie CE świadczy o przestrzeganiu minimalnych wymagań prawnych, natomiast KEYMARK zapewnia konsumentowi realną wartość dodatkową: sprawdzone i poświadczane przestrzeganie jednolitych Europejskich Standardów Jakości. Znak Heat Pump KEYMARK jest respektowany we wszystkich krajach objętych tym systemem. W Polsce badania można wykonać np. w Centralnym Ośrodku Chłodnictwa w Krakowie. Na stronie keymark.eu w dziale z pompami ciepła znaleźć można informację o producentach oraz modelach certyfikowanych produktów.

Innym znakiem jest EHPA-Q, funkcjonujący w Polsce od 2015 roku. Gwarantuje klientowi końcowemu wysoką jakość produktu potwierdzoną przez testy niezależnych, akredytowanych ośrodków

badawczych, wiarygodność danych dotyczących eksploatacji i gwarancji, dostępność części zamiennych przez co najmniej 10 lat czy wysoką jakość usług serwisowych. Jest to znak lokalny, obowiązujący tylko w kraju, w którym został nadany. W Polsce odpowiada za niego komisja ds. znaku jakości zatwierdzona przez Europejskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła (EHPA).

Ważne jest m.in., że dane techniczne certyfikowanych urządzeń są wiarygodne w pełnym zakresie, czyli dla różnych parametrów klimatu, zwłaszcza umiarkowanego i chłodnego – to nie tylko SCOP czy η_s , ale także współczynniki COP w punktach węzłowych. Takim punktem węzłowym jest na pewno temperatura projektowa, np. –10°C dla klimatu umiarkowanego i temperatura średnia 35 albo 55°C, ale też inne temperatury, które wynikają z samych krzywych.

Istotna jest także kwestia gwarancji. Są w Polsce producenci, którzy oferują gwarancję np. 8- czy 10-letnią, ale sami działają niecały rok. Są też firmy, które w warunkach gwarancji forsują specyficzne zapisy – w każdej chwili można ją utracić z powodu „nadmiernej eksploatacji”, a o tym, czy była ona nadmierna, decyduje arbitralnie gwarant.

Komisja Europejska sygnalizuje, że w ciągu 2–3 lat zmienią się regulacje i obowiązkowe stanie się badanie pomp ciepła w laboratoriach zewnętrznych. Patrząc z punktu widzenia konsumenta, w obecnej sytuacji rynkowej warto rozważyć, czy warunkiem wyższego dofinansowania w programie „Czyste Powietrze” (aż do 55% kwoty netto) nie powinno być np. posiadanie wysokiej klasy energetycznej i znaku Heat Pump KEYMARK.

Jaki procent pomp ciepła na polskim rynku ma dane techniczne potwierdzone niezależnymi badaniami?

Szacuję, że około 70%. Mam informację, że o znak Heat Pump KEYMARK ubiega się obecnie wielu polskich producentów. Posiadanie lub staranie się o ten znak świadczy, że firma, która produkuje czy handluje pompami, podchodzi do tej działalności profesjonalnie i chce być wiarygodna. Dla mnie obecnie główną troską jest to, żeby na rynku nie pojawiały się np. basenowe pompy ciepła jako służące do ogrzewania, objęte wieloletnią gwarancją, z klasą A⁺⁺⁺. Klasa energetyczna czy efektywność wiąże się z koniecznością pracy pompy ciepła według krzywej grzewczej, a są u nas sprzedawane pompy ciepła z klasą A⁺⁺ czy A⁺⁺⁺, które nie mają regulatora pogodowego. Oznacza to, że efektywność takiego urządzenia może być nawet o 30% niższa, czyli koszty ogrzewania o 30% wyższe.

Duże znaczenie dla pracy pompy ciepła ma doświadczenie producenta w łączeniu komponentów i automatyki. Komisja Europejska wręcz zachęca do nowego systemu badań pomp ciepła, nie na podstawie parametrów uzyskiwanych w stabilnych warunkach w kilku punktach pracy, tylko 24-godzinnych testów uwzględniających stany przejścia między różnymi temperaturami pracy. Taka metoda pomiarowa w zmiennych warunkach będzie wymagana prawdopodobnie od 2025 albo 2026 roku. Jeżeli metodologia zostanie dopracowana, wejdzie w życie jako wymóg, oczywiście po okresie przejściowym. Z czasem regulatory pogodowe pracujące według krzywej grzewczej staną się standardem,

tak jak wyposażenie umożliwiające regularne szczytywanie danych z pomp ciepła, takich jak ich efektywność. Wymagania ekoprojektu będą coraz bardziej związane z cyfryzacją, co jest dla producentów dużym wyzwaniem. W zasadzie nie sprzedaje się obecnie fotowoltaiki bez tej całej cyfrowej otoczki, bez aplikacji i połączenia ze smartfonami – tak samo będzie z pompami ciepła.

A co z kadrami? Kto nie tylko zamontuje pompy ciepła, ale i zintegruje cały system?

Niemiecka branża w porozumieniu z rządem zamierza stworzyć nowy zawód – integrator systemów odnawialnych, czyli pomp ciepła, fotowoltaiki, magazynów energii oraz systemów regulacji, a w przyszłości także samochodów elektrycznych. Ma on mieć kompetencje związane z wiedzą o budynkach. Obecnie w niemieckim systemie kształcenia instalator, a właściwie uczeń uczy się w szkole o pompach ciepła tylko przez ok. 30 godzin, czyli zaledwie przez 3% okresu nauki. A ponieważ są to urządzenia, które mają wkrótce dominować, niemiecki system kształcenia zawodowego będzie musiał szybko zareagować na zmiany rynkowe.

Przed nami dwa główne wyzwania, związane z jakością produktów oraz kształceniem fachowych instalatorów pracujących zgodnie ze standardami. Standardy te PORT PC opracowywał przez prawie 10 lat, wydając osiem części wytycznych, w tym cz. 7, która ma już trzecie wydanie. Są to pierwsze opracowania w Europie (może drugie – po Niemczech), w których zawarto kompleksowe wytyczne doboru, montażu i uruchomienia oraz przeglądów i konserwacji pomp ciepła w budynkach jedno- i wielorodzinnych. Oferujemy też wytyczne dotyczące dolnych źródeł ciepła, jakości wody czy liczenia całkowitych kosztów rocznych – tych narzędzi jest sporo. O ile 2022 był rokiem sprzedaży pomp ciepła, 2023 będzie rokiem kształcenia instalatorów.

Czy to oznacza, że topowe marki przesuną środki przeznaczone na edukację z kotłów na pompy ciepła?

Można się tego spodziewać, bo już teraz polski rynek urządzeń grzewczych w ok. 30% należy do pomp ciepła – sprzedało się ich ok. 200 tys., a kotłów na paliwa stałe góra 40–50 tys. Firmy, które do tej pory instalowały kotły, przedstawiają się na pompy ciepła, jednak popyt na kotły gazowe tak szybko nie zmaleje. Są jednak regiony w Polsce, np. Małopolska czy Podkarpacie, gdzie 2 lata temu pompy ciepła miały niecałe 20% udziału, a obecnie tylko 39%, czyli mniej niż kotły gazowe (ok. 43%).

Wracając do producentów kotłów gazowych – jestem przekonany, że w momencie, kiedy udział pomp ciepła w ich produkcji i sprzedaży stanie się znaczący, rozpocznie się etap kluczowy dla całego rynku. Pociągnie to za sobą wiele wyzwań, nad którymi musimy już pracować – są to kwestie instalacyjne, a także rozwoju sieci energetycznej i dystrybucji energii, zapewnienia odpowiedniej mocy dyspozycyjnej, specjalnych taryf, w tym z blokowaniem energii. A to, że pompy ciepła będą potrzebować energii elektrycznej, nie jest moim zdaniem powodem do ograniczenia rozwoju tej branży – wręcz przeciwnie, trzeba zintensyfikować działania w zakresie zmian sieci dystrybucyjnej.

Wracając do rynku i jego oferty – jakie jeszcze ma pan spostrzeżenia na ten temat?

Mam wrażenie, że inwestorzy, ale też instalatorzy poruszają się w pewnej mgie informacyjnej. Na rynku mamy sto kilkadziesiąt różnych marek pomp ciepła – to informacyjna wieża Babel. Dużym ułatwieniem byłoby uporządkowanie kart i etykiet produktów. Zawsze warto się oprzeć na wiarygodnych i porównywalnych danych. Na przykład zamiast podawać moc urządzenia dla temperatury powietrza 7°C, informować o parametrach mocy dla temperatury powietrza –7°C, czyli tak jak w etykietach energetycznych dla klimatu umiarkowanego. Często jednak ta sama pompa ciepła ma w jednym miejscu podawaną moc 10 kW, w drugim 12 kW, a w trzecim 7 kW i wszystkie te parametry są prawdziwe, tylko przy jakich temperaturach powietrza i wody grzewczej jest to badane? Ważne, żebyśmy komunikowali się tym samym językiem, a do tego konieczny jest jeden standard podawania danych technicznych.

Stosowanie pomp ciepła wiąże się także z hałasem od urządzeń. Czy będą się zmieniać wymagania w tym zakresie?

Jest to możliwe. Na przykład niemiecki rząd w ramach programu BAFA wymaga, aby co parę lat maksymalne poziomy mocy akustycznej pomp ciepła były obniżane. Z programów wsparcia będą korzystać urządzenia, które mają lepsze parametry także w tym zakresie. Niemcy wychodzą z założenia, że korzystniej jest wspierać najlepsze produkty, a nie spełniające jedynie wymagania podstawowe wynikające z ekoprojektu. Promują także urządzenia na czynniki chłodnicze bezfreonowe, czyli na czynniki naturalne – to bardzo dobry pomysł.

A na czym dokładnie polega wspomniana wcześniej oferta pomp niskotemperaturowych czy basenowych do ogrzewania?

Tym mianem określa się urządzenia, które pracują wydajnie przy wysokich temperaturach zewnętrznych i niskich zasilania. To wcale nie muszą być złe pompy ciepła, nie może ich jednak objąć dofinansowanie w programie „Czyste Powietrze”. Tak jest w przypadku tzw. niskotemperaturowych pomp ciepła czy takich, które przy temperaturach zewnętrznych poniżej –7°C nie są w stanie osiągnąć 52°C dla temperatury zasilania. Oznacza to, że przy ogrzewaniu podłogowym pompa będzie dobrze działać i osiągać klasy nawet A++ i A+++ , ale wystąpi problem z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej, a powinniśmy dążyć do tego, żeby urządzenia w programach dofinansowania obsługiwały zarówno ogrzewanie, jak i przygotowanie c.w.u.

Za kilka lat wejdą w życie przepisy mówiące o tym, że na etykiecie energetycznej będą podawane parametry urządzeń dla temperatury 35, 55 i 65°C w klimacie chłodnym, umiarkowanym i ciepłym – w tej chwili do takich danych trudno dotrzeć. Nie wszyscy producenci pokazują etykiety czy karty produktu ekoprojektu, które powinny być dostępne na żądanie. Czasem dostępne są karty produktu dotyczące etykietowania, ale ekoprojektu już nie. Klasy energetyczne nie są podawane albo jest to robione błędnie. Powraca zatem problem braku kontroli rynku, a za tę sytuację odpowiedzialny jest nasz rząd.

Pewnie jak zwykle na kontrole rynku budowlanego nie ma funduszy?

Dostępne były znaczne środki, jednak Państwowa Inspekcja Handlowa przeznaczyła je głównie na kontrolę kotłów na paliwa stałe i już nie wystarczyło na kotły gazowe i olejowe czy pompy ciepła. W tej sytuacji ekoprojekt jako pomysł na zwiększanie efektywności urządzeń po prostu nie działa, bo nie ma odpowiedniego systemu kontrolnego. **W przyszłości Komisja Europejska będzie sama zlecać badania, nie czekając na działania członków UE – w tej kwestii rządy europejskie się nie sprawdziły.** Pomysł ekoprojektu jest doskonały pod jednym warunkiem: że jest w pełni realizowany.

W celu uporządkowania rynku i wzmocnienia technologii wprowadziliśmy wspomniany wcześniej znak EHPA-Q. To dobre narzędzie oceny produktu, dostarczające ważnych informacji, tak samo jak oznaczenie Heat Pump KEYMARK. Promujemy również znak Europejskiego Instalatora Pomp Ciepła EUCERT i prowadzimy szkolenia na bazie tego standardu. Będziemy chcieli rozszerzyć wsparcie dla szkół branżowych (zawodowych) i instalatorów – spodziewam się więc, że ten rok będzie bardzo pracowity.

Trzeba się też będzie uporać z sytuacją, w której wielu markowych producentów nie ma towaru, a wielu nowych szybko rozpoczęło sprzedaż i zabrakło im czasu na dokładne przyjrzenie się jakości wykonywanych instalacji. W przypadku pomp ciepła powietrze/woda jakość instalacji hydraulicznej jest bardzo istotna i trzeba na nią zwracać uwagę w całym systemie szkolenia.

Jakie zadania stawia sobie PORT PC w perspektywie dłuższej niż rok?

Najbliższe lata to trochę powrót do korzeni powstania naszej organizacji – zaczynaliśmy pracę po to, żeby dobrze przygotować rynek i zwiększać jakość wykonywanych instalacji. Z jednej strony planujemy uruchomić system szkoleń e-learningowych w ramach Akademii Instalatora Pomp Ciepła PORT PC, z drugiej chcemy mocno wesprzeć szkolnictwo zawodowe w ramach Branżowego Centrum Umiejętności i dać szkołom dużo narzędzi, które pomogą w poprawnym kształceniu. Mamy także przygotować cały program nauczania uczniów szkół zawodowych w zakresie pomp ciepła. Ich instalacja wiąże się z wiedzą dużo szerszą niż w przypadku kotła gazowego czy olejowego. Instalator musi analizować instalację od strony hydraulicznej, gdyż pompa ciepła jest tu bardzo czuła i wrażliwa na błędy. Powinien też mieć wiedzę środowiskową, na temat budynku oraz zmian i kierunków, w jakich rozwija się technologia, znajomość wentylacji i odzysku ciepła oraz łączenia tych technologii z pompami ciepła. Jako PORT PC chcemy wspierać instalatorów, którzy będą się zajmować systemami budynków efektywnych energetycznie, fotowoltaiką, magazynami energii oraz samochodami elektrycznymi – wszystko to będzie ze sobą w przyszłości mocno powiązane.

A jak będzie wyglądać współpraca z automatykami, specjalistami od inteligentnych budynków?

Moim zdaniem oferta inteligentnych budynków będzie standardem dla typowych regulatorów. Inaczej mówiąc, regulatory do pompy ciepła będą elementem aplikacji z możliwością zdalnego sterowania. Czy powstanie jedna powszechna platforma? Walczą jednak o to duże marki, jak Apple czy Microsoft. Moim zdaniem nie będzie to jednak szło w kierunku szczególnie skomplikowanych systemów, ale bardzo prostych rozwiązań.

Co się może zmienić w regulacji urządzeń?

Stoją przed nami wyzwania dotyczące współpracy z magazynami energii, z fotowoltaiką, z sieciami elektroenergetycznymi w kontekście taryf dynamicznych. Jestem przekonany, że wiele z tych kwestii przestanie być dużym problemem instalatora i będzie on miał do dyspozycji gotowe rozwiązania.

Jaka zatem będzie rola wspomnianego wcześniej integratora systemów?

Ten, kto montuje instalacje grzewcze, musi też wiedzieć, jak zamontować i ustawić pracę instalacji wentylacyjnych z rekuperacją. Musi wiedzieć, jak dobrać czy sprawdzić instalację fotowoltaiczną i przygotować ją m.in. od strony elektrycznej – niekoniecznie taka instalacja musi się już znajdować w budynku. Powinien mieć też wiedzę, jak przygotować obiekt na przyszłość. Jeśli w tej chwili nie ma w nim magazynu energii elektrycznej, z pewnością pojawi się za 4-5 lat, gdy ceny takich magazynów spadną. Instalator powinien przygotować system na kolejne zmiany. Ma też wykorzystywać swoją wiedzę do oceny standardu energetycznego budynku i jego podnoszenia, gdy będzie to korzystne energetycznie albo ekonomicznie. Nie musi być audytorem, projektantem i automatykiem w jednej osobie, musi jednak wiedzieć, jakie zadania tym specjalistom postawić i o co ich pytać oraz kompetentnie interpretować wyniki ich pracy. Musi też ściśle współpracować z architektem. Moim zdaniem to wyzwanie współpracy z architektami będzie mieć charakter bardziej regulacyjny. Można po prostu zakazać pewnych rozwiązań w budynkach lub narzucić wysokie standardy energetyczne, których już nie będzie można obejść.

Na koniec pytanie: skąd w szczycie sezonu grzewczego weźmiemy energię elektryczną dla tylu pomp ciepła?

Mamy w Polsce 60 GW szczytowej mocy grzewczej w systemach ciepłowniczych, w dużej mierze bez kogeneracji, a działają one w sezonie grzewczym z pełną mocą. To bardzo duży potencjał, zwłaszcza w okresie niskich temperatur zewnętrznych. Jeśli wprowadzimy odpowiednie systemy sterowania pracą pomp ciepła, zmienne taryfy oraz modernizację systemu przesyłowego, odciążymy sieć na tyle, że podoła przyszłym zadaniom.

Rozmawiał
Waldemar Joniec

Ekologiczne pompy ciepła LG z 5-letnią gwarancją i opieką serwisową

Zarówno na polskim, jak i europejskim rynku największą popularnością cieszą się pompy ciepła typu powietrze-woda, które są tańsze i łatwiejsze w montażu niż np. pompy gruntowe czy wodne. Bezobsługowe, ekologiczne urządzenia zastępują kotły gazowe czy na węgiel. Przyjmuje się, że koszt zakupu i instalacji pompy ciepła zwraca się już po kilku sezonach grzewczych. Ponadto urządzenia te w połączeniu z instalacją fotowoltaiczną sprawiają, że koszty związane z przygotowaniem ciepłej wody użytkowej oraz na cele c.o. są znacznie minimalizowane.



Na co zwrócić uwagę przy wyborze pompy ciepła?

Przede wszystkim powinniśmy wybrać produkt takiego producenta, który jest znany i istnieje na rynku od długiego czasu. Zakup pompy ciepła to inwestycja na lata, dlatego warto postawić na zaufanego, sprawdzonego dostawcę. Jednym z nich jest firma LG, która oferuje ekologiczne pompy ciepła typu split, hydrosplit oraz monoblok. Charakteryzują się podwyższoną efektywnością energetyczną, a większość z nich działa w oparciu o ekologiczny czynnik chłodniczy R32. Inżynierowie LG stale prowadzą badania i rozwijają technologie stosowane w swoich urządzeniach, by te były jak najbardziej wydajne i trwałe. Potwierdzeniem ich jakości jest 5-letnia gwarancja na pompy

LG. Firma ma także swój fabryczny serwis oraz współpracuje z Autoryzowanymi Partnerami Serwisowymi, dzięki czemu zyskujemy pewność opieki pozakupowej. Komfort użytkowania pomp ciepła LG dodatkowo zwiększa aplikacja LG ThinQ. Dostępna bezpłatnie na smartfony i tablety, pozwala zdalnie monitorować pracę urządzenia i sterować nim z dowolnego miejsca.

Przed wyborem pompy ciepła warto też przyjrzeć się tabelom wydajności urządzeń w różnych temperaturach zewnętrznych. Większość pomp ciepła LG może pracować w temperaturze zewnętrznej od -25°C do 35°C , co umożliwia zachowanie wysokiej efektywności oraz niezawodną pracę niezależnie od warunków otoczenia. Pompy LG typu split zachowują 100% swojej nominalnej mocy do temperatury zewnętrznej -7°C , a w przypadku pomp LG typu monoblok jest to -15°C . Dodatkowo, temperatura zewnętrzna nie ogranicza eksploatacji pompy LG, ponieważ urządzenia mają grzałki elektryczne – wbudowane lub dostępne jako opcja.

Odpowiedni dobór urządzenia

Efektywna praca pompy, a co z tym idzie, zadowolenie z jej posiadania, zależy przede wszystkim od odpowiedniego doboru urządzenia. Przewymiarowana lub niedowymiarowana pompa ciepła nie będzie pracować wydajnie i energooszczędnie. Na dobór pompy ma wpływ wiele czynników: m.in. metraż budynku, rodzaj jego konstrukcji, region, w którym znajduje się nieruchomość, liczba zamieszkujących ją osób, jakość i rodzaj zastosowanych izolacji, ocieplenia ścian i poddasza, rodzaj ogrzewania: podłogowe czy





grzejnikowe. Przed wyborem pompy ciepła warto też wykonać audyt energetyczny, żeby sprawdzić zapotrzebowanie ciepłe budynku. Dopiero wszystkie te informacje pozwolą dobrać urządzenie odpowiednie dla naszego domu i naszych potrzeb.

Pompy ciepła LG z dofinansowaniem

Warto pamiętać, że możemy ubiegać się o dofinansowanie na zakup pompy ciepła. Większość modeli LG spełnia kryteria nowego programu „Mój Prąd 5.0” dotyczące podwyższonej klasy energetycznej – dla temperatury zasilania 55°C mają klasę energetyczną A++. Wysokość dopłat może więc wynieść do 19 400 zł. W przypadku modelu LG split wysokotemperaturowy można ubiegać się o dofinansowanie w kwocie do 12 600 zł. Wsparcie można uzyskać również z programów rządowych takich jak „Czyste Powietrze”, „Stop Smog” oraz „Ciepłe Mieszkanie”, a także w ramach wojewódzkich, gminnych lub miejskich dotacji do wymiany starego źródła ciepła na bardziej ekologiczne.



LG Electronics Polska Sp. z o.o.
ul. Wołoska 22, 02-675 Warszawa
+48 22 48 17 100
pompyciepla@lge.pl
www.LG.com/pl
www.strefaklimatyzacji.pl



EKOLOGICZNE POMPY CIEPŁA LG Z 5-LETNIĄ GWARANCJĄ

Pompy ciepła LG typu powietrze-woda to urządzenia przeznaczone do ogrzewania, chłodzenia oraz do produkcji ciepłej wody użytkowej. Sprawdzają się w niemal wszystkich obiektach mieszkalnych i ogólnoużytkowych, zarówno w nowo powstających, jak i modernizowanych. Aktualna oferta urządzeń LG Electronics obejmuje powietrzne pompy ciepła typu split, hydrosplit oraz monoblok.

Pompy ciepła LG Therma V są energooszczędne oraz działają bardzo wydajnie nawet w niskich temperaturach zewnętrznych. Ich wysoka niezawodność i trwałość są dodatkowo potwierdzone pięcioletnią gwarancją z opieką serwisową producenta.

www.lg.com/pl



LG THERMA V™

Budynki jednorodzinne w standardzie zeroemisyjnym – ZEB

ZEB to nowy standard budynków zeroemisyjnych (bezemisyjnych) zawarty w projekcie dyrektywy EPBD z 15 grudnia 2021 roku. Co już wiadomo na temat budynków zeroemisyjnych w standardzie ZEB? W jaki sposób będzie on wspierał stopniowe wycofywanie z rynku paliw kopalnych stosowanych do ogrzewania budynków?

Aby zapewnić dekarbonizację sektora budownictwa, w unijnym planie osiągnięcia celów klimatycznych podkreślono potrzebę stopniowego wycofywania paliw kopalnych stosowanych do ogrzewania do 2040 r., gdy bezpośrednie emisje z sektora budynków będą musiały się zmniejszyć o ok. 80–89%. W samym projekcie EPBD z grudnia 2021 pojawiła się propozycja wprowadzenia wyższego standardu budynku mieszkalnego niż obowiązujący obecnie nZEB (w Polsce jest to standard WT 2021, czyli np. dla domów jednorodzinnych $EP_{max} \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$). W pierwotnym projekcie zmian w dyrektywie maksymalna wartość EP dla ZEB wynosiła w przypadku klimatu kontynentalnego $65 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Zaproponowane w standardzie ZEB wartości EP_{max} zostały oprotowane przez wiele organizacji i poszczególne państwa, w tym Polskę, i mają je teraz ustalić same kraje członkowskie.

Możemy założyć, że wartość EP_{max} dla standardu ZEB będzie niższa niż dla nZEB – w przypadku budynków jednorodzinnych jest to wymagane obecnie w WT 2021 $EP_{max} \leq 70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Wymogi taksonomii mówią o wartości mniejszej o 10% od standardu nZEB, czyli $EP < 63 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Z kolei dla nowych budynków korzystających z pomocy w ramach programu „Moje Ciepło” przewidziany jest od 2023 roku wyższy wymóg dla EP: $< 55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Jest to warunek Europejskiego Banku Inwestycyjnego wynikający z zasad dofinansowania nowych budynków w ramach nowej unijnej perspektywy budżetowej, gdzie EP_{max} ma być niższe o 20% od standardu nZEB (czyli 20% poniżej $70 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$). Wiele wskazuje, że EP_{max} dla standardu ZEB będzie też kotwicą dla przyszłej klasy energetycznej budynków A⁺.

Branża budowlana, a zwłaszcza architekci i projektanci, pilnie potrzebuje informacji, jak będzie wyglądać zakres EP dla standardu ZEB oraz dla klas energetycznych budynków, w tym klasy A⁺. Moim zdaniem wskaźnik ten będzie wymagany na poziomie ok. $50\text{--}55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$. Z maksymalnej wartości EP wynika m.in. odpowiedź na pytanie, jakie technologie grzewcze spełnią nowe

wymagania dla ogrzewania budynków w standardzie zeroemisyjnym, czyli ZEB. Czy podołają im tylko efektywne sieci ciepłownicze? Czy wymaganiom tym sprostają pompy ciepła we współpracy z instalacjami PV lub z udziałem właściciela budynku we wspólnocie energetycznej? Czy też kotły na biomasę, których los jako technologii bezemisyjnych nie jest pewny? W odniesieniu do tych ostatnich mogą zacząć obowiązywać np. zaostrzone wymogi emisyjne.

W przypadku elektrycznych pomp ciepła mogą się również pojawić dodatkowe wymogi, np. zgodności z taksonomią – są to obecnie dwa warunki: GWP czynnika chłodniczego musi być niższe niż 675, a urządzenie musi spełniać wymagania ekoprojektu. Jest już jednak prawie pewne, że w ciągu kilku lat wymogi dotyczące GWP czynników chłodniczych w pompach ciepła będą się jeszcze zaostrzać.

Z kolei według informacji z Komisji Europejskiej energia elektryczna zużyta przez pompy ciepła musi być zbilansowana. Dotyczy to okresu rocznego i może zostać zrealizowane za pomocą instalacji PV lub udziału mieszkańca we wspólnocie energetycznej. Należy podkreślić, że widać także pełną spójność z przewidywanym wymaganiami prawnym sygnalizowanym w pakiecie REPowerEU – stosowania instalacji fotowoltaicznych we wszystkich nowych budynkach mieszkalnych od 2029 r. Według planu REPowerEU z maja 2022 r. standard ZEB ma obowiązywać nowo powstające budynki publiczne i komercyjne (o powierzchni ponad 250 m^2) od końca 2026 roku, a pozostałe od 2030 roku. Rada Europejska zaakceptowała 25 października 2022 r. zapis, że wymóg realizacji w standardzie ZEB powinien mieć zastosowanie od 1 stycznia 2030 r. do wszystkich nowych budynków, a od 1 stycznia 2028 r. do wszystkich nowych budynków zajmowanych lub będących własnością organów publicznych.

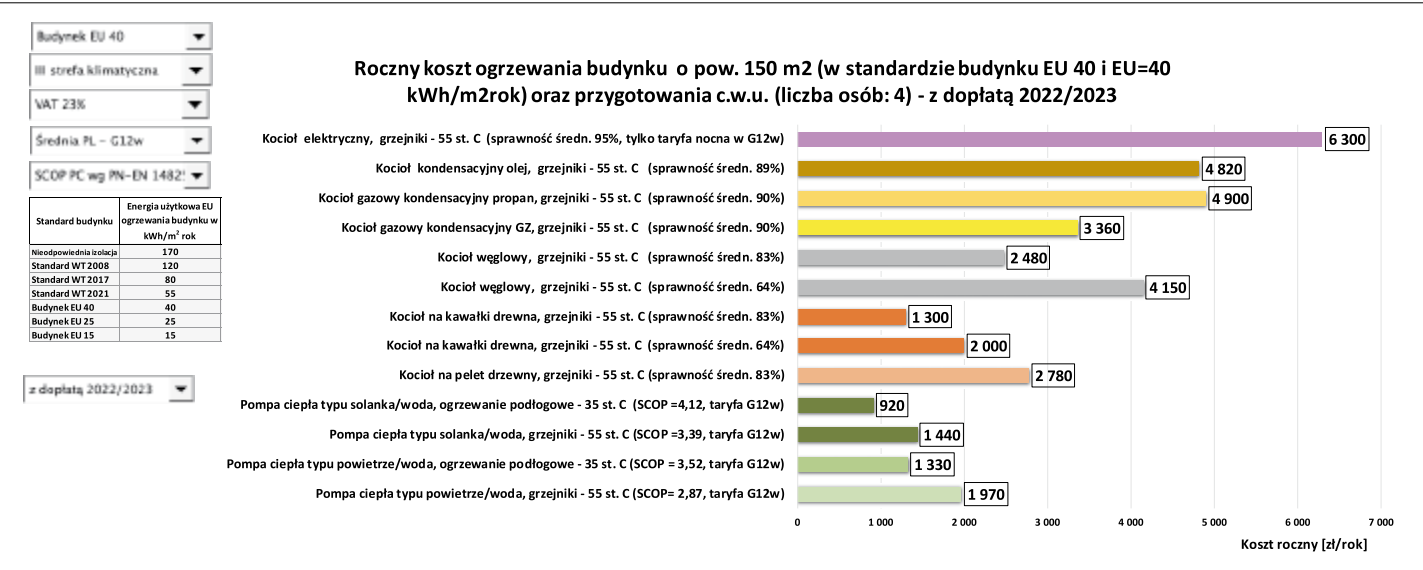
Ponadto nowe budynki publiczne i niemieszkalne o powierzchni powyżej 250 m^2 od 2026 r. będą musiały być wyposażane w instalacje PV, a od 2029 wymóg ten obejmie także budynki mieszkalne. W 2030 r. Komisja Europejska planuje również wprowadzić zakaz sprzedaży i montażu samodzielnych kotłów na paliwa kopalne, czyli gazowych i olejowych. Nie dotyczy to będzie tzw. hybrydowych pomp ciepła o odpowiednio wysokiej efektywności.

Główne kierunki działań:

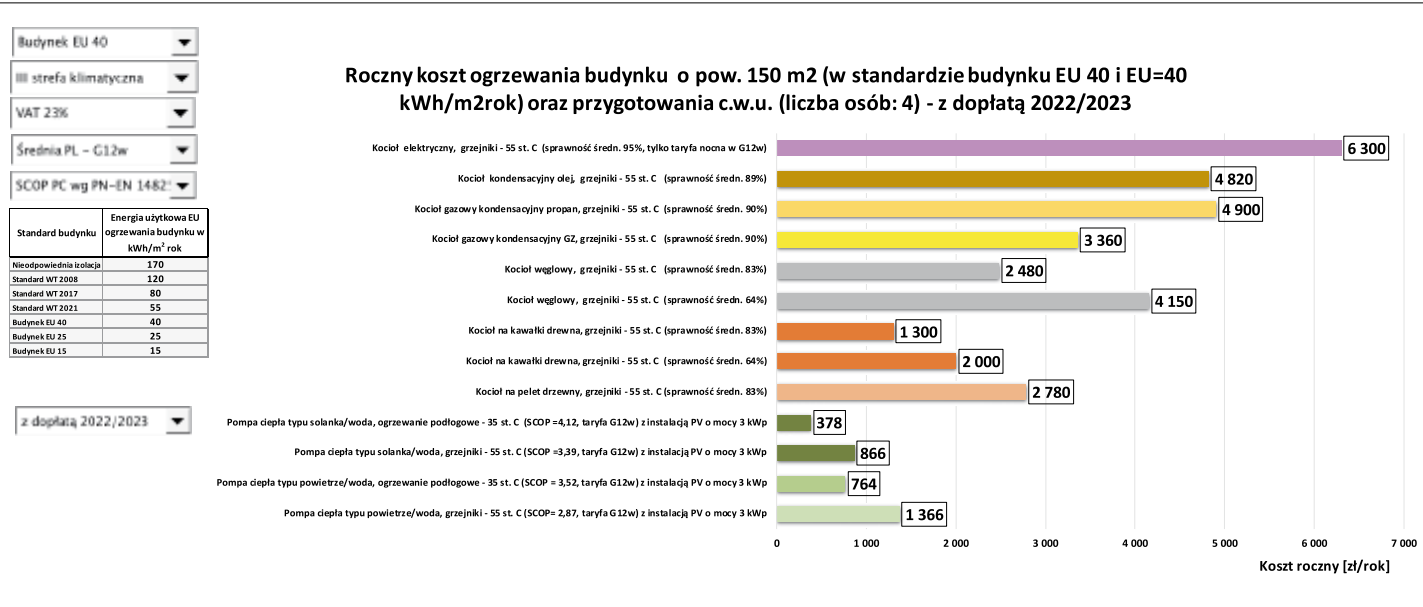
- Programy „Moje Ciepło” i „Mój Prąd” zmierzają do wprowadzenia już teraz standardu budynków bezemisyjnych, czyli ZEB.
- Potrzebne jest jak najszybsze zaproponowanie wartości EP_{max} dla budynków zeroemisyjnych – ZEB i dla klasy energetycznej A. Nie należy tego odkładać na przyszłość.
- Szkoda, że o powiązaniu standardu budynków bezemisyjnych, standardu zielonych budynków mieszkalnych (zgodnie z taksonomią zrównoważonego finansowania) i programu „Moje Ciepło” nie informuje polska administracja.

■ Potrzebna jest kampania informacyjna nt. budynków bezemisyjnych (ZEB). Branża budowlana potrzebuje z wyprzedzeniem informacji, jak ma projektować budynki i instalacje w zgodzie z przyszłymi wymaganiami.

Nowym wymaganiom często towarzyszą informacje, jakoby generowały one wysokie koszty eksploatacyjne. Prześledźmy zatem, jak będą wyglądać prognozowane w 2023 roku koszty ogrzewania i ciepłej wody w typowym budynku jednorodzinnym o powierzchni 150 m² w standardzie bliskim ZEB.



Rys. 1. Prognoza rocznego kosztu ogrzewania budynku o powierzchni ogrzewanej 150 m² w standardzie EU 40 oraz przygotowania c.w.u. dla czterech osób w 2023 r. (z dofinansowaniem paliw)



Rys. 2. Prognoza rocznego kosztu ogrzewania budynku o powierzchni ogrzewanej 150 m² w standardzie EU 40 oraz przygotowania c.w.u. dla czterech osób, z instalacją PV o mocy 3 kWp w 2023 r. (z założeniem bilansowania rocznego zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła)

Analizie poddano dwa przykładowe budynki o powierzchni ogrzewanej 150 m² – bez instalacji PV (**rys. 1**) i z instalacją PV (**rys. 2**), z założeniem bilansowania rocznego zużycia energii elektrycznej przez pompy ciepła, co pozwala zrealizować standard ZEB. Założono, że instalacja PV produkuje rocznie 3000 kWh, autokonsumpcja wynosi 20%, a odkup kosztuje 70 gr/kWh. Rozwiązanie z instalacją PV pozwala zrealizować standard ZEB, choć nie znamy jeszcze dokładnej wartości granicznej dla EP.

Zarówno pompy ciepła, jak i efektywne systemy ciepłownicze (z dużym udziałem OZE) wymagają niskotemperaturowych instalacji grzewczych. W najnowszym projekcie dyrektywy EPBD, konsultowanym obecnie w parlamencie UE, pojawił się wymóg stosowania instalacji niskotemperaturowych; nie wiadomo jednak jeszcze, co to dokładnie znaczy, np. w programie „Moje Ciepło” widnieje zapis dotyczący maksymalnej temperatury zasilania 35°C. Warunek taki pojawia się również w przypadku głębokiej termomodernizacji.

Czym różni się nZEB od ZEB?

Standard nZEB oznacza budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej, a prawie zero- lub bardzo niska ilość potrzebnej mu energii powinna być w znacznym stopniu pokryta z OZE. Dyrektywa EPBD wymagała, aby od początku 2021 r. wszystkie nowe budynki w UE były budowane w standardzie nZEB, natomiast obiekty publiczne musiały być realizowane jako nZEB od początku 2019 r. W Polsce wymagania te spełniono, wprowadzając standard WT 2021.

Wniosek Komisji Europejskiej z grudnia 2021 r. dotyczący zmian w dyrektywie EPBD stanowi krok naprzód w stosunku do obecnie obowiązującego standardu budynku nZEB (o nieomal zerowym zużyciu energii) w kierunku budynku bezemisyjnego, czyli ZEB. Jest to dostosowanie wymogów dotyczących charakterystyki energetycznej nowych budynków do długoterminowego celu neutralności klimatycznej i zasady „efektywność energetyczna przede wszystkim”.

Budynek w standardzie ZEB, czyli o zerowej emisji, jest definiowany jako budynek o bardzo wysokiej charakterystyce energetycznej przy bardzo małej ilości zużywanej energii, w pełni pokrywanej przez odnawialne źródła energii, oraz bez emisji CO₂ na miejscu z paliw kopalnych.

Chociaż wniosek KE koncentruje się na redukcji operacyjnych emisji gazów cieplarnianych, definicja ZEB obejmuje ponadto obliczenie potencjału globalnego ocieplenia (GWP) w cyklu życia budynku i jego ujawnienie za pomocą świadectwa charakterystyki energetycznej.

Podsumowanie

Standard ZEB jest już w Polsce realizowany w praktyce w ramach programu „Moje Ciepło”, a dodatkowo programu „Mój Prąd”. Analizy kosztów eksploatacyjnych wskazują, że umożliwia on inwestorom ponoszenie niskich kosztów ogrzewania budynku – na poziomie nawet ponad 20% mniejszym

niż w przypadku nZEB Tak wysokie standardy energetyczne sprawiają, że w przyszłości przy zastosowaniu magazynów energii o pojemności 10–15 kWh (czy też podłączonych samochodów elektrycznych) poziom autokonsumpcji energii z fotowoltaiki wzrośnie powyżej 50%, a poziom samowystarczalności budynku przekroczy 60%.

Literatura

1. Projekt dyrektywy EPBD z dnia 15 grudnia 2022 r., https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_21_6683
2. Kalkulator kosztów ogrzewania, <https://pobe.pl/kalkulator-pobe-koszty-ogrzewania-w-typowych-budynkach/>
3. Domy zeroemisyjne w programie „Moje Ciepło”. Nowy standard budynków – ZEB, czyli budynki zeroemisyjne, poradnik PORT PC, https://portpc.pl/pdf/10Kongres/Poradnik_Domy_zeroemisyjne_w_programie_Moje_Cieplo_2022.pdf

wyberz pompę ciepła...

domowe • komercyjne • przemysłowe

● POKER290 – wysokotemperaturowa, modułowa pompa ciepła powietrze-woda na naturalny czynnik chłodniczy R290 (propan)

- zastosowanie: ogrzewanie, chłodzenie, produkcja c.w.u. w nowych i modernizowanych obiektach mieszkalnych, handlowych, usługowych, przemyśle...
- wydajność grzewcza: 47,7–190,8 kW
- modułowa konstrukcja: możliwość podłączenia do 4 jednostek
- produkcja c.w.u. do 75°C
- naturalny czynnik chłodniczy **propan R290 o GWP = 3**
- wysokie wskaźniki sprawności sezonowej: SCOP do 4,19
- cicha praca: poziom ciśnienia akustycznego od 44,5 dB(A)
- zmniejszone napełnienie (ilość czynnika nie przekracza 5 kg) – brak restrykcji związanych z napełnieniem
- zarządzanie wymiennikiem odzysku ciepła DS

● Q-ton – wysokotemperaturowa, modułowa pompa ciepła powietrze-woda na ekologiczny czynnik chłodniczy CO₂

- zastosowanie: produkcja c.w.u., wody technologicznej i ogrzewania budynków komercyjnych: apartamentowce, osiedla domów jednorodzinnych, hotele, restauracje, kluby fitness, domy studenckie, szpitale, zakłady spożywcze i produkcyjne, szeroko pojęty przemysł
- wydajność grzewcza: 30–480 kW
- modułowa budowa: od 1 do 16 jednostek w jednej instalacji
- stała produkcja wody o temperaturze **od 60 do 90°C** nawet przy temperaturze zewnętrznej –25°C **bez zastosowania dodatkowej grzałki**
- wysoki współczynnik COP: 4,3 (w okresie przejściowym)
- ekologiczny czynnik chłodniczy **CO₂ R744 o GWP = 1**
- szeroki zakres temperatur pracy: **od –25 do 43°C**
- Atest Higieniczny PZH; Keymark; BREEAM

● Hydrolution – pompy ciepła powietrze-woda do ogrzewania, chłodzenia i produkcji c.w.u. dla domu

- przeznaczone do modernizacji istniejących systemów grzewczych oraz nowych instalacji z wymaganiami wysokiej wydajności c.w.u.
- wydajność grzewcza: 2,28–16,5 kW
- czynnik chłodniczy: **R32, R410A**
- szeroki zakres temperatur pracy: od –20 do 43°C
- serie: Flexible (Split); All-IN-ONE (z wbudowanym zasobnikiem c.w.u. oraz sterownikiem)
- produkcja c.w.u. do 65°C
- możliwość łączenia w kaskady w celu osiągnięcia większych wydajności (do 8 jednostek)
- kwalifikują się do rządowych programów dofinansowań: Czyste Powietrze, Moje Ciepło, Ciepłe Mieszkanie

● Electa-ECO – pompy ciepła powietrze-woda typu monoblok, do ogrzewania, chłodzenia i produkcji c.w.u. dla domu

- wydajność grzewcza: 6,0–15,5 kW
- czynnik chłodniczy: **R32**
- produkcja c.w.u. do 60°C (bez dodatkowej grzałki)
- zakres temperatur pracy: **od –25 do 45°C**
- bardzo cicha praca (funkcja Silent)
- klasa energetyczna (ogrzewanie): **do A+++**
- monoblok nie podlega rejestracji w Centralnym Rejestrze Operatorów (CRO)
- wiele akcesoriów zamontowanych w standardzie
- możliwość zdalnego sterowania przez internet
- kwalifikują się do rządowych programów dofinansowań: Czyste Powietrze, Moje Ciepło, Ciepłe Mieszkanie

wyberz rozwiązanie dla siebie
www.elektronika-sa.com.pl www.mhi.info.pl



Na co zwracać uwagę, wybierając pompę ciepła?

Pompy ciepła to jeden z najbardziej ekologicznych i ekonomicznych wyborów wśród rozwiązań grzewczych. Stąd popularność tego tematu i coraz większa rzesza klientów decydujących się na taką inwestycję. Przedstawiamy poradnik, który pomoże dokonać odpowiedniego wyboru dotyczącego pomp ciepła.

Rodzaj pompy ciepła

Przed wyborem odpowiedniego rozwiązania warto zastanowić się jaki rodzaj pompy ciepła będzie dla nas najlepszy. Istnieją różne rodzaje tych urządzeń, każde wykorzystuje inne źródło ciepła, takie jak: powietrze, woda czy grunt. Postaraj się dopasować wybór do warunków lokalnych, a także twoich potrzeb. Na przykład, jeśli masz dostęp do źródła wody (np. jeziora), pompa ciepła woda-woda może być efektywnym rozwiązaniem, ponieważ wtedy nie trzeba wiercić studni. **Najłatwiejsza do instalacji** jest pompa ciepła, której dolnym źródłem jest **powietrze**. Przy umiarkowanym chłódzie jest ona w stanie pracować bardzo ekonomicznie i może okazać się najlepszym wyborem.



Poziom hałasu

Ważny aspekt dla komfortu nie tylko naszego, ale również otoczenia, stanowi poziom hałasu, jaki generuje pompa ciepła. To szczególnie ważne, jeśli pompa ciepła będzie zainstalowana w miejscu, gdzie hałas może być uciążliwy, na przykład w pobliżu sypialni lub sąsiadujących budynków. By nie przeszkadzać naszym sąsiadom, a także zapewnić spokój sobie i rodzinie, dobrze by pompa ciepła miała **tryb pracy cichej**.



Klasa energetyczna

Z punktu widzenia oszczędności oraz ekologii, ważna jest klasa energetyczna urządzenia. Chociaż pompy potrzebują stosunkowo mało energii elektrycznej, to warto jeszcze bardziej

zastosować się o planetę oraz nasz portfel. Wybierz pompę ciepła, która posiada **najwyższą klasę efektywności energetycznej**, taką jak **A++**. Zapewnia ona oszczędność kosztów przy zachowaniu najlepszych parametrów pracy.

Przyjazny środowisku

Ważną kwestią do rozważenia podczas wyboru pomp ciepła, oprócz licznych funkcjonalności oraz czynników ekonomicznych, jest także **ekologia**. Urządzenie powinno być przyjazne nie tylko dla nas i otoczenia, ale także dla środowiska. Ze względu na powyższe, warto sprawdzić, w jaki czynnik chłodniczy wyposażona jest pompa ciepła. Porównajmy zatem dwa najbardziej popularne czynniki: R410A oraz R32.



Czynnik R32 ma znacznie niższy GWP (Global Warming Potential), który określa wpływ na globalny efekt cieplarniany. **Nie uszkadza on warstwy ozonowej**, co czyni go ekologicznym wyborem.

W porównaniu z R410A, R32 posiada wyższą wydajność grzewczą, co zmniejsza ilość używanego czynnika chłodniczego i korzystnie wpływa na środowisko. Dodatkowo **czynnik R32 należy do grupy o niskim stopniu palności**.

Warto też zwrócić uwagę na to, czy wybrana pompa ciepła ma **tryb EKO**, który zapewnia dodatkową oszczędność energii.

Pompy ciepła – przydatne funkcje

■ Sterylizacja wody

Daje możliwość **usunięcia nawet 99,9% bakterii** z wody, zapewniając spokojną głowę, szczególnie tym, którzy narażeni są na infekcje i choroby. Funkcja ta przyda się również, gdy są w domu małe dzieci.

■ Kontrola temperatury

Wyposażenie pompy ciepła w kontrolę temperatury zapewnia spokój, bez obawy o nagły jej spadek i uczucie zimna m.in. w nocy. Funkcja ta w sytuacji, gdy wydajność pompy ciepła nie może zaspokoić zapotrzebowania na ciepło (gdy panuje zbyt niska temperatura otoczenia) uruchamia piec gazowy, wspomagając ogrzewanie i utrzymując poziom dostosowany do preferencji użytkownika.

Takie udogodnienie zapewnia stałą temperaturę, bez względu na warunki atmosferyczne.

■ Szybka gorąca woda

Funkcja szybkiej gorącej wody przydaje się w sytuacji, gdy np. pod nieobecność domowników pompa ciepła była wyłączona. Wtedy, gdy potrzebujemy ciepłej wody „na już”, funkcja ta sprawi, że

woda zagrzeje się bardzo szybko. Uruchamiamy ją za pomocą sterownika przewodowego. Pompa ciepła i zbiornik wody są jednocześnie ogrzewane elektrycznie, realizując zapotrzebowanie na ciepłą wodę.

■ Wi-Fi

Postaw na wygodę. Wybierz taką pompę ciepła, którą możesz sterować za pomocą Wi-Fi. Z kanapy, z innego pomieszczenia, z ogrodu, skąd wygodnie, **za pomocą modułu Wi-Fi**, który podłączany jest do telefonu komórkowego, **możesz kontrolować wiele funkcji**, w tym ustawić temperaturę, a przede wszystkim masz możliwość włączenia czy wyłączenia urządzenia.

■ Tryb wakacyjny

Sezon wakacyjny przed nami, warto, aby podczas nieobecności w domu, **mieć wszystko pod kontrolą**. Jest to rozwiązanie, które zapewnia działanie przy niższej ustawionej temperaturze, dzięki czemu można zaoszczędzić energię i koszty. To także zabezpieczenie sprzętu przed uszkodzeniami, gdy na zewnątrz panują niskie temperatury.

Wybierając pompę ciepła, warto zwrócić uwagę na cechy i funkcjonalności, które zostały wymienione w tym poradniku. Wybór należy dopasować do sytuacji, m.in. tego, czy jest łatwy dostęp do zbiornika wodnego, czy lepiej sprawdzi się pompa, której źródłem jest powietrze, a także do osobistych oczekiwań. Jednak w im więcej z przydatnych funkcji wyposażona jest pompa ciepła, tym z większym prawdopodobieństwem możemy osiągnąć komfort i wygodę. **Pompy ciepła marki ANDE mają wszystkie wymienione cechy**, warto zatem przyjrzeć im się bliżej i rozważyć ich zakup.

Więcej informacji o pompach ciepła ANDE znajdziecie tutaj:

<https://www.myande.pl/service/pompy-ciepala/>



ANDE

ARTYKUŁ SPONSOROWANY

ANG Klimatyzacja Sp. z o.o.
ul. Częstochowska 26, 32-085 Modlnica
tel. (12) 398-07-13
bok@myande.pl, www.angklimatyzacja.pl

Energooszczędne, ekologiczne i bezpieczne rozwiązania dla domu i biura



Pompy ciepła
ANDE
myande.pl

Rządowe dotacje do pomp ciepła

W 2023 r. właściciele nowych domów oraz istniejących domów i mieszkań mogą liczyć na dotacje do pomp ciepła w kilku programach rządowych – „Moje Ciepło”, „Mój Prąd”, „Czyste Powietrze” i „Ciepłe Mieszkanie”.

„Moje Ciepło” – zmiana ważnego wymogu

Właściciele nowych budynków mają do dyspozycji program „Moje Ciepło”. Obejmuje on dotacje do już zamontowanych i odebranych (nie wcześniej niż 1 stycznia 2021 r.) pomp ciepła w nowych domach, wypłacane jako zwrot części kosztów poniesionych na zakup, transport i montaż pompy ciepła powietrze/powietrze, powietrze/woda lub gruntowe (woda/woda lub grunt/woda). Klasa efektywności energetycznej pompy typu powietrze/woda lub grunt/woda musi wynosić min. A⁺⁺ dla temperatury zasilania 55°C, zaś dla pompy ciepła powietrze/powietrze – min. A⁺ dla klimatu umiarkowanego. Muszą to być urządzenia fabryczne nowe – data produkcji nie może być wcześniejsza niż 24 miesiące przed dniem montażu. Dotowane są tylko urządzenia grzewcze lub dwufunkcyjne (grzewcze i do produkcji c.w.u.), natomiast urządzenia wyłącznie do produkcji c.w.u. nie są objęte tym programem.

W przeciwieństwie do innych programów, określone warunki techniczne dotyczą nie tylko urządzeń, ale też budynku, w którym jest zamontowana pompa ciepła. Wskaźnik rocznego zużycia nieodnawialnej energii pierwotnej na ogrzewanie, chłodzenie, oświetlenie, wentylację oraz na produkcję c.w.u. (EP) ma wynosić **maks. 55 kWh/(m²·rok)**, czyli spełniać wymóg dla budynku pasywnego. Wartość wskaźnika EP musi być wskazana w projektowanej charakterystyce energetycznej budynku (dla domu w budowie) lub w świadectwie charakterystyki energetycznej. Dla porównania, standard WT 2021 wymaga, by wskaźnik EP dla nowego domu jednorodzinnego nie przekraczał 70 kWh/(m²·rok).



Programy dotacyjne na źródła ciepła w 2023 roku Fot. Unsplash

Dotacja na pompy ciepła powietrze/powietrze lub powietrze/woda wynosi do 7 tys. zł, zaś na pompy ciepła gruntowe – do 21 tys. zł. Kwota ta może stanowić do 30% kosztów kwalifikowanych, a dla posiadaczy Karty Dużej Rodziny – do 45% kosztów kwalifikowanych.

Pompy ciepła także w programie „Mój Prąd”

Rozpoczęty w kwietniu 2023 r. nabór w programie „Mój Prąd 5.0”, skierowany do jest do prosumentów montujących nie tylko mikroinstalację fotowoltaiczną o mocy od 2 do 10 kWh, ale też urządzenia dodatkowe. Podobnie jak w poprzednim naborze, inwestor może uzyskać dotację do **pompy ciepła na przygotowanie c.w.u.**, traktowanej jako magazyn ciepła. Wysokość dotacji do takiej pompy ciepła wynosi do 5 tys. zł i do 50% kosztów kwalifikowanych. Natomiast nowością są **dotacje do urządzeń grzewczych współpracujących** z instalacją PV – kolektorów słonecznych (do 3 tys. zł) i do pomp ciepła do ogrzewania.

Na pompy ciepła o podwyższonej klasie energetycznej grunt/woda lub woda/woda można otrzymać do 28,5 tys. zł, a na pompy ciepła powietrze/woda o podwyższonej klasie efektywności energetycznej – do 19,4 tys. zł. Urządzenia te muszą spełniać wymagania klasy efektywności energetycznej przy temperaturze zasilania 55°C minimum A⁺⁺. W przypadku pomp ciepła powietrze/woda, dla których można uzyskać dotację do 12,6 tys. zł, wymagana klasa efektywności energetycznej to minimum A⁺. Co ważne, dotacje nie przysługują na niskotemperaturowe pompy ciepła. Z kolei na pompy ciepła typu powietrze/powietrze można uzyskać dotację do 4,4 tys. zł. Urządzenia takie muszą spełniać wymagania klasy efektywności energetycznej min. A⁺ (dla klimatu umiarkowanego) w odniesieniu do ogrzewania pomieszczeń. Zakupione i montowane pompy ciepła muszą spełniać również wymogi określone w odpowiednich rozporządzeniach delegowanych wykonawczych do dyrektywy ErP.

Podobnie jak w poprzednim naborze, dotowane są także magazyny energii (do 16 tys. zł) oraz systemy zarządzania energią HEMS/EMS (do 3 tys. zł). Montując urządzenie dodatkowe (urządzenie grzewcze, magazyn ciepła lub magazyn energii), inwestor otrzymuje do 7 tys. zł na samą mikroinstalację PV. Inwestorzy, którzy wcześniej korzystali z programu „Mój Prąd”, przejdą na system net-billing i zamontują dodatkowe urządzenia, mogą uzyskać do 3 tys. zł dotacji (jako rodzaj wyrównania). Warunkami skorzystania z dotacji w najnowszym naborze są także: termin przyłączenia mikroinstalacji – po 1 lutego 2020 r., ale przed dniem złożenia wniosku, rozliczanie w systemie net billing lub przejście na ten system, podłączenie instalacji do sieci z licznikiem dwukierunkowym i umowa kompleksowa z operatorem sieci elektroenergetycznej uwzględniająca produkcję energii prosumenckiej. W budynku nie mogą pozostać źródła ciepła na paliwa stałe (z wyjątkiem kotłów na biomase drzewną o obniżonej emisyjności cząstek stałych ≤ 20 mg/m³ oraz kominków rekreacyjnych).

„Czyste Powietrze” z wyższymi kwotami dotacji i intensywnością dofinansowania

Najbardziej znanym programem dotacyjnym jest program „Czyste Powietrze” – rządowy program dofinansowania wymiany starych, nieefektywnych źródeł ciepła na nowoczesne oraz głębokiej termomodernizacji budynku, na co położono nacisk w aktualnej wersji programu, obowiązującej od 3 stycznia 2023 r. Program skierowany jest do odbiorców indywidualnych – właścicieli lub współwłaścicieli domów jednorodzinnych.

Pompy ciepła są rozwiązaniem premiowanym w obecnym naborze wniosków do programu „Czyste Powietrze”. Można uzyskać dofinansowanie na praktycznie każdy ich rodzaj, muszą być to jednak urządzenia nowe, dopuszczone do stosowania na terenie Unii Europejskiej (znak CE) i mające dokumentację zgodną z odpowiednimi rozporządzeniami europejskimi.

W przypadku pomp powietrze/powietrze muszą zostać spełnione wymagania klasy efektywności energetycznej min. A+ (dla klimatu umiarkowanego). W przypadku pomp powietrze/woda muszą zostać spełnione wymagania klasy efektywności energetycznej min. A+ (dla temperatury zasilania 55°C). Dodatkową kwotę dofinansowania na poziomie podstawowym można uzyskać dla pompy ciepła powietrze/woda, wybierając rozwiązania o podwyższonej klasie efektywności energetycznej (tj. A++ zamiast A+).

Beneficjentów programu podzielono na 3 grupy, zależnie od poziomu dochodu. Z poziomem dochodu wiąże się także poziom dofinansowania (najwyższe dla kompleksowej termomodernizacji wraz z mikroinstalacją PV):

- 66 tys. zł dla poziomu podstawowego (czyli kiedy roczny dochód wnioskodawcy wynosi do 135 tys. zł),
- 99 tys. zł dla poziomu podwyższonego (dochód maksymalny na osobę do 1894 zł w przypadku gospodarstw wieloosobowych i 2651 zł w przypadku gospodarstw jednoosobowych)
- 135 tys. zł dla poziomu najwyższego (dochód maksymalny na osobę do 1090 zł w przypadku gospodarstw wieloosobowych i 1526 zł w przypadku gospodarstw jednoosobowych).

Kwoty i intensywność dotacji, które można otrzymać na pompę ciepła, zestawiono w tabeli 1.

Warunkiem otrzymania dotacji na kompleksową termomodernizację jest przeprowadzenie audytu energetycznego oraz wykonanie wszystkich wskazanych w nim elementów. Na audyt można uzyskać dodatkową dotację w wysokości 1200 zł. Należy jednak wybrać wariant modernizacji wskazany w audycie, który gwarantuje zmniejszenie zużycia energii użytkowej (EU) na cele ogrzewania budynku o min. 40% lub do wartości nie większej niż 80 kWh/m²/rok. Koszt audytu nie wlicza się do limitu maksymalnej kwoty dotacji.

Dotację można otrzymać na przedsięwzięcia już rozpoczęte, a nawet zakończone – może ona objąć koszty kwalifikowane poniesione do 6 miesięcy przed dniem złożenia wniosku.

poziom	podstawowy	podwyższony	najwyższy
gruntowa pompa ciepła o podwyższonej klasie efektywności energetycznej	do 55% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 28 tys. zł	do 80% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 40,7 tys. zł	do 100% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 50,9 tys. zł
pompa ciepła powietrze/woda o podwyższonej klasie efektywności energetycznej	do 55% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 19,4 tys. zł	do 80% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 28,1 tys. zł	do 100% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 35,2 tys. zł
pompa ciepła powietrze/woda	do 40% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 12,6 tys. zł	do 70% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 22 tys. zł	do 100% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 31,5 tys. zł
pompa ciepła powietrze/powietrze	do 40% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 4,4 tys. zł	do 70% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 7,8 tys. zł	do 100% kosztów kwalifikowanych i jednocześnie do 11,1 tys. zł

Tabela 1. Maksymalne dotacje na pompę ciepła w programie „Czyste Powietrze”

„Ciepłe Mieszkanie” – trwają wypłaty dla beneficjentów końcowych

W programie „Ciepłe Mieszkanie” wnioski o dotację składają właściciele mieszkań w budynkach wielorodzinnych z indywidualnym pozaklasowym źródłem ciepła, kierując je do gminy, o ile uczestniczy ona w programie. Gminy najpierw pozyskują środki z NFOŚiGW, a potem ogłaszają nabory dla mieszkańców. Pierwszy nabór zakończył się w grudniu 2022 r. – mieszkańcy gmin uczestniczących w programie mogą składać wnioski do gminy. Kolejny nabór dla gmin planowany jest na koniec 2023 r. (co oznacza uruchomienie kolejnych środków w 2024 r.), w miarę dostępności środków. Środki mogą zostać przyznane na podłączenie do wspólnego efektywnego węzła cieplnego lub na zakup i montaż nowoczesnego, niskoemisyjnego źródła ciepła – w tym pompy ciepła powietrze/woda lub powietrze/powietrze. Dotacja przysługuje także na wykonanie instalacji c.o. i c.w.u., wymianę okien i drzwi, wykonanie wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła oraz sporządzenie dokumentacji projektowej. Jej wysokość zależy od dochodu, a beneficjenci podzieleni są na 3 grupy:

1. z dochodem do 120 tys. zł rocznie. Takim właścicielom mieszkań przysługiwać będzie podstawowy poziom dotacji w wysokości do **15 tys. zł** na lokal (do 30% kosztów kwalifikowanych inwestycji),
2. z dochodem na osobę w gospodarstwie wieloosobowym do 1673 zł, a w gospodarstwie jednoosobowym – 2342 zł. Dla tej grupy przeznaczono **do 25 tys. zł** (do 60% kosztów kwalifikowanych),
3. z dochodem do 900 zł na osobę w gospodarstwie wieloosobowym lub 1260 zł w gospodarstwie jednoosobowym. W tym przypadku dotacja będzie najwyższa – **do 37,5 tys. zł** na lokal (do 90% kosztów kwalifikowanych).

Dofinansowanie zwiększa o 5 pkt proc. dla przedsięwzięć realizowanych w miejscowościach znajdujących się na liście najbardziej zanieczyszczonych gmin, dostępnej na stronach programu „Ciepłe Mieszkanie” [<https://czystepowietrze.gov.pl/cieple-mieszkanie/>]

Co decyduje o wyborze pompy ciepła jako źródła ogrzewania i ciepłej wody użytkowej (CWU)?

Komfort użytkowania i niezawodność

Dużą zaletą pomp ciepła powietrze-woda jest ich dość łatwa adaptacja do nowo projektowanych i budowanych oraz modernizowanych budynków. Jednak tym, co ma decydujący wpływ na ich wybór, jest łatwość użytkowania i bezpieczeństwo ich niezawodnej pracy. Kluczową kwestią przy wyborze urządzenia staje się więc wieloletnie doświadczenie producenta w tworzeniu i projektowaniu systemów sprężarkowych pomp ciepła. Takim właśnie doświadczeniem może poszczycić się firma Toshiba, która w 1981 r. jako pierwsza na świecie wyprodukowała klimatyzator zasilany inwerterową sprężarką (o zmiennej mocy). Obecnie, od 2020 roku z sukcesem produkuje w Polsce innowacyjne i niezawodne pompy ciepła *ESTIA*. Jest to już szósta generacja pomp ciepła, a pierwsza z wykorzystaniem ekologicznego czynnika R32.

Strategia przeniesienia produkcji do Europy pozwoliła zminimalizować emisję dwutlenku węgla poprzez skondensowane łańcuchy dostaw, zapewniając jednocześnie krótkie terminy realizacji i dostaw w całej Europie, utrzymując przy tym znane i cenione wysokie standardy niezawodności marki Toshiba.



Innowacyjna pompa ciepła *ESTIA R32* stanowi atrakcyjną alternatywę dla konwencjonalnych systemów grzewczych, będąc odbiciem wyraźnego trendu napędzanego rosnącą świadomością zagrożeń klimatycznych i finansowych zachęt do wdrażania rozwiązań bardziej zrównoważonych środowiskowo. Ta zaawansowana pompa ciepła typu powietrze-woda, dzięki imponującym specyfikacjom wydajnościowym w zakresie ogrzewania pomieszczeń i produkcji ciepłej wody, pozwala znacząco obniżyć rachunki za energię w porównaniu do systemów opartych na kotłach gazowych, olejowych czy grzejnikach elektrycznych.



Optymalna temperatura przez cały rok w klasie A+++

Dzięki nowej, dwurotacyjnej sprężarce firmy Toshiba, wykorzystującej zaawansowaną technologię wtrysku cieczy, pompa ciepła *ESTIA R32* o najwyższej klasie energetycznej A+++ dostarcza wodę o temperaturze, która gwarantuje całoroczny komfort termiczny. Nawet w przypadku wyjątkowo niskich temperatur otoczenia jak -25°C pompa ciepła utrzymuje produkcję ciepłej wody na poziomie 62°C bez użycia grzałek elektrycznych¹⁾. Wiodąca na rynku wydajność nie wpływa przy tym negatywnie na charakterystyki w zakresie hałasu lub efektywności energetycznej – modele z serii *ESTIA R32*, o mocy od 4 do 14 kW, są najlepsze w swojej klasie pod kątem niskiego poziom hałasu i parametrów środowiskowych.

Zastosowanie	Efektywność energetyczna		Maks. temperatura wody na wyjściu
Ogrzewanie	A+++	SCOP do 4.65	COP do 5.20
CWU	A+	COP do 3.21	
			65°C @ +7°C ²⁾ 62°C @ -25°C ¹⁾

To samo odnosi się do produkcji ciepłej wody użytkowej (CWU), gdzie Toshiba oferuje zmodernizowany moduł hydrauliczny typu „All-In-One” ze zintegrowanym, nierdzewnym zbiornikiem CWU o pojemności 210 litrów. To idealne rozwiązanie dla nowo budowanych obiektów mieszkaniowych, które dzięki kompaktowym wymiarom W×S×G: 1700×595×670 mm i cichej pracy od 24 i 30 dB(A) @1m, umożliwia zabudowę również w przestrzeniach użytkowych.

Do projektów renowacyjnych, które mogą wymagać wymiany kotła gazowego, firma Toshiba ma w ofercie wyjątkowo kompaktowe – W×S×G: 700×450×235 mm, ważące 27 kg „Naścienne moduły hydrauliczne”, które mogą obsługiwać zewnętrzny zbiornik CWU.

Nawet przy wyjątkowo wysokich temperaturach zewnętrznych, dochodzących do +43°C, pompa ciepła *ESTIA R32* pozwala nadal wytwarzać CWU, zapewniając maksymalne oszczędności, co jest unikatową funkcjonalnością dostępną obecnie na rynku.

Ogrzewanie i produkcja CWU są uzupełniane przez zintegrowane grzałki elektryczne o mocy 3, 6 kW (jednofazowe) lub 6, 9 kW (trójfazowe), dzięki czemu możliwy jest najbardziej optymalny dobór wielkości pompy do zapotrzebowania.

TOSHIBA

ESTIA

TECHNOLOGIA I
FUNKCJONALNOŚĆ W
NOWYM WYDANIU

Ogrzewanie > Pompy ciepła powietrze - woda

Wszystkie jednostki *ESTIA R32* są wykonane jako urządzenia rewersyjne, stanowiąc optymalne rozwiązanie dla domów, które w sezonie letnim wymagają również chłodzenia.

Typy jednostek		Poziom ciśnienia akustycznego	Warunki pomiaru
Agregat zewnętrzny	4/6 kW	26 i 28 dB(A)	tryb cichy, odległość 5 m (2-kierunkowe pole swobodne)
	8/11 kW	32 i 35 dB(A)	
	14 kW	36 dB(A)	
Moduł hydrauliczny	All-In-One (1/2 stref)	24/30 dB(A)	odległość 1 m od jednostki
	naścienny	29 dB(A)	

Szybka instalacja i uruchomienie

Innowacyjnym rozwiązaniem jest stworzenie dedykowanego programu do uruchomienia pompy. Umożliwia on pełną konfigurację pompy ciepła *ESTIA* pod daną instalację. Tak stworzony plik konfiguracyjny wgrywa się do zainstalowanej pompy ciepła, oszczędzając czas uruchomienia.

Konstrukcja *ESTIA R32* umożliwia szybką i łatwą instalację oraz konserwację. Ultrakompaktowe jednostki hydrauliczne zapewniają dostęp od przodu do wszystkich komponentów wraz z prostym okablowaniem i połączeniami.

Dodatkowo dostępne jest nowe narzędzie programowania parametrów, umożliwiające nastawę parametrów pracy pompy ciepła na komputerze PC i wczytanie do uruchamianej jednostki, docenione przez instalatorów.

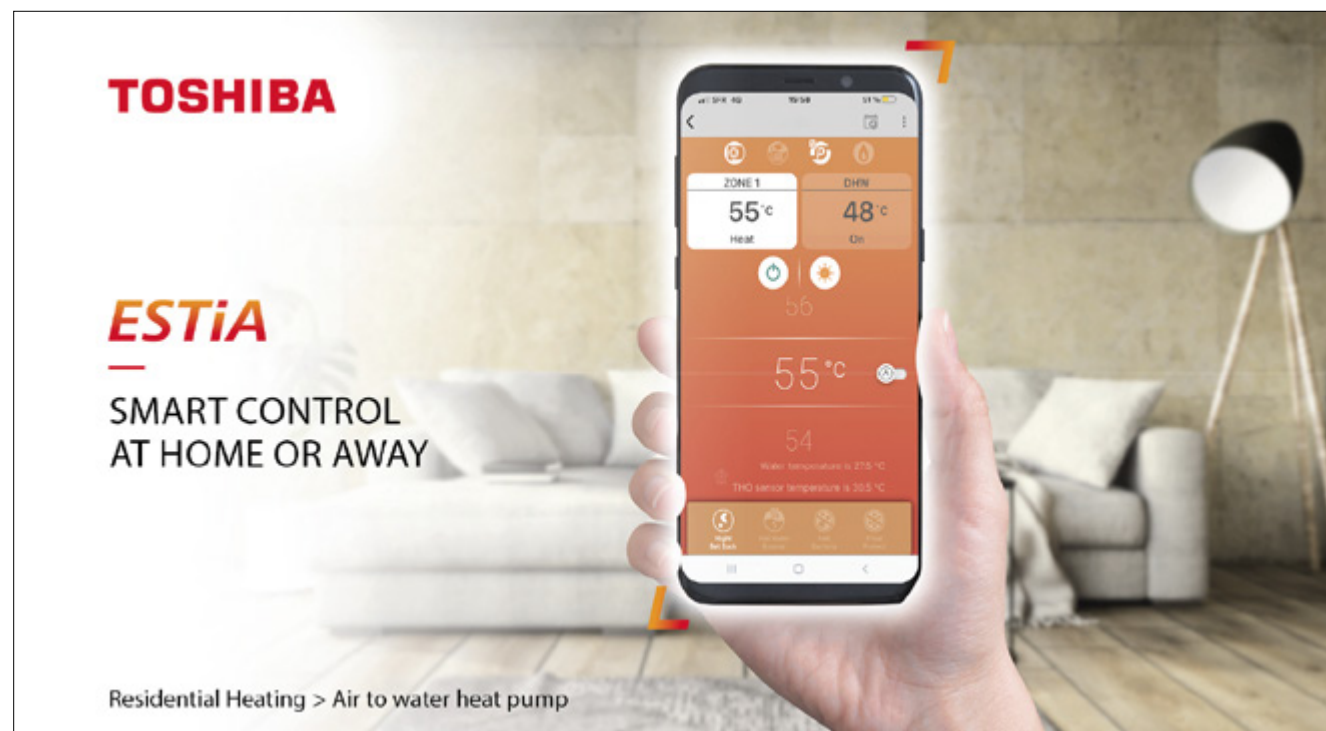
Wszystko pod kontrolą

Funkcyjny sterownik, umożliwiający kontrolę jednej lub dwóch stref oraz CWU, pozwala intuicyjnie obsługiwać różne funkcje, takie jak: tryb cichy, wyświetlanie zużycia energii czy rozbudowany harmonogram. Istotną kwestią jest możliwość aktywacji funkcji autoadaptacji (krzywa grzewcza), zapewniającej optymalny komfort w odniesieniu do zmian temperatury zewnętrznej, co ma przełożenie również na oszczędności.

works with the
Google Assistant

WORKS WITH
amazon alexa

- Monitorowanie energii,
- Głosowa kontrola z wykorzystaniem Asystenta Google lub Amazon Alexa,
- Wspólna aplikacja na smartfon/tablet do zarządzania ogrzewaniem i klimatyzacją Toshiba.



Inteligentne sterowanie za pośrednictwem interfejsu „Wi-Fi ESTIA R32” i aplikacji „Toshiba Home AC Control” umożliwia użytkownikom optymalizację komfortu termicznego na miejscu w domu lub zdalnie. Unikatowym rozwiązaniem jest kompatybilność aplikacji z głosowym sterowaniem za pośrednictwem Asystenta Google lub Alexa firmy Amazon.

Wprowadzając na rynek pompę ciepła *ESTIA R32*, Toshiba wzmacnia swoją pozycję lidera w zakresie efektywności energetycznej, innowacyjnych projektów i zrównoważonego rozwoju. Więcej informacji na stronie www.toshiba-hvac.pl

¹⁾ w odniesieniu do jednostek mocy 8 i 11 kW.

²⁾ w odniesieniu do jednostek mocy 8, 11 i 14 kW.

Autor: **Damian Tomkiewicz**, Dyrektor Techniczny TOSHIBA-HVAC

Toshiba
Al. Krakowska 22, Sękocin Nowy
05-090, Raszyn
+48 (22) 715-58-58
+48 (22) 715-58-62, tel. kom. 696 610 410
www.toshiba-hvac.pl, pompy.ciepla@estia.pl

TOSHIBA



TOSHIBA ESTiA

Ekologiczne, wydajne i niezawodne **pompy ciepła**



A+++ SCOP 4.65
COP 5.20



65°C przy +7°C
62°C przy -25°C



29dB(A)
dla modułu hydraulicznego



26 i 28 / 32 i 35 / 36 dB(A)
dla agregatów 4-6/8-11/14 kW



Zaprojektowane w Japonii



Wyprodukowane w Polsce

ZOBACZ WIĘCEJ:



toshiba-hvac.pl

#tworzymyklimat

Pompy ciepła i rekuperacja – nowy standard w domach od deweloperów?

W gotowych projektach domów, także tych najmniejszych („na zgłoszenie”), oraz w domach jednorodzinnych, bliźniaczych i szeregowych oferowanych przez deweloperów coraz większą uwagę zwraca się na efektywność energetyczną, wysoki standard użytkowania i obniżenie rachunków za energię. Istotną rolę w spełnieniu tych wymagań odgrywają instalacje grzewcze i wentylacyjne – przede wszystkim pompy ciepła i wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła.

Domy „na zgłoszenie”

Od 3 stycznia 2022 r. zgodnie z ustawą Prawo budowlane na podstawie zgłoszenia budowlanego (bez konieczności czekania na decyzję administracyjną, zatrudniania kierownika budowy czy prowadzenia dziennika budowy) można zbudować dom jednorodzinny o powierzchni zabudowy do 70 m² (dom dwukondygnacyjny z poddaszem użytkowym może mieć całkowitą powierzchnię użytkową do 90 m²) [1]. Na rynku pojawiła się zatem bogata oferta gotowych projektów takich domów (z możliwością indywidualnego dostosowania projektu).

Przybywa także ofert, w ramach których można wybrać rodzaj ogrzewania – od gazowego kotła kondensacyjnego po pompę ciepła powietrze/woda do ogrzewania i przygotowania c.w.u. Inwestor, który zdecyduje się na pompę ciepła, oprócz kosztów standardowego projektu pokrywa koszt przygotowania dokumentacji projektowej uwzględniającej to urządzenie (i zwykle także projekt ogrzewania podłogowego). Biuro oferujące gotowe projekty współpracuje zwykle z konkretnym dostawcą rozwiązań grzewczych, a klient zyskuje możliwość samodzielnego doboru i skonfigurowania urządzenia zgodnie ze swoimi potrzebami i oczekiwaniami (np. w zależności od liczby łazienek czy rodzaju planowanego ogrzewania). Przykładowo w przypadku domu dla czterech mieszkańców (dwie łazienki, powyżej czterech pomieszczeń) z ogrzewaniem grzejnikowym w konfiguratorze proponowana jest pompa ciepła powietrze/woda typu split (z zasobnikiem c.w.u. lub bez, zależnie od wskazanej opcji).



Przykład domu „na zgłoszenie” (do 70 m²) z opcją pompy ciepła jako źródła ciepła. Źródło: Pro-Arte

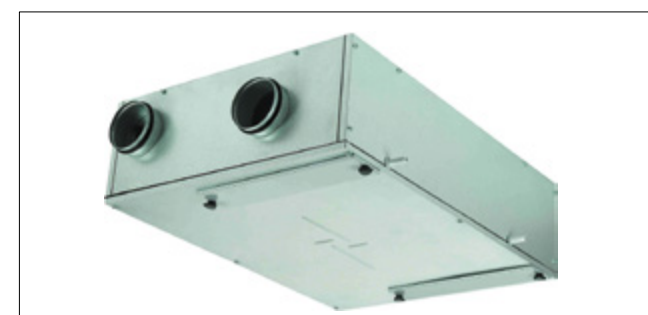
Pompy ciepła wybierane do domów „na zgłoszenie” mają znamionową moc grzewczą do 10 kW i współpracują z zasobnikiem c.w.u. o pojemności ok. 200 l. Ich ważnymi cechami są kompaktowa budowa i system ochrony przed zamarzaniem wymienników, co pozwala zarówno zwiększyć efektywność energetyczną, jak i zmniejszyć zapotrzebowanie na miejsce do montażu. Odpowiednia budowa łopatek wentylatora i inteligentna kontrola prędkości obrotowej umożliwiają cichą pracę zarówno przy pełnym, jak i częściowym obciążeniu. Wybór jednostki zewnętrznej o odpowiednich parametrach akustycznych ma szczególne znaczenie, jeśli odległość między pompą ciepła a granicą sąsiedniej działki jest niewielka. Zgodnie z prawem trzeba zapewnić odpowiednio niski poziom ciśnienia akustycznego na granicy działki (do 40 dB w nocy i do 50 dB w dzień) [2], co przy małych odległościach oznacza konieczność doboru cichej pompy, jej właściwego ustawienia względem przeszkód, a być może także zastosowania osłon akustycznych.

Ponieważ dom budowany „na zgłoszenie” musi spełniać standard WT 2021 (w zakresie zużycia energii EP < 70 kWh/m²/rok) [3], konieczne jest zastosowanie w nim nie tylko odpowiedniego rodzaju ogrzewania, ale też innych rozwiązań instalacyjnych, takich jak wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z odzyskiem ciepła (rekuperacja) czy panele fotowoltaiczne. Obecnie oferta rynkowa rozwiązań do wentylacji mechanicznej dla małych domów jest bardzo bogata i obejmuje np. urządzenia o małej wysokości (podwieszane), w których zastosowano jednak rozwiązania przyczyniające się do energooszczędności całego systemu wentylacyjnego oraz zachowania wysokich parametrów komfortu, m.in.: oczyszczanie powietrza nawiewanego na filtrach klasy F7, wentylatory EC z płynną regulacją w całym zakresie prędkości obrotowej i o niskim poziomie hałasu, wbudowany lub uzupełniający system regulacji umożliwiający także zdalne sterowanie czy system ochrony przed zamarzaniem.

Zastosowanie rekuperacji w domu „na zgłoszenie” jest korzystne także z punktu widzenia



Przykład doboru pompy ciepła powietrze/powietrze do domu „na zgłoszenie” (do 70 m² powierzchni „po obrysie”) w konfiguratorze urządzenia grzewczego. Źródło: Viessmann



Podwieszana centrala rekuperacyjna o wydanku do 410 m³/h (urządzenie zalecane do montażu przez jedno z biur oferujących gotowe projekty domów). Źródło: Vents

oszczędności miejsca – budynek wyposażony w rekuperację nie wymaga szachtów wentylacji grawitacyjnej ani wyprowadzenia kominów wentylacyjnych ponad połac dachową.

Zabudowa szeregowa

Także w ofercie deweloperów domów w zabudowie szeregowej można coraz częściej spotkać „tandem”, składający się z pompy ciepła typu split z przygotowaniem c.w.u. oraz centrali rekuperacyjnej – dla takich budynków z założenia projektuje się ogrzewanie podłogowe. Przykładowym rozwiązaniem dla domu o powierzchni użytkowej wynoszącej 132 m² jest pompa ciepła split powietrze/woda ze zintegrowanym podgrzewaczem c.w.u. o pojemności 210 l. Dla jednostki wewnętrznej z zasobnikiem c.w.u. przeznaczono specjalną wnękę w garażu. Zachowywane są przy tym zasady dotyczące odległości montażowych urządzenia zewnętrznego od głównych tras komunikacyjnych, prowadzących np. od drzwi wejściowych (ochrona przed powstawaniem marznących kałuż) oraz od granicy działki (ochrona własnej i sąsiedniej posesji przed hałasem). W przypadku rekuperacji podkreśla się nie tylko zwiększenie energooszczędności domu i obniżenie rachunków za energię, ale też aspekt jakości powietrza wewnętrznego, którą można dodatkowo zwiększyć np. poprzez montaż filtra antysmogowego. Oferując domy z tak zaplanowanym układem grzewczo-wentylacyjnym, deweloper szacuje, że standardowe roczne koszty ogrzewania, produkcji c.w.u. i pracy podstawowej wersji układu rekuperacji mogą wynieść ok. 3 tys. zł (przy cenach energii z końca 2022 r.). Odpowiednia automatyka i sterowanie pozwalają pompie ciepła i centrali wentylacyjnej współpracować ze sobą, są one także przygotowane do zasilania z własnej instalacji fotowoltaicznej.

W przypadku zabudowy szeregowej na działkach o sprzyjających warunkach gruntowych, np. na terenie Dolnego Śląska, deweloperzy stosują także gruntowe pompy ciepła – z wymiennikiem gruntowym zlokalizowanym pod fundamentami domów. Na osiedlach tego typu każdy dom jest niezależnym bytem, ma więc odrębną pompę ciepła. Takie rozwiązanie zastosowano np. na przedmieściach Oławy w domach na Osiedlu Reńskim – pracują tam pompy ciepła solanka/woda ze zintegrowanym zasobnikiem



Jednostka wewnętrzna pompy ciepła powietrze/woda typu split z zasobnikiem c.w.u. umieszczona w specjalnej wnęcie garażowej

Źródło: Sweet Home Solutions



Jednostki zewnętrzne pompy ciepła powietrze/woda typu split – przykład montażu w zabudowie szeregowej

Źródło: Sweet Home Solutions

c.w.u. o pojemności 200 l, o mocy grzewczej 5,82 kW dla parametrów B0/W35 (zasilaną instalację grzewczą stanowi ogrzewanie podłogowe). Gruntowe pompy ciepła zwiększają koszt inwestycji, ale znacznie obniżają koszty eksploatacji – także latem, kiedy umożliwiają chłodzenie pasywne, czyli efekt klimatyzacji bez nakładów energii elektrycznej. Ten sam producent jest także dostawcą central wentylacyjnych z odzyskiem ciepła. Zastosowane w domach Osiedla Reńskiego rekuperatory to wiążące centrale wyposażone w krzyżowo-przeciwprądowy wymiennik ciepła o sprawności temperaturowej nawet do 94%.

Również na Dolnym Śląsku, w pobliżu miejscowości Jawor, znajdują się także dwa osiedla – Piotrowice i Kamionka – bazujące na pompach ciepła o kolektorach gruntowych umieszczonych w odwiertach sięgających do 100 m głębokości. Zastosowano tam dwa modele pomp ciepła o maksymalnej mocy grzewczej 6 kW; jedna z nich ma funkcję chłodzenia pasywnego, czyli moduł chłodzenia z dodatkowym wymiennikiem. Oba modele wyposażono w zintegrowany zbiornik o pojemności 180 l ze stali nierdzewnej z wężownicą z tego samego metalu, co zapewnia higieniczne warunki przygotowania c.w.u.

Osiedla domów energooszczędnych

W różnych lokalizacjach w Polsce – na obrzeżach dużych miast i w mniejszych miejscowościach – można spotkać „osiedla domów energooszczędnych”. Jako korzyści dla mieszkańców wymieniane są m.in. zerowe rachunki za ogrzewanie, przygotowanie c.w.u. i uzyskanie energii, do czego przyczyniają się zastosowane instalacje – pompy ciepła (powietrze/woda typu split lub gruntowe), wentylacja mechaniczna z rekuperacją oraz mikroinstalacje fotowoltaiczne.

W Mławie powstało osiedle „Słoneczne Wzgórze” złożone z domów w zabudowie bliźniaczej. Każdy z nich wyposażony jest w system wentylacji z rekuperacją oraz pompę ciepła powietrze/woda o mocy grzewczej 8 kW (z możliwością modulowania w zakresie 3,5–8 kW dzięki wyposażeniu w sprężarkę inwerterową). Jednostki wewnętrzne wraz z wbudowanym zbiornikiem c.w.u. znajdują się na klatkach schodowych, a bezpośrednio nad nimi, na połaci dachowej, zlokalizowano jednostki zewnętrzne. Pompy ciepła mają możliwość produkowania wody grzewczej do 58°C, ale zasilają system ogrzewania podłogowego. Latem, dzięki wykorzystaniu chłodzenia aktywnego, mogą pełnić funkcję



Gruntowa pompa ciepła oraz rekuperator zastosowane w zabudowie szeregowej

Źródło: Stiebel Eltron

klimatyzacji. Do zasilania pomp ciepła i instalacji wentylacji mechanicznej służy mikroinstalacja fotowoltaiczna. Każdy dom dysponuje własnym przyłączem elektrycznym, a właściciele mają status prosumentów i korzystają z rozliczeń w systemie opustów. Na każdym segmencie (na dwóch połaciach dachowych) umieszczone jest 27 paneli PV o łącznej mocy 7,4 kWp.

Z kolei powstające w podkrakowskim Libertowie „Domy Przyszłości” to nowoczesne osiedle domów prefabrykowanych, w których zastosowano pompy ciepła powietrze/woda oraz system wentylacji mechanicznej (rekuperację). Za ogrzewanie i chłodzenie oraz przygotowanie c.w.u. odpowiadają pompy ciepła o wysokiej klasie efektywności energetycznej, współpracujące z ogrzewaniem podłogowym.

Kameralne „Osiedle Grabowe” w Dąbrowie Górniczej także nazywane jest osiedlem domów energooszczędnych. Inwestycja spółki Eco-House Solutions składa się z czterech budynków w zabudowie bliźniaczej, czyli ośmiu segmentów, każdy o 134 m² powierzchni użytkowej. Za rekuperację odpowiadają rozwiązania o bardzo małym zużyciu energii elektrycznej (o 15% niższym, niż określono w wymaganiach niemieckiego Passive House Institute). Za ogrzewanie, produkcję c.w.u. oraz chłodzenie aktywne odpowiada z kolei pompa ciepła typu split powietrze/woda z buforem i zasobnikiem c.w.u. o pojemności 300 l. Deweloper zwraca uwagę przede wszystkim na cichą pracę tych urządzeń.

Spojrzenie na koszty

Pod Wrocławiem powstaje osiedle domów jednorodzinnych i w zabudowie bliźniaczej „Osada Lubnów”. Wszystkie powstające tam budynki standardowo wyposaża się w pompę ciepła (współpracującą z ogrzewaniem podłogowym) oraz instalację fotowoltaiczną. Rozwiązaniem opcjonalnym, umożliwiającym dodatkowe obniżenie kosztów energii, jest zastosowanie w systemie wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej (dostępnej w standardzie) rekuperacji (odzysku ciepła). Przy koszcie domu wraz z działką wynoszącym ok. 1 mln zł dodanie rekuperacji na etapie samodzielnego konfigurowania projektu powoduje zwiększenie ceny całości



Osiedle Reńskie w Oławie. Panele PV są rozwiązaniem opcjonalnym, więc nie wszyscy mieszkańcy decydują się na jego zastosowanie. Źródło: Osiedle Reńskie



Wizualizacja „Osady Lubnów” pod Wrocławiem – wszystkie domy w standardzie wyposażone są w pompę ciepła i instalację fotowoltaiczną. Źródło: Salwirak

o 12 tys. zł (dla porównania: dodanie klimatyzacji jednostrefowej zwiększa koszt o 5 tys. zł).

Kupno od dewelopera domu z pompą ciepła i rekuperacją umożliwia uzyskanie rozsądnego kosztu inwestycji w przeliczeniu na 1 m² – można nie tylko zrezygnować z szachtów wentylacji grawitacyjnej, ale i rozsądnie zaplanować miejsce na pomieszczenie techniczne (rekuperator należy umieścić w pomieszczeniu ogrzewanym) i pompę ciepła. Optymalizacja kosztów jest istotna także z innego powodu – kupując taki dom od dewelopera, nie można liczyć na dotację z programu „Moje Ciepło” (skierowanego do osób fizycznych będących właścicielami nowych domów, które wyposażono w pompy ciepła). Wniosek o dotację musi bowiem złożyć osoba, na którą wystawiono pozwolenie na budowę lub figurująca w zgłoszeniu budowy, będąca jednocześnie właścicielem domu. W przypadku zakupu gotowego domu od dewelopera nie jest to możliwe – wnioskodawcą jest właściciel, a w pozwoleniu na budowę wpisywany jest deweloper.



Pompy ciepła i fotowoltaika na osiedlu „Domy Przyszłości” w Libertowie k. Krakowa. Źródło: HausWerk



Pompa ciepła typu split i rekuperator zastosowane na osiedlu domów energooszczędnych „Grabowe” w Dąbrowie Górniczej. Źródło: Vaillant

Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (DzU 2021, poz. 2351, z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (DzU 2014, poz. 112)
3. *Nowoczesne domy z pompami ciepła, rekuperacją w cenie!*, <https://slodkidom.com> (dostęp: 7.04.2023)
4. *O inwestycji „Osiedle Reńskie”*, <https://www.osiedle-renskie.pl/o-nas/> (dostęp: 7.04.2023)
5. Osiedle Reńskie, <https://www.stiebel-eltron.pl/pl/produkty-rozwiazania/nawosci-i-rozwiazania/referencje/osiedle-renskie.html> (dostęp: 7.04.2023)
6. *Osiedla domów z gruntowymi pompami ciepła NIBE*, <https://www.nibe.eu/pl/pl/wiedza/filmy/filmy-z-inwestycji/osiedla-z-gruntowymi-pompami-ciepła> (dostęp: 7.04.2023)
7. *Osiedle domów jednorodzinnych w Mławie z pompami ciepła NIBE SPLIT*, <https://www.nibe.eu/pl/pl/wiedza/filmy/filmy-z-inwestycji/osiedle-domow-w-mławie> (dostęp: 7.04.2023)
8. *Domy Przyszłości*, <https://domyprzyszlosci.pl> (dostęp: 07.04.2023)
9. *Osiedle Grabowe*, <https://e-hs.pl/osiedle-grabowe-dabrowa-gornicza> (dostęp: 7.04.2023)
10. *Osada Lubnów*, <https://www.salwirak.pl/inwestycje/domy-w-lubnowie> (dostęp: 07.04.2023)
11. *Strona informacyjna programu „Moje Ciepło”*, <https://mojecieplo.gov.pl> (dostęp: 7.04.2023)

Wygoda, na którą zasługujesz – pompy ciepła Heiko

Powietrzne pompy ciepła HEIKO to urządzenia do ogrzewania budynków, które w znaczący sposób przyczynią się do poprawy komfortu użytkownika w budynkach mieszkalnych. Dzięki wykorzystaniu energii odnawialnej pochodzącej z otoczenia, zapewniają energooszczędne ogrzewanie, które jest całkowicie bezobsługowe. Poznaj 10 powodów, dla których warto wybrać pompy ciepła Heiko.



Cicha praca

Pompy ciepła THERMAL Plus oraz THERMAL pracują na poziomie nawet 52 dB(A) na zewnątrz i 44 dB(A) w pomieszczeniu! Pompę ciepła możesz zamontować w kuchni, łazience, korytarzu czy w pomieszczeniu gospodarczym. Dzięki cichej pracy urządzenia nie będzie słychać – możesz spokojnie pracować lub odpoczywać. Pompy ciepła Heiko są również polecane do gęstej zabudowy i wąskich działek budowlanych. Emitując niski poziom hałasu, spełniają wszystkie normy prawne w tym zakresie, a tym samym ich praca nie przeszkadza sąsiadom.

Sterowanie Wi-Fi

Pompy ciepła HEIKO w standardzie wyposażone są w sterowanie Wi-Fi. Za pomocą intuicyjnej aplikacji My Heat Pump można sprawnie i szybko zmienić m.in. tryby pracy czy krzywe pogodowe. Warto jednak pamiętać, że pompy ciepła są urządzeniami bezobsługowymi – dobrze wysterowane przez instalatora urządzenie będzie automatycznie pobierać dane z otoczenia i dostosowywać parametry swojej pracy, by zagwarantować zadane parametry.

Dofinansowanie

Zarówno pompa ciepła THERMAL, jak i wersja THERMAL Plus znajdują się na tzw. Liście ZUM (Lista Zielonych Urządzeń i Materiałów) największego programu dofinansowań w Polsce dla budynków termomodernizowanych – „Czyste Powietrze”. Dostępność pomp ciepła Heiko w oficjalnej bazie urządzeń spełniających wymogi techniczne programu to gwarancja szybkiego i sprawnego rozliczenia dofinansowania. Na pompy ciepła można zyskać nawet do 31 500 zł! Oprócz programu „Czyste

Powietrze” warto zapoznać się z innymi możliwościami pozyskania dofinansowań na zakup i montaż pompy ciepła, np. ulgą termomodernizacyjną, programem „Moje Ciepło”, „Mój Prąd” czy też „Agroenergia”.

Pięć lat gwarancji

Wszystkie pompy ciepła Heiko do domu charakteryzuje wysoka jakość użytych komponentów, zaawansowane technologie i energooszczędna praca. Jeżeli pompa ciepła zostanie zamontowana przez jeden z Autoryzowanych Punktów Serwisowych, otrzymasz aż 5 lat gwarancji i pełne wsparcie serwisowe. Pompy ciepła Heiko to gwarancja sprawnego i rzetelnego serwisowania przez firmę, która dokonała pierwszego uruchomienia urządzenia. Co więcej, serwisant ma możliwość uzyskania zdalnego dostępu do pompy, a Ty zyskujesz szybką diagnozę ewentualnej usterki. To zapewnia nieprzerwane dostarczanie ciepła do Twojego domu.

Automatyczne dostosowanie do warunków pogodowych

Pompy ciepła Heiko THERMAL Plus i THERMAL wyposażono w funkcję sterowania pogodowego. Dzięki tej funkcji, pompa ciepła HEIKO automatycznie dostosowuje moc i temperaturę pracy do aktualnych warunków atmosferycznych panujących na zewnątrz. Pozwala to na oszczędność energii, a zatem także kosztów, które ponosi użytkownik. Dodatkowo funkcja ta gwarantuje jeszcze dłuższy czas użytkowania urządzenia.



Wydajna praca przy temperaturze -25°C

Zastanawiasz się, czy pompa ciepła poradzi sobie z ogrzaniem budynku podczas srogiej zimy? Pompy ciepła HEIKO sprawdzą się w każdych warunkach. Za sprawą szerokiego zakresu temperaturowego pompy THERMAL Plus i THERMAL mogą działać w trybie grzania w -25-45°C, a w trybie chłodzenia w 0-50°C. W praktyce oznacza to, że nawet gdy temperatura spadnie poniżej -20°C, pompa ciepła wydajnie ogrzeje budynek.

Oszczędność miejsca

Pompy ciepła HEIKO to urządzenia typu 3 w 1. Mogą ogrzać dom, przez cały rok podgrzewać ciepłą wodę użytkową, a także przyjemnie schłodzić pomieszczenia latem, podczas upałów. Dodatkowo konstrukcja Heiko THERMAL i THERMAL Plus jest kompaktowa. Takie rozwiązanie sprawia, że urządzenie zajmuje niewiele miejsca w budynku, nie potrzeba wyodrębniania kotłowni lub innego miejsca przeznaczonego na urządzenie grzewcze. Pompy nadają się do montażu zarówno w nowym, jak i modernizowanym budynku.

Jeszcze niższe zużycie energii

Pompy ciepła Heiko wyróżnia wysoka energooszczędność. Zarówno urządzenia THERMAL, jak i THERMAL Plus mają najwyższą klasę energetyczną w trybie grzania A+++.



Dokładna kontrola temperatury

Pompy Heiko są dostosowane do pracy z dwoma różnymi obiegami grzewczymi. Można połączyć je z grzejnikami oraz ogrzewaniem podłogowym, a dodatkowo ustawić na każdym z nich inną temperaturę. Dzięki precyzyjnemuysterowaniu temperatury użytkownik końcowy zyskuje maksymalny komfort w domu!

Keymark – certyfikat potwierdzający jakość

Certyfikat Keymark dla pomp ciepła Heiko THERMAL oraz THERMAL Plus – to europejski znak certyfikacyjny (certyfikat ISO typ 5) dla wszystkich rodzajów pomp ciepła, zgodnie z wymogami ekoprojektu – rozporządzeniem UE 813/2013 i 814/2013. Jakie korzyści płyną z certyfikacji Keymark dla pomp ciepła Heiko?

- Gwarancja jakości – świadectwo uznawane we wszystkich państwach europejskich;
- Potwierdzona zgodność z weryfikacją ekoprojektu – jeszcze większe możliwości;
- Pełna kontrola zarządzania jakością – zarówno produktu, jak i procesu produkcyjnego;
- Bezpieczeństwo – świadectwo przyznane przez niezależną organizację.

Refsystem Sp. z o.o.
ul. Metalowców 5, 86-300 Grudziądz
tel. +48 726 002 102
heiko@heiko.pl, <https://heiko.pl/>

HEIKO

dr inż. Marek Miara
Fraunhofer ISE, PORT PC



Pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych

Artykuł jest podsumowaniem wyników wieloletnich badań pracy instalacji prowadzonych w niemieckim Instytucie Fraunhofera ISE. 20-letni monitoring ponad 300 instalacji pozwolił m.in. obalić tezę, że pompy ciepła mogą pracować efektywnie jedynie w systemach grzewczych z ogrzewaniem podłogowym czy ściennym, i potwierdził, że efektywnie współdziałają one z grzejnikami. Zweryfikował także błędne przekonanie, że praca grzałek elektrycznych w okresach szczytowych powoduje wysokie koszty ogrzewania – z badań wynika bowiem, że jest to maks. 3% kosztów ogrzewania.

Czy pompy ciepła nadają się tylko do budynków jednorodzinnych?

Pompy ciepła znajdują wiele zastosowań. Sektor ogrzewania budynków jest najlepiej znanym obszarem ich zastosowania, ale pompy ciepła wykorzystywane są również w przemyśle, urządzeniach gospodarstwa domowego czy chociażby pojazdach elektrycznych. Wracając do budynków: pompy ciepła stosowane są obecnie przede wszystkim w domach jednorodzinnych, które stanowią (łącznie z „bliźniakami” i „szeregówkami”) ok. 90% budynków mieszkalnych w Polsce. Jednak to w budynkach wielorodzinnych znajduje się przeszło 60% wszystkich lokali mieszkalnych. Taka statystyka pokazuje, jak ważne dla osiągnięcia celów klimatycznych jest zastosowanie pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych, zarówno nowo budowanych, jak i istniejących.

Wyzwania

Pompy ciepła mogą być stosowane z powodzeniem również w budynkach wielorodzinnych. Potwierdzają to liczne przykłady w miastach zarówno europejskich, jak i azjatyckich, w różnych strefach klimatycznych. Jednak instalacja pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych jest zdecydowanie bardziej złożona niż w przypadku domów jednorodzinnych. Przeszkodami mogą być zarówno kwestie administracyjne, jak i techniczne. Przykładowo bardziej skomplikowana jest struktura własności budynków wielorodzinnych – mogą one należeć do miasta, spółdzielni mieszkaniowych lub właścicieli prywatnych. Zróznicowane pobudki tych właścicieli prowadzą często do podejmowania decyzji, które nie są optymalne pod względem ochrony klimatu. Inną barierą logistyczną może być np. duża

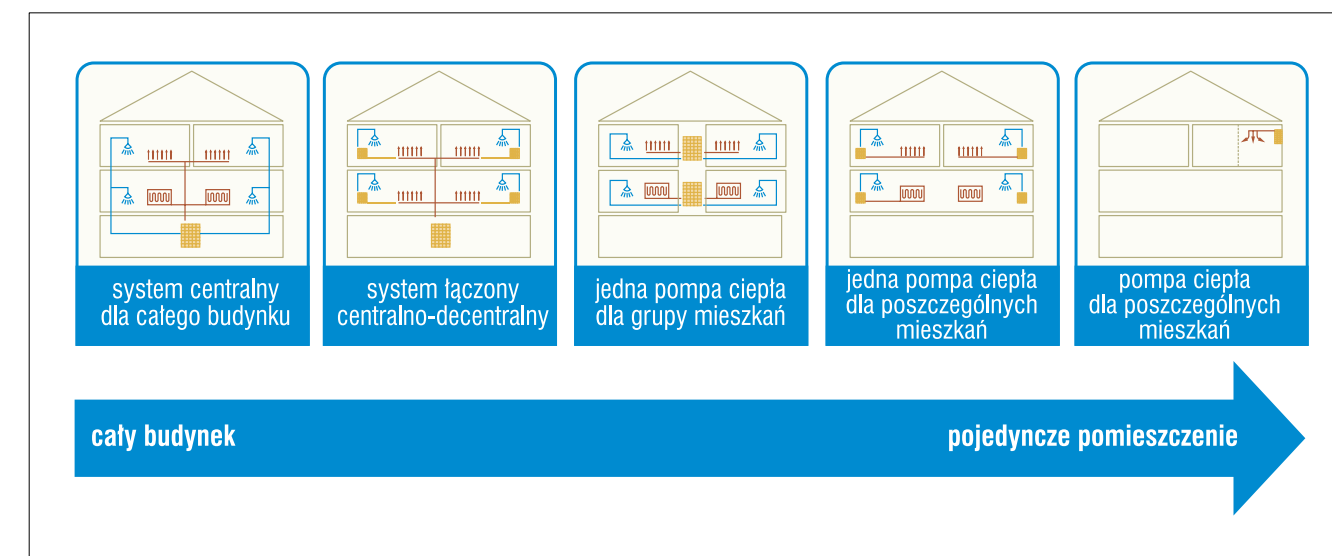
liczba mieszkań (oraz mieszkańców) i związane z tym trudności podczas przeprowadzania termomodernizacji zarówno powłok budynku, jak i systemu grzewczego.

Również z technicznego punktu widzenia zastosowanie pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych niesie ze sobą pewne wyzwania. Na przykład temperatury systemu grzewczego muszą być wyższe (szczególnie w rozwiązaniach centralnych) w porównaniu z budynkami jednorodzinnymi ze względu na straty ciepła przy jego rozprowadzeniu. Dotyczy to także ciepłej wody użytkowej. Większe jest również zapotrzebowanie na ciepło, a więc i moc grzewcza musi być większa. Wiąże się to z określonymi wymaganiami dotyczącymi źródeł ciepła, a co za tym idzie ograniczeniami związanymi np. z brakiem wystarczającej ilości miejsca na montaż.

Możliwe rozwiązania

Tym wyzwaniom może sprostać wiele istniejących rozwiązań technicznych, jednak wybór „właściwego”, ze względu na dużą liczbę dostępnych opcji, nie zawsze jest łatwy. Przykładowo problem wysokich temperatur ciepłej wody użytkowej niezbędnych dla zwalczania bakterii *Legionella* można rozwiązać dzięki zastosowaniu systemów decentralnych, systemów stacji „świeżej wody” lub technologii ultrafiltracji.

Do podjęcia decyzji przyda się możliwie prosta klasyfikacja dostępnych rozwiązań. Przedstawiony na **rys. 1** ich podstawowy podział powstał w wyniku realizacji międzynarodowego projektu „Annex 50 – pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych” w ramach prac Międzynarodowej Agencji Energii IEA. Znaczne uproszczenie zaproponowanego podziału sprawia, że nie jest on kompletny, pozwala jednak przejrzeć pogrupować istniejące rozwiązania. Rezultatem jest pięć „rodzin rozwiązań” zastosowania pomp ciepła w budynkach wielorodzinnych.



Rys. 1. Możliwe rozwiązania współpracy instalacji z pompami ciepła w budynkach wielorodzinnych

Źródło: projekt „Annex 50 – pompy ciepła w budynkach wielorodzinnych”

Możliwe rozwiązania sklasyfikowane zostały od „całego budynku” do „pojedynczych pomieszczeń”. Dokładny opis przedstawionych grup oraz dodatkowe rozwiązania w ramach każdej z „rodzin” rozwiązań znajdują się na stronie internetowej projektu Annex 50: <https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/solution-matrix/>

Zrealizowane instalacje

Również w ramach tego projektu powstała baza danych instalacji zrealizowanych w różnych europejskich krajach. Na **rys. 2** pokazano wycinek strony <https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/case-studies/> z interaktywną mapą, na której symbolicznie zaznaczono zebrane przykłady budynków wielorodzinnych z zainstalowanymi pompami ciepła. Szczególnie ciekawe są przykłady dotyczące budynków istniejących, często niepoddanych termomodernizacji. Baza danych poszerzana jest stale o nowe przykłady. Pozwala to pokazać również polskie realizacje – zainteresowane tą możliwością osoby proszone są o kontakt z autorem.

Jak zapewnić większy udział pomp ciepła w istniejących budynkach?

„Znaki są jednoznaczne. Koszt bezczynności będzie coraz większy. Musimy działać szybko, aby sprostać tym wyzwaniom” – to słowa prezydenta USA Joe Bidena, wygłoszone wiosną 2021 roku podczas otwarcia zorganizowanego przez niego szczytu klimatycznego. Zdanie to miało szerszy kontekst, ale opisuje również precyzyjnie sytuację w sektorze ogrzewania budynków. Aby osiągnąć ustalone cele klimatyczne, a w dalszej perspektywie neutralność klimatyczną, należy możliwie szeroko stosować dostępne rozwiązania zbliżające nas do osiągnięcia tych celów. Pompy ciepła są w tym kontekście technologią kluczową.

60% budynków mieszkalnych w Polsce ma więcej niż 40 lat. W wielu europejskich krajach odsetek ten jest jeszcze wyższy. Obrazuje to, jak ważna jest właściwa strategia energetyczna dla istniejących budynków. Jeśli to tylko możliwe, w pierwszej kolejności powinno zostać zredukowane ich zapotrzebowanie energetyczne. Jest to konieczne w perspektywie długoterminowej tak czy inaczej. Zdarza się jednak, że z wymianą systemu grzewczego budynków nie można czekać na ich wcześniejszą termomodernizację. Ten fakt jest często używany jako argument przeciwko pompom ciepła. Wyniki badań pokazują, że



Rys. 2. Baza danych zrealizowanych instalacji z pompami ciepła w różnych europejskich krajach, dostępna na <https://heatpumpingtechnologies.org/annex50/case-studies/>

założenie to jest błędne – pompy ciepła nie tylko można, ale i trzeba stosować w istniejących budynkach. Przemawiają za tym zarówno względy ekologiczne, jak i ekonomiczne.

To, co najważniejsze

Zacznijmy od aspektu najistotniejszego dla użytkowników – pompy ciepła są w stanie dostarczyć wymagane ciepło nawet podczas bardzo zimnych dni. Przeprowadzone analizy pokazują jednocześnie, że decydująca dla średniej efektywności instalacji z pompą ciepła jest nie najwyższa, lecz 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. Warto również wspomnieć o stosunkowo łatwych do zrealizowania i relatywnie tanich sposobach, które wspomagają efektywność pomp ciepła w istniejących budynkach. Może to być np. wymiana pojedynczych grzejników na tzw. grzejniki niskotemperaturowe. Nowoczesne grzejniki są w stanie przekazać do pomieszczeń tę samą ilość ciepła, potrzebując w tym celu znacznie niższej temperatury zasilania. Takie proste działania mogą być pierwszym krokiem w długoterminowym procesie termomodernizacyjnym. Każdy kolejny krok będzie zwiększał nie tylko energooszczędność budynku, ale i efektywność pompy ciepła.

Wyniki badań monitoringowych przeprowadzonych na ponad 300 instalacjach pomp ciepła w ostatnich 20 latach przez Instytut Fraunhofera ISE wyraźnie przeczą tezie, że pompy ciepła mogą pracować jedynie w systemach grzewczych z ogrzewaniem płaszczyznowym (podłogowym, ściennym czy sufitowym). Zaprzeczają temu nie tylko prawa fizyki, ale i tysiące instalacji pomp ciepła w sposób skuteczny i efektywny współdziałających z grzejnikami. W badaniach monitoringowych jedynie niewielka liczba analizowanych instalacji pomp ciepła w połączeniu z grzejnikami osiągała średnie wartości temperatury zasilania przewyższające 45°C.

Kolejnym często powtarzanym argumentem przeciw pompom ciepła jest rzekoma konieczność częstej pracy grzałek elektrycznych i związana z tym potencjalna „eksplozja” kosztów ogrzewania. Wyniki badań przeczą temu jednoznacznie. Zarówno teoria, jak i praktyka są ze sobą zgodne – w przypadku poprawnie zaplanowanych i zamontowanych instalacji z pompami ciepła grzałki elektryczne odgrywają jedynie marginalną rolę, a ich udział w całkowitym zużyciu energii elektrycznej nie powinien przekraczać 3% (często jest to nie więcej niż 1%). Ich 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.

Ocena ekologiczna pokazuje, że stosowanie pomp ciepła prowadzić będzie do znacznej redukcji emisji dwutlenku węgla w porównaniu z technologiami bazującymi na tzw. kopalnych źródłach energii, jak gaz ziemny czy węgiel. Zwiększenie udziału energii odnawialnej w krajowej produkcji energii

elektrycznej będzie ten trend znacząco pogłębiać. Już teraz w bilansie indywidualnym pompy ciepła osiągają znacznie lepsze wyniki ekologiczne niż kotły gazowe wspierane kolektorami słonecznymi, jeśli uwzględni się produkcję prądu z własnej instalacji fotowoltaicznej. Wyniki efektywności pomp ciepła uzyskane w projektach monitoringowych pokazują, że pompy ciepła działają w sposób ekologiczny zarówno w budynkach nowo budowanych, jak i istniejących.

Bez względu na stopień ekologiczności danej technologii, ma ona szansę na powodzenie wtedy, gdy jest ekonomicznie korzystna dla jej użytkowników. Uwzględniając dzisiejsze ceny, ogrzewanie pompą ciepła jest bardziej ekonomiczne od ogrzewania kotłem gazowym, jeśli pompa ciepła osiąga efektywność większą niż 3,0. Jeśli uwzględniona zostanie taryfa dedykowana pompom ciepła (G12w), oszczędności względem kotła gazowego wynoszą dla tej efektywności już ok. 100 zł miesięcznie. Podobny lub nawet większy efekt uzyskać można dzięki połączeniu pompy ciepła z instalacją fotowoltaiczną. Wzrost cen gazu ziemnego, np. na skutek dodatkowego podatku za emisję CO₂, jedynie tę tendencję pogłębia.

Podsumowując, można wyraźnie stwierdzić, że z punktu widzenia klientów końcowych nie ma powodów, aby czekać na dalszy rozwój technologiczny pomp ciepła przed zdecydowaniem się na tę technologię. Na rynku dostępna jest cała paleta produktów zaspokajających indywidualne wymagania.

Co zrobić, aby zwiększyć udział pomp ciepła w istniejących budynkach?

„A więc jest to możliwe, na co zatem czekamy?” – z technicznego punktu widzenia nie ma wielu powodów, aby nie instalować pomp ciepła w istniejących budynkach już dzisiaj. Z pewnością znalezienie odpowiedniego rozwiązania w niektórych przypadkach będzie trudniejsze niż w innych, ale nie zmienia to faktu, że **pompy ciepła pracują poprawnie zarówno w budynkach nowych, jak i istniejących. Niestety wiedza ta nie jest jeszcze szeroko rozpowszechniona wśród najważniejszych grup zawodowych, a więc architektów, doradców energetycznych, projektantów oraz instalatorów.**

Publikacja serii artykułów o wynikach badań pracy pomp ciepła w istniejących budynkach (<https://portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/>), była jednocześnie okazją dla autora do wielu rozmów z właścicielami domów chcącymi zmienić swój dotychczasowy system grzewczy. Treść tych rozmów często się powtarzała: inwestorzy byli przekonani do technologii pomp ciepła, ale mieli duże problemy ze znalezieniem odpowiednich fachowców chcących lub umiejących zainstalować pompę ciepła w istniejącym budynku. Sytuację tę należy uznać za godną pożałowania, a żeby ją zmienić, zmiany muszą się dokonać na wielu poziomach.

Rozwój technologiczny powinien pójść w kierunku szerszej palety produktów przeznaczonych dla istniejących budynków. Konieczne są przede wszystkim ustandaryzowane, kompleksowe

rozwiązania umożliwiające szybką i możliwie niedrogą instalację. Obok takich kierunków dalszego rozwoju, jak optymalizacja efektywności, obniżanie poziomu hałasu czy przejście na czynniki robocze przyjazne środowisku naturalnemu, to właśnie redukcja kosztów powinna znaleźć się wśród priorytetów rozwojowych. Koszty inwestycyjne są obecnie niestety częstym kryterium wykluczającym pompy ciepła w procesie decyzyjnym. Kolejnym ważnym aspektem jest uproszczenie procesu instalacyjnego pomp ciepła. Pomogą w tym zapewne narzędzia i metody powiązane z cyfryzacją oraz zastosowaniem sztucznej inteligencji.

Właściwie na wszystkich rynkach, a w szczególności tych z szybkim rozwojem, kluczowym aspektem nie będzie technologia sama w sobie, ale dostępność siły fachowej. Rozwiązanie tego problemu wymaga działań na wielu płaszczyznach i należy podejść do tego długoterminowo. Już teraz konieczna jest odpowiednia oferta edukacyjna oraz szkoleniowa.

Poziom instytucjonalny odpowiedzialny jest za wysyłanie odpowiednich impulsów. Nowe, ambitne cele klimatyczne nie są możliwe do spełnienia bez żelaznej konsekwencji oraz odważnych decyzji. Stosunek cen kopalnych źródeł energii do energii elektrycznej musi ulec zmianie w celu wypromowania odpowiednich rozwiązań technologicznych. Przykładem takiego działania może być wprowadzony w Niemczech podatek od emisji dwutlenku węgla, podrażający użycie gazu ziemnego czy oleju opałowego. W przyszłości nie obejdzie się również bez ustawowych zakazów montowania czy stosowania niektórych technologii.

Więcej na: <https://portpc.pl/pompy-ciepla-w-istniejacych-budynkach/>

Monoblok FHA

– nowa pompa ciepła w ofercie WOLF

WOLF, niemiecki producent urządzeń grzewczych i wentylacyjnych, wprowadza na polski rynek nową pompę ciepła powietrze/woda typu monoblok. WOLF FHA to pompa z ekonomicznej serii Functionline, oparta na czynniku R32, w mocach od 5 do 14 kW (dla parametrów A-7/W15). Jej główne zastosowanie to nowe budownictwo. Jednak dzięki osiąganym temperaturom zasilania do 60-65°C (w zależności od temperatury zewnętrznej) pompa może być montowana także w budynkach modernizowanych. To idealne źródło ogrzewania zarówno do małych domków jednorodzinnych, ale także do domów wielorodzinnych o zapotrzebowaniu ciepła do 70 kW, gdzie można zastosować układ kaskadowy do 5 urządzeń.



Instalacja pompy może być prosta

Monoblokowe pompy ciepła to najczęściej urządzenia z jednostką zewnętrzną i sterownikiem umieszczonym wewnątrz budynku. WOLF proponuje inne rozwiązanie. Monoblock FHA to jednostka zewnętrzna oraz jednostka wewnętrzna w standardzie. Dzięki takiemu rozwiązaniu wszystkie

niezbędne elementy hydrauliczne: zawór trójdrożny, pompa obiegowa i grzałka elektryczna (o mocy 6 kW) są zamontowane w jednostce wewnętrznej. To olbrzymie ułatwienie dla instalatora, który nie musi martwić się, jak te elementy dobrać i jak je zamontować. To także gwarancja, że wszystkie elementy będą ze sobą idealnie współpracować. Dodatkowa zaleta to estetyczna kotłownia, zamknięta na minimalnej powierzchni.



Jednostka zewnętrzna pompy FHA zamknięta jest w solidnej, metalowej obudowie, odpornej na trudne warunki atmosferyczne. Wykonanie w uniwersalnym, szarym kolorze sprawia, że pompa wkomponowuje się stylistycznie w różne nowoczesne elewacje, zawsze wyglądając elegancko. Takie solidne wykonanie wpływa także na głośność urządzenia. FHA jest cicha, co daje możliwość jej zamontowania także blisko granicy działki.

Kolejne ułatwienie dla instalatora, to prostota montażu pompy WOLF FHA, którą wystarczy zamontować na fundamencie. Przyłączenie elektryczne do urządzenia można wykonać po zdjęciu jednego fragmentu obudowy, bez konieczności otwierania całej jednostki zewnętrznej. Przyłącza hydrauliczne umieszczone z tyłu pompy można połączyć na wprost budynku lub korzystając z szerokiego wachlarza akcesoriów, wykonując przejście przez ścianę lub pod/przez fundament budynku. Przyłącza elektryczne i komunikacyjne to w zasadzie wszystko, co trzeba zrobić, montując pompę FHA.

Jednostka wewnętrzna WOLF FHA wyróżnia się optymalnie skomponowaną przestrzenią, która zapewnia wygodę przy czynnościach serwisowych. Na etapie montażu skrzynka przyłączeniowa

może być wysunięta, żeby było łatwiej okablować pompę ciepła. Znaczne ułatwienie to także stosowne oznaczenia wszystkich wtyczek. Jednostka wewnętrzna może mieć też postać centrali, z wbudowanym zasobnikiem ciepłej wody użytkowej (w dwóch wariantach wielkości) oraz zasobnikiem buforowym (tzw. lodówka). To kompaktowe rozwiązanie zajmuje nie więcej niż 1 m² powierzchni kotłowni.

Pompa WOLF FHA oferuje więcej możliwości, np. możliwość podłączenia czujnika punktu rosy, żeby pompą chłodzić (standard w rozwiązaniach WOLF). Można podłączyć też dodatkową pompę obiegową oraz system SmartGrid, z którym wykorzystanie prądu z fotowoltaiki będzie znacznie efektywniejsze.

Monoblok FHA w standardzie obsługuje ogrzewanie, produkcję ciepłej wody oraz chłodzenie budynku. Urządzenie może pracować hybrydowo z kotłem gazowym lub olejowym, zarówno marki WOLF, jak i innych producentów.

Wyjątkowość oferty WOLF to także możliwość tworzenia całych systemów opartych na rozwiązaniach WOLF. Pompa może współpracować np. z centralą rekuperacyjną, z którą się komunikuje. Klient otrzymuje możliwość sterowania całą instalacją za pomocą sterownika umieszczonego na ścianie lub w urządzeniu (BM-2), albo w aplikacji dostępnej na urządzenia mobilne oraz w wersji przeglądarkowej (Wolf Smartset).

WOLF Technika Grzewcza
ul. Sokołowska 36, 05-806 Sokołów
e-mail: wolf@wolf-polska.pl, www.wolf.eu
tel. +22 720 69 01

fb: <https://www.facebook.com/WolfDomzDobraEnergia>

Linkedin: <https://www.linkedin.com/company/wolf-technika-grzewcza-sp-z-o-o-/>



ARTYKUŁ SPONSOROWANY

NOWOŚĆ!

WOLF

FHA – Monoblok

Odkryj zalety monoblokowej pompy ciepła powietrze / woda



- Szeroka gama zastosowań, możliwa moc do 70 kW
- Dostępna również jako kompletne rozwiązanie: Centrala FHA
- Doskonała współpraca z systemami WOLF, możliwość zastosowania jako Hybryda
- Łatwa instalacja
- Długa żywotność i wysoka niezawodność działania



Link do produktu

Czynniki chłodnicze dla pomp ciepła

Na rozwój technologii pomp ciepła w najbliższych latach duży wpływ będzie miało znowelizowane rozporządzenie F-gazowe, ponieważ określi ono, jakie czynniki chłodnicze będą stosowane w nowych pompach ciepła w perspektywie najbliższych 10 lat. Ostateczny kształt tego rozporządzenia znacznie wpłynie na rozwój branży.

Nowelizacja rozporządzenia F-gazowego jest obecnie przedmiotem gorących i trudnych negocjacji trójstronnych w Unii Europejskiej – zakończenie „trilogu” między Komisją Europejską, Radą UE i Parlamentem Europejskim zaplanowano na 9 lipca 2023 roku [1].

Rolą rozporządzenia F-gazowego, czyli Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 [2], do polskiego porządku prawnego wprowadzonego przez tzw. ustawę F-gazową [3], jest zmniejszenie wpływu na klimat fluorowanych gazów cieplarnianych (F-gazów), do których należą gazy syntetyczne stosowane jako czynniki chłodnicze w technice chłodniczej, klimatyzacyjnej i pomp ciepła. Syntetyczne czynniki chłodnicze – np. wciąż popularny w pompach ciepła czynnik R410A – są gazami o dobrych właściwościach technicznych i użytkowych, cechują się jednak wysokim potencjałem tworzenia efektu cieplarnianego (GWP), np. w przypadku czynnika R410A $GWP = 2088$. Jednym ze środków zapisanych w rozporządzeniu F-gazowym jest całkowite wycofywanie (*phase out*) czynników chłodniczych o wysokim GWP z niektórych branż lub grup urządzeń wprowadzanych na rynek, zgodnie z określonym harmonogramem czasowym. Do tej pory rozporządzenie F-gazowe nie obejmowało pomp ciepła (z wyjątkiem pomp ciepła powietrze/powietrze, czyli klimatyzatorów z funkcją grzania). Jednak sytuacja ta ma się znacząco zmienić. Kończą się właśnie prace nad przeglądem i nowelizacją tego rozporządzenia – trwają negocjacje trójstronne, które mają zakończyć się 19 lipca 2023 r. Nie wiadomo zatem do końca, jaki kształt ostatecznie przybierze znowelizowane rozporządzenie. **Wyniki** propozycja Komisji Europejskiej obejmowała zakazy **wprowadzania do obrotu:**

- monoblokowych pomp ciepła zawierających czynniki o $GWP \geq 150$ od 1 stycznia 2025 roku;
- pomp ciepła typu split o napełnieniu < 3 kg, zawierających czynnik o $GWP \geq 750$ od 1 stycznia 2025 roku;
- pomp ciepła typu split o napełnieniu ≤ 12 kW, zawierających czynnik o $GWP \geq 150$ od 1 stycznia 2027 roku (z wyjątkiem sytuacji, w których warunki bezpieczeństwa nie pozwalają na inne rozwiązanie);

- pomp ciepła typu split o napełnieniu ≥ 12 kW, zawierających czynnik o $GWP \geq 750$ od 1 stycznia 2027 roku (z wyjątkiem sytuacji, w których warunki bezpieczeństwa nie pozwalają na inne rozwiązanie) [1, 4].

Powyższe propozycje spowodowały znaczny opór branży, a plany zostały ocenione jako zbyt ambitne czy blokujące rozwój przemysłu. Europejskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła (European Heat Pump Association – EHPA) zaproponowało, by urządzenia poddawane kolejnym restrykcjom podzielić na 4 jednoznaczne kategorie (split i monoblok o mocy grzewczej poniżej i powyżej 12 kW), a przede wszystkim – by przesunąć termin wejścia zakazów w życie do 2029 r. lub nawet 2030 r. Inne podziały i późniejsze daty obowiązywania zakazów – głównie za sprawą nacisków wywieranych przez środowiska branżowe – proponują także pozostałe strony trilogu, czyli Parlament Europejski i Rada Unii Europejskiej [4].

Jednak niezależnie od tego, jaką formę ostatecznie przybierze legislacja, pewne są następujące zjawiska [4]:

- znowelizowane rozporządzenie F-gazowe nie wpłynie na sprzedaż urządzeń już dostępnych na rynku i na serwis pracujących urządzeń, dotyczy bowiem urządzeń wprowadzanych do obrotu;
- przyszłość branży pomp ciepła należy do urządzeń pracujących z czynnikami o bardzo niskim GWP;
- harmonogram *phase out* w znaczący sposób wpłynie na branżowy wyścig technologiczny.

Czynniki o $GWP < 750$

Dla rynku pomp ciepła split – zarówno tych najmniejszych, jak i tych większych – nowa wersja rozporządzenia może oznaczać dalszy wzrost popularności urządzeń na czynnik R32 (difluorometan, CH_2F_2) – jednoskładnikowy czynnik o $GWP = 675$. Począwszy od 2017 r. stopniowo wdrażają go niemal wszyscy producenci klimatyzatorów i coraz więcej producentów pomp ciepła. R32 stanowił główny składnik mieszaniny tworzącej czynnik R410A. Jako samodzielny czynnik R32 cechuje się dobrymi właściwościami użytkowymi, m.in. wymaga mniejszego napełnienia urządzenia niż czynnik R410A – dla urządzenia o tej samej wydajności chłodniczej potrzeba nawet o 15–30% czynnika R32 mniej. Ma lepszą przewodność cieplną i mniejszą lepkość, a zatem większą wydajność chłodniczą i efektywność energetyczną. Napełniona tym czynnikiem pompa ciepła może mieć klasę A⁺⁺⁺. Stosowanie tego czynnika ułatwia też pracę instalatora – ponieważ jest to czynnik jednorodny, można go ładować zarówno w stanie ciekłym, jak i gazowym, podczas gdy R410A – tylko w stanie ciekłym. Natomiast wcześniej nie był stosowany jako samodzielny czynnik ze względu na tzw. lekką palność, czyli klasę bezpieczeństwa A2L zgodnie z normą PN-EN 378 [5]. Lekka palność nie stanowi problemu podczas normalnej, prawidłowej eksploatacji urządzenia, wymaga jednak

stosowania odpowiednich środków ostrożności. Dotyczy to m.in. minimalnej wielkości obsługiwanego pomieszczenia, odpowiedniej wentylacji, detekcji nieszczelności czy reżimu prac instalacyjnych i konserwacyjnych.

Czynniki o GWP < 150

Jedynym obecnie wprowadzonym na rynek czynnikiem chłodniczym z grupy F-gazów o GWP < 150 jest R454C (GWP = 146), stanowiący mieszaninę czynników R32 i R1234yf. Jest on aktualnie stosowany w pompach ciepła tylko przez jednego dużego producenta. Cennymi właściwościami użytkowymi pomp ciepła opartych na tym czynniku są także stosunkowo wysoki COP oraz możliwość przygotowania wody grzewczej o temperaturze nawet do 75°C bez dodatkowego źródła ciepła. Podobnie jak czynnik R32, również R454C cechuje się „lekką palnością”.

Z kolei wysoką palnością (klasa bezpieczeństwa A3) cechuje się czynnik chłodniczy R290 (propan o odpowiedniej czystości), który jednak traktowany jest jako rozwiązanie przyszłościowe dla sektora pomp ciepła, ze względu na GWP = 3. Propan (C_3H_8) nie podlega ustawie F-gazowej [3]: nie dotyczy go obowiązek kontroli szczelności ani inne obostrzenia wynikające z tej ustawy. Dzięki dobrym właściwościom termodynamicznym czynnika R290 pracujące z nim urządzenia mogą zapewnić temperaturę wody grzewczej na zasilaniu do 70°C (przy temperaturze zewnętrznej nawet do -10°C) oraz zużywać niewiele energii do zapobiegania zamarzaniu wymienników ciepła. Właściwości te pozwalają uzyskać dla pomp ciepła na R290 COP nawet o 20–40% wyższy niż w wypadku ich odpowiedników na czynniki syntetyczne.

Zasadniczym wyzwaniem związanym z propanem pozostaje palność tego czynnika. Jako czynnik łatwopalny propan zaliczany jest do substancji niebezpiecznych, a zawierające go urządzenia podlegają zapisom dyrektywy w sprawie urządzeń ciśnieniowych (Pressure Equipment Directive – PED) [6]. Muszą więc spełniać wyższe wymagania ciśnieniowe, aby zminimalizować prawdopodobieństwo wystąpienia awarii i wycieku czynnika chłodniczego. Normą częściowo zharmonizowaną z tą dyrektywą jest PN-EN 378 [5]. Mówi ona m.in., że w strefie przebywania ludzi z normalną wentylacją naturalną można bez ograniczeń użytkować urządzenia o napełnieniu czynnikiem palnym (np. propanem) poniżej 150 gramów, fabrycznie napełnione i hermetycznie zamknięte. Natomiast dla urządzeń o większym napełnieniu norma określa pojęcie maksymalnego napełnienia czynnikiem roboczym, które oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$m = 2,5 \cdot LFL^{1,25} \cdot h \cdot A^{0,5}$$

$$m_{R290} = 0,04 \cdot h \cdot A^{0,5}$$

gdzie:

m – maksymalne napełnienie instalacji czynnikiem roboczym, kg;

LFL – dolna granica wybuchowości, kg/m³ (dla propanu LFL=0,038 kg/m³);

h – wysokość zamontowania jednostki, m (0,6 m – podłogowa, 1,0 – okienna; 1,8 – ścienna; 2,2 – sufitowa);

A – powierzchnia podłogi, m².

Z tego względu pompy ciepła na propan przeznaczone dla mieszkalnictwa oferowane są najczęściej jako napełnione fabrycznie i hermetycznie zamknięte urządzenia monoblokowe w wykonaniu zewnętrznym. Maksymalne napełnienie czynnikiem chłodniczym zależy od klasy (dostępności) pomieszczenia, usytuowania komponentów instalacji chłodniczej względem przestrzeni użytkowej oraz kategorii systemu chłodniczego – w odniesieniu do tych czynników norma PN-EN 378 [5] przewiduje 18 ograniczeń napełnienia.

W konstrukcjach pomp ciepła z zastosowaniem czynników palnych uwzględnia się nie tylko odpowiednio niskie napełnienie czynnikiem chłodniczym, ale też środki bezpieczeństwa zapobiegające m.in. tworzeniu się atmosfery wybuchowej [7], a w praktyce – rozszczelnieniu układu chłodniczego, wyciekowi substancji palnej poza obręb systemu czy powstaniu warunków do zapłonu. Zwiększenie szczelności obudowy obejmuje m.in. ochronę przed uszkodzeniami mechanicznymi, zapobieganie drganiom i wibracjom urządzenia oraz zapobieganie rezonansowi rur. Większe urządzenia (napełnienie powyżej 2,5 kg czynnika) wymagają np. ogrodzenia z napisami „propan” i znakami ostrzegawczymi.

Pompy ciepła na propan nie muszą natomiast być urządzeniami zgodnymi ze standardem ATEX [8], ponieważ nie są przewidziane do pracy w atmosferach wybuchowych (w trakcie normalnego działania nie występuje atmosfera wybuchowa). Standard ATEX muszą jednak spełniać poszczególne podzespoły mające bezpośredni kontakt z czynnikiem chłodniczym, np. sprężarką.

Pompy ciepła na R744

Jednym z niewielu niepalnych, nietoksycznych i cechujących się niskim GWP czynników chłodniczych, który sprawdzi się także w pompach ciepła, jest dwutlenek węgla (R744) o GWP = 1. Jako czynnik chłodniczy cechuje się wysoką efektywnością, ponieważ schładza się stopniowo (czyli bez skraplania) i zapewnia przygotowanie wody grzewczej o temperaturze ponad 60°C przy zachowaniu wysokiego współczynnika COP.

Specyfika dwutlenku węgla powoduje, że pracuje on pod bardzo wysokimi ciśnieniami, co oznacza konieczność zastosowania odpowiednich podzespołów (sprężarek, wymienników ciepła i chłodnic gazowych), wpływających na wysokie koszty pomp ciepła na R744 zarówno z punktu widzenia producenta, jak i odbiorcy końcowego. Dlatego najczęściej są one stosowane w dużych inwestycjach, np. w systemach ciepłowniczych – np. w Danii pompa o wydajności grzewczej 50 MW wytwarza ciepło systemowe z wykorzystaniem wody morskiej jako dolnego źródła ciepła [9].

Przyszłość pomp ciepła

Upowszechnienie pomp ciepła na „nowe” czynniki może wymagać dodatkowych programów wsparcia – dotacji i kredytów. Takie rozwiązanie zastosowała w 2002 r. Japonia, której rząd dotował rozwiązania „podnoszące niezależność energetyczną”, dzięki czemu w marcu 2016 r. liczba małych pomp ciepła na R744 przekroczyła 5 mln [10]. W Polsce mamy coraz więcej programów dotacyjnych do pomp ciepła, a wśród oczekiwań branży co do rozwoju tego rodzaju programów wymienia się podwyższanie poziomu dofinansowania w przypadku wybrania przez inwestora pompy ciepła na czynnik chłodniczy o niskim GWP.

Literatura

1. Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych zmieniające dyrektywę (UE) 2019/1937 i uchylające rozporządzenie (UE) nr 517/2014. COM(2022) 150 final 2022/0099(COD), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52022PC0150&from=EN> (dostęp: 15.06.2023).
2. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006 (Dz.Urz. UE nr L 150/195 z 20.05.2014)
3. Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (t.j. Dz.U 2019, poz. 2158)
4. Kałużny Robert: Zmiany w rozporządzeniu f gazowym i ich wpływ na rynek pomp ciepła. Wystąpienie na XI Kongresie PORT PC, Kraków 2023. <https://portpc.pl/materialy-2023/> (dostęp: 21.06.2023)
5. PN-EN 378 Instalacje chłodnicze i pompy ciepła. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska
6. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/68/ UE z dnia 15 maja 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE nr L 189/164 z 27.06.2014)
7. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz.U 2010, nr 138, poz. 931)
8. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE nr L 96/309 z 29.03.2014)
9. MAN Energy Solutions to deliver first cross-sectoral ETES Heat-Pump system, informacja prasowa firmy MAN Energy Solutions z 4.02.2021
10. Saito Kiyoshi, Task 1 Market Overview. Country Report Japan (Technology Collaboration Program on Heat Pumping Technologies). Heat Pump Centre, Boras 2019



**Złoty Medal Targów
OZE 2023**



**Najwyższe na rynku
COP 5,5**

GWARANCJA
na obudowę urządzenia

25
lat

Protected by
Magnelis®

**Powłoka Magnelis®
zapewnia niezrównaną
odporność na korozję**





Pompa ciepła Gree All in One – idealna dla domów jednorodzinnych

Ostatnie lata to gwałtowny wzrost popularności pomp ciepła do ogrzewania budynków jednorodzinnych. Zgodnie z danymi PORT PC dla Polski pierwsza połowa roku 2022 to zwiększenie sprzedaży pomp ciepła aż o 136% w stosunku do tego samego okresu w 2021 r. Co więcej, Polska pod tym względem jest zdecydowanym liderem, znacznie wyprzedając w zestawieniu kolejne Finlandię (79,3%) i Holandię (43,7%). Coraz częściej zatem inwestorzy zarówno budujący, jak i remontujący domy stają przed pytaniem, jaka pompa ciepła będzie najlepsza.

Najczęściej występujące na rynku pompy ciepła to urządzenia typu powietrze-woda, czerpiące ciepło z powietrza zewnętrznego. Wśród nich ze względu na konstrukcję wyróżnić można urządzenia monoblok (pompa ciepła zabudowana w jednej jednostce zewnętrznej), split (pompa ciepła dzielona na jednostkę zewnętrzną i wewnętrzną bez zasobnika c.w.u.) oraz All in One (pompa ciepła dzielona na jednostkę zewnętrzną i wewnętrzną z zasobnikiem c.w.u.). Uwagę warto zwrócić na ostatnią opcję, która oferuje wiele zalet i możliwości.

Pompy ciepła All in One to najnowsze rozwiązanie wprowadzone do oferty urządzeń Gree w Polsce. Urządzenia te charakteryzują się **szeroką nominalną wydajnością grzewczą** od 4,0 do 15,5 kW. Z tego względu mogą obsługiwać zarówno budynki o niewielkim zapotrzebowaniu energetycznym (małe lub bardzo energooszczędne budynki), jak i obiekty wymagające dużej mocy grzewczej (duże lub słabo ocieplone domy). Dodatkowo ułatwieniem dla inwestora jest występowanie urządzeń **zarówno jednofazowych** (od 4 do 10 kW) oraz zasilanych **trójfazowo** (od 8 do 16 kW). Główną jednak zaletą stosowania pompy ciepła All in One, w porównaniu do modeli monoblok i split, jest **oszczędność miejsca** na zasobnik ciepłej wody użytkowej. Urządzenie wewnętrzne zazwyczaj montowane jest w kotłowni, garażu, piwnicy. Nie są to pomieszczenia o dużych powierzchniach, stąd oszczędność każdego metra kwadratowego jest często dla domowników

istotna. W przypadku pomp ciepła monoblok i split, aby zrealizować dwufunkcyjne działanie, konieczne jest doposażenie w zewnętrzny zbiornik ciepłej wody użytkowej. Zazwyczaj wymiary pomieszczenia umożliwiają jedynie montaż jednostki wewnętrznej split i zbiornika obok siebie. Model All in One to kompaktowa jednostka wewnętrzna z wbudowanym zasobnikiem, co

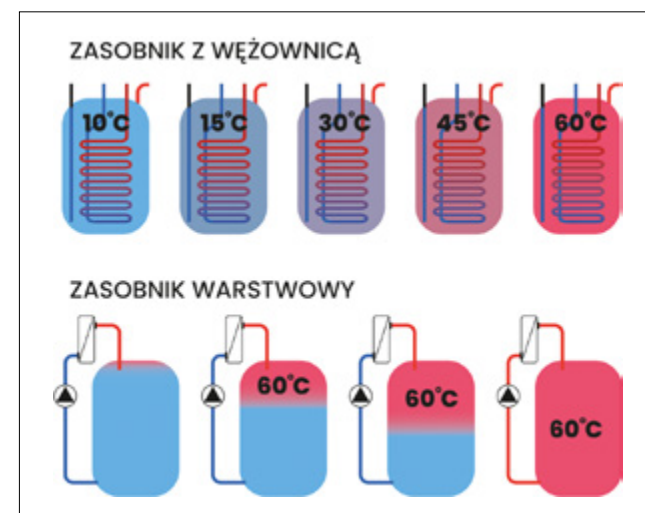


umożliwia nam zyskanie dodatkowej wolnej przestrzeni w kotłowni czy garażu. Przy budowie domu warto wcześniej zaplanować umiejscowienie jednostki wewnętrznej. Bardzo często wykonuje się w tym celu specjalne zagłębienie w garażu, czy piwnicy, a nawet kuchni czy pralni. Jest to proste do zaplanowania, gdyż cały typoszereg jednostek wewnętrznych All in One Gree ma standardowe, niewielkie wymiary 60×65×180 cm i estetyczny design, który pozwala na umieszczenie urządzenia w widocznej części mieszkania.

Wszystkie wydajności pomp All in One wyposażone są w zasobniki emaliowane z tytanową anodą, o pojemności 185 l. Jest to najczęściej spotykana i wykorzystywana pojemność dla domów jednorodzinnych. Co więcej, zbiornik ten ładowany jest warstwowo, co oznacza, że ciepła woda, która podgrzewana jest w wymienniku płytowym, ładowana jest od góry zbiornika c.w.u., dzięki czemu jest szybciej dostępna dla użytkownika. **Zbiorniki ładowane warstwowo**

są bardziej wydajne niż klasyczne zasobniki z wężownicą o tej samej pojemności.

Poza umiejscowieniem jednostki wewnętrznej podczas planowania budowy lub remontu warto zwrócić uwagę również na lokalizację jednostki zewnętrznej. Najlepiej zamontować ją na ziemi (wykorzystując konsolę montażową), unikając bliskości sypialni czy pokoi dziecięcych, tak aby dźwięk pracy urządzenia nie był uciążliwy nocą ani dla domowników, ani dla otoczenia. Dobrze jest również ograniczyć długość instalacji między jednostkami, co pozwala na minimalizowanie strat.



Szerokie opcje sterowania

Sama pompa ciepła Gree Versati All in One posiada ponadto funkcje gwarantujące komfortowe i ekonomiczne użytkowanie. Aby sterowanie było wygodne, każda pompa ciepła ma **wbudowany moduł Wi-Fi** oraz **intuicyjny dotykowy sterownik z menu w jęz. polskim**. Co ważne, pompa ma możliwość **połączenia z systemem inteligentnego zarządzania budynkiem BMS**, bez konieczności doposażania w dodatkowe urządzenia (sterownik urządzeń jest wyposażony w standardzie w moduł Modbus).

Jedną z kluczowych funkcji sterownika pompy jest **sterowanie pogodowe**. Jest to najbardziej precyzyjny, energooszczędny i wydajny sposób sterowania. Funkcja pogodowa najczęściej współpracuje z regulacją temperatury wody zasilającej. Dzięki niej Versati jest w stanie automatycznie regulować temperaturę podgrzanej wody wypływającej z pompy ciepła w zależności od atmosferycznych warunków zewnętrznych. Im temperatura zewnętrzna niższa, tym pompa ciepła zasila



instalację ogrzewania wodą o wyższym parametrze. Precyzyjne ustawienie powstałej w ten sposób krzywej grzewczej pozwala zarówno na utrzymanie wysokiego poziomu komfortu domowników, jak i stabilnej pracy całego układu. Co więcej, pompa ciepła może pracować wówczas praktycznie bezobsługowo. Wyposażenie pompy ciepła Versati w **tygodniowy harmonogram pracy** pozwala z kolei na programowanie automatycznej pracy urządzenia

w różnych godzinach i dniach tygodnia, dostosowując działanie urządzenia do najkorzystniejszych taryf energii elektrycznej, co umożliwia znaczące ograniczenie kosztów eksploatacji pompy ciepła.

Możliwość integracji z alternatywnymi źródłami ciepła

Pompy ciepła Gree Versati, w tym także All in One, oferują **możliwość zintegrowania z alternatywnymi źródłami ciepła**, takimi jak szczytowa grzałka elektryczna (w standardzie dla wszystkich modeli Split), kocioł gazowy czy instalacja solarna. Dzięki nowoczesnej konstrukcji Versati, jest to szybkie i proste oraz nie wymaga doposażenia w kosztowne i skomplikowane moduły i akcesoria. Modele Versati mają wbudowane bowiem styki sterowania alternatywnym źródłem ciepła.

Dofinansowanie

Inwestując w ogrzewanie pompami ciepła, można skorzystać z dofinansowania, przewidzianego dla domów mieszkalnych. Programy obejmują zarówno wymianę starego źródła ciepła na ekologiczne rozwiązanie (program „Czyste powietrze”), jak i zakup źródła ciepła do nowych budynków (program „Moje ciepło”). Dodatkowo możliwe jest uzyskanie finansowania w programie ulgi termomodernizacyjnej. Z dotacji na zakup pomp ciepła mogą również skorzystać osoby ubiegające się o dofinansowanie do mikroinstalacji fotowoltaicznej i chcą zainwestować w urządzenia dodatkowe, takie jak np. pompy ciepła powietrze-woda (program „Mój Prąd”). Programy te mają na celu współfinansowanie ekologicznych źródeł ciepła przy jednoczesnej dbałości o środowisko. Ich celem jest ograniczenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery, które powstają w wyniku ogrzewania domów przestarzałymi źródłami ciepła i za pomocą niskiej jakości paliw. Inwestycja w nowe technologie zapewnia lepsze zarządzanie energią ciepłą w domu o każdej porze roku.



FREE POLSKA SP. Z O.O.
wyłączy przedstawiciel marki Gree w Polsce
ul. Dobrego Pasterza 13/3, 31-416 Kraków
tel. 12 307 06 40
gree@gree.pl, gree.pl



POMPA CIEPŁA

Versati All in One

komfortowe ogrzewanie dla Twojego domu

- ogrzewanie, chłodzenie i dostarczanie ciepłej wody użytkowej
- wbudowany emaliowany zasobnik o pojemności 185 l
- nowoczesny dotykowy sterownik z menu w języku polskim
- moduł Wi-Fi w standardzie
- dofinansowanie w ramach programów proekologicznych, przewidzianych dla domów mieszkalnych

KLASA
ENERGETYCZNA
A+++

R³²
CZYNNIK
CHŁODNICZY



www.gree.pl

Praktyczne zalecenia dotyczące projektowania i montażu pomp ciepła

W artykule zebrano porady doradców technicznych czołowych marek oferujących pompy ciepła typu powietrze/woda skierowane do instalatorów przeprowadzających dobór i montaż tych urządzeń w nowych oraz remontowanych budynkach lub tylko w instalacjach, w których wymieniane jest lub uzupełniane źródło ciepła. Zalecają oni szczególną staranność i unikanie rutynowych działań oraz analogii z instalacjami zasilanymi kotłami. Polskim instalatorom zadanie ułatwia fakt, że mają oni do dyspozycji jedną z najlepszych na świecie baz wiedzy technicznej, zawartą w wytycznych i poradnikach PORT PC.

Zapotrzebowanie na ciepło

Komfort może zapewnić tylko system grzewczy zaprojektowany z uwzględnieniem specyfiki budynku i potrzeb jego mieszkańców oraz użytkowników. Ważna jest wiedza na temat lokalizacji budynku, charakteru jego użytkowania, zapotrzebowania na ciepło, wentylacji, stanu izolacji termicznych (docieplenia) i stolarki okiennej, konstrukcji (bezwładność cieplna) i strat ciepła.

O ile w przypadku kotłów w praktyce sprawdzało się szacowanie na podstawie doświadczenia z innych realizacji lub przyjmowanie wartości średnich z zapasem bezpieczeństwa, w przypadku pomp ciepła zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania i c.w.u. musi zostać policzone dokładnie. Do obliczenia zapotrzebowania na moc do przygotowania c.w.u. można przyjąć zasadę 250 W na jedną osobę. Jest to jednak założenie, które nie uwzględnia częstych kąpieli użytkowników, a jedynie korzystanie z prysznica.

Kolejnym ważnym aspektem jest wykorzystanie różnych taryf energii elektrycznej – tańszych i droższych w ciągu doby i tygodnia. Dąży się do tego, aby pompa pracowała w czasie obowiązywania tańszej taryfy. Z czasem, wraz z rozwojem inteligentnych sieci elektroenergetycznych (smart grid), mogą zostać wprowadzone nowe, dynamiczne taryfy i wyłączenia pomp ciepła przez operatora sieci energetycznej w szczycie poboru energii. W krajach, gdzie dostępne są już takie rozwiązania, przyjmuje się, że budynek powinien zapewnić komfort cieplny przy sześciogodzinnym braku zasilania z sieci energetycznej w ciągu doby i przy najniższej temperaturze



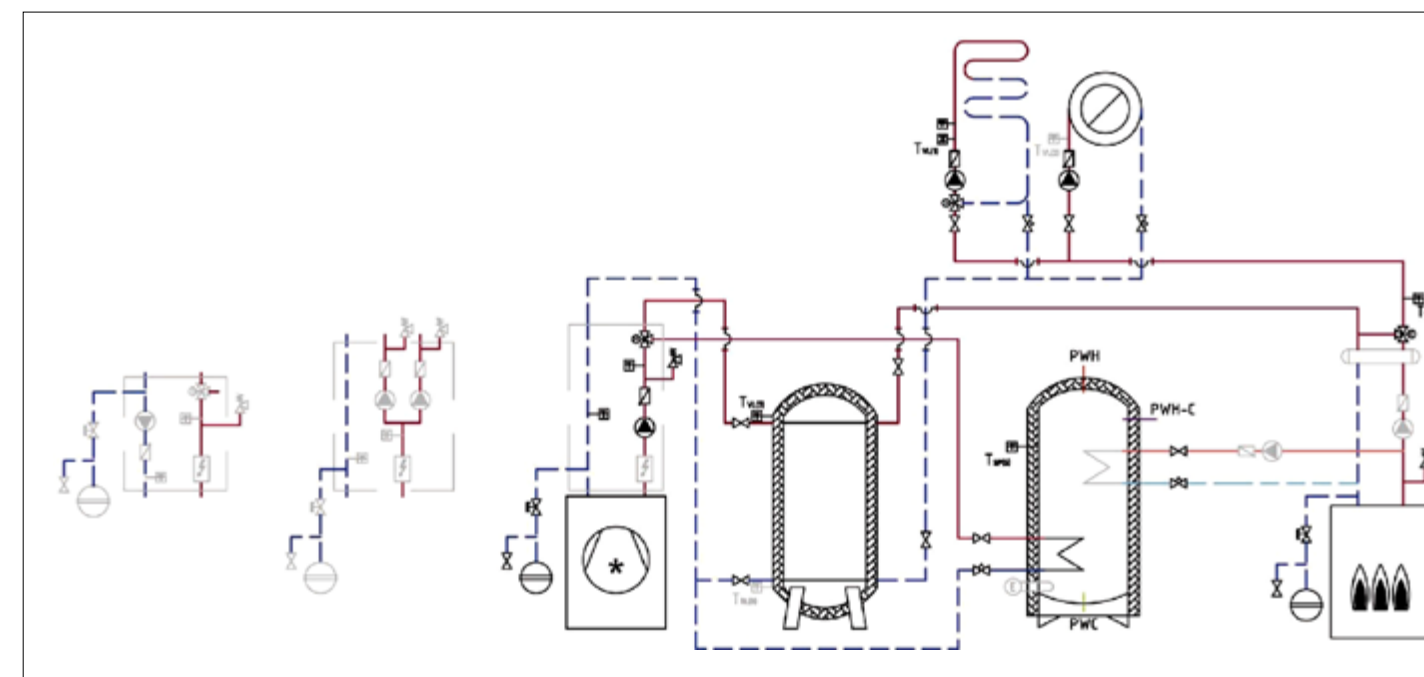
Fot. 1. Osłona tłumiąca z podstawą do powietrznych pomp ciepła. Źródło: Fonko OZE

zewewnętrznej dla danej lokalizacji – maks. trzy wyłączenia po 2 godz. Rozwiązaniem tego problemu są bufony i zasobniki ciepła, akumulacja ciepła w masie budynku, a zwłaszcza w masie instalacji ogrzewania podłogowego, oraz magazyny energii elektrycznej.

Skutki przewymiarowania

O ile w projektach nowych budynków podawane są niezbędne dane, w przypadku budynków istniejących trzeba określić faktyczne wartości parametrów, biorąc pod uwagę szereg aspektów. Praktycy podpowiadają, że wartości ze świadectwa energetycznego istniejącego budynku nie powinny być wykorzystywane do wymiarowania pompy ciepła. Bezpieczniejsze jest dokonanie wizji lokalnej i sprawdzenie stanu faktycznego. Należy unikać przyjmowania tzw. zapasu bezpieczeństwa – dobór zbyt dużej mocy pompy ciepła w eksploatacji przejawia się przeważnie taktowaniem, czyli krótkimi cyklami pracy oraz częstymi włączeniami i wyłączeniami. W efekcie praca urządzenia jest nieefektywna i bardzo szybko się ono zużywa. Z kolei mała moc powoduje pracę na maksymalnych parametrach wydajności i także nie sprzyja żywotności urządzenia.

Dobłą praktyką jest dokumentowanie przyjmowanych założeń i obliczeń oraz interpretacji, aby później, gdy pojawi się problem, można było przedstawić dane, na podstawie których przyjęto wybrane rozwiązanie. To także bardzo dobre zabezpieczenie dla instalatora, jeśli problem pojawi się po zmianie



Rys. 1. Przykładowy schemat hydrauliczny z poradnika PORT PC – instalacja z pompą ciepła oraz kilkoma obiegami grzewczymi i podgrzewania c.w.u. wraz z zasobnikiem buforowym podłączonym równolegle w systemie biwalentnym z kotłem gazowym lub olejowym. Na schematach uwzględniono różne opcje usytuowania pomp oraz warianty hydrauliczne z zaworami przełączającymi, a także różne pozycje dodatkowych grzałek

Źródło: PORT PC

nawyków użytkowych mieszkańców i nastąpi np. wzrost kosztów za ogrzewanie. Staranna dokumentacja zapewnia przejrzystość w każdym momencie.

Punkt biwalentny

Wskazuje on minimalną temperaturę zewnętrzną, przy której pompa ciepła jeszcze pracuje ekonomicznie. Prawidłowe określenie punktu biwalentnego jest podstawą w przypadku instalacji pomp ciepła powietrze/woda. Punkt biwalentny bardzo silnie wpływa na ekonomię pracy (koszty) i roczny współczynnik wydajności. Warto skorzystać w tym zakresie z pomocy doradców technicznych, którzy powinni mieć spore doświadczenie w takich obliczeniach.

Powietrzna pompa ciepła czerpie energię z powietrza zewnętrznego. Zatem jej moc spada wraz ze spadkiem temperatury zewnętrznej i wzrostem temperatury zasilania instalacji c.o. Fakt ten często umyka instalatorom i inwestorom, którzy przywykli do kotłów, w przypadku których wystarczyło zużyć więcej paliwa. A dla pompy tym „paliwem” jest ciepło znajdujące się w powietrzu, a właściwie jego ubytek, gdy spada temperatura zewnętrzna. Powietrzne pompy ciepła są dobierane „w punkt” i nie można zwiększyć ich mocy. Tym „punktem” jest właśnie punkt biwalentny, stanowiący przeważnie temperaturę zewnętrzną od -3 do -7°C . Przy niższej temperaturze zewnętrznej pracę pompy wspomaga grzałka elektryczna o mocy kilku kilowatów lub szczytowe źródło ciepła, np. gazowy kocioł grzewczy. Rozwiązanie ze szczytowym źródłem ciepła stanowi układ hybrydowy, który – w myśl przygotowywanych w UE regulacji – za kilka lat ma być obowiązkowym standardem w budynkach istniejących poddawanych modernizacji lub wymianie źródła ciepła, gdy sama pompa ciepła nie podoła zadaniu.

Zasobniki c.w.u.

Z informacji od doradców technicznych wynika, że problemem bywa również dobór pojemności zasobnika ciepłej wody użytkowej. Bardzo ważna jest wiedza o tym, w jakiej ilości i do czego będzie używana c.w.u. – czy będą to kąpiele, czy raczej prysznice, ilu jest użytkowników i jakie mają preferencje. Zwykła wylewka prysznicowa ma przepływ 10–12 l na minutę, a deszczownie (lub deszczownice) potrafią zużyć w tym samym czasie nawet 50 l. Za mały zbiornik c.w.u. nie poradzi sobie z sytuacją, gdy 3–4 osoby, jedna po drugiej, skorzystają z deszczowni.

W remontowanych budynkach zasobniki ciepłej wody już są i trzeba postawić sobie pytanie, czy ich pojemność będzie wystarczająca w układzie z pompą ciepła. W instalacji z kotłem mogły wystarczyć, ma on bowiem dużą moc dostępną w każdym momencie. Natomiast gdy do układu wprowadzana jest pompa ciepła, istotna jest informacja, jaką wydajność ma wymiennik w zasobniku c.w.u. Powierzchnia tego wymiennika powinna być odpowiednia do wydajności pompy ciepła. Pompa ciepła podaje do wymiennika wodę o niższej temperaturze niż jakiegokolwiek kocioł – węglowy czy gazowy. Musi zostać zatem przyjęty większy strumień objętości, tak aby zapewnić wymaganą moc do zasilania zarówno obiegów

c.o., jak i zasobnika c.w.u. W praktyce oznacza to, że dotychczasowy system magazynowania ciepła może nie poradzić sobie ze zmienionymi warunkami pracy z pompą ciepła i konieczny będzie dodatkowy bufor i wymiana zasobnika c.w.u.

Grzejniki

Grzejniki to kluczowe elementy górnego źródła ciepła, wpływające na efekty pracy całego układu z pompami ciepła. Jeśli zostały źle dobrane do pompy ciepła, niemożliwe jest zapewnienie komfortu cieplnego, a jednocześnie rosną koszty ogrzewania. Na rynku dostępna jest cała gama niskotemperaturowych grzejników odpowiednich do pracy z pompami ciepła. Jednak wielu inwestorów przy remoncie i montażu pompy ciepła chętnie pozostawiłoby nie tylko dotychczasowe zasobniki c.w.u., ale i grzejniki. Ważne jest, czy grzejniki te osiągną wymaganą moc, gdy będą zasilane wodą o temperaturze, jaką może dostarczyć pompa ciepła. W instalacjach z kondensacyjnymi kotłami gazowymi grzejniki są dobierane na temperatury zasilania poniżej 50°C , a w tradycyjnych w przedziale 55 – 70°C . Pompy ciepła pracują najefektywniej przy niskiej temperaturze zasilania grzejnika. Ale im niższa temperatura zasilania, tym większa musi być jego powierzchnia, by możliwe było osiągnięcie tej samej mocy. Dostępne są różne rozwiązania, można pozostać przy grzejnikach płytowych, ale często trzeba je wymienić na większe – szersze lub grubsze – np. z 3 płytami. Z kolei w grzejnikach członowych można dodać więcej członów. Jednak zabieg taki istotnie wpływa na estetykę pomieszczeń i inwestorzy wolą wybrać nowe grzejniki niskotemperaturowe lub konwektorowe.

Doradcy techniczni sygnalizują także problemy z wniesieniem zasobników i buforów do pomieszczeń. Zdarzało się bowiem, że instalator wybierał urządzenia, które nie mieściły się w drzwiach lub na schodach. Zalecają również sprawdzenie przebiegu przepustów ściennych lub stropowych i ujmowanie w kosztorysach także demontażu starych instalacji oraz kosztów remontu pomieszczenia, w którym składowany był opał.

Hydraulika

Istotne są również wymiary rurociągów i wymagana minimalna objętość krążącej w instalacji wody. Pompa ciepła musi bezproblemowo dostarczyć wytworzone ciepło do bufora ciepła oraz wszystkich grzejników. Jeśli nie jest to zapewnione, mogą wystąpić zakłócenia przepływów i wzrost ciśnienia. Ponowne zwymiarowanie hydrauliczne instalacji i montaż są bardzo kosztowne. Dlatego tak często doradcy techniczni zwracają uwagę, aby temu zagadnieniu poświęcić dużo uwagi i w razie potrzeby zwracać się o pomoc. Praktyka firm serwisowych wskazuje, że większość systemów grzewczych w budynkach mieszkalnych nie jest zrównoważona hydraulicznie. A zrównoważenie hydrauliczne zapewnia, że wszystkie obwody i grzejniki w instalacji grzewczej otrzymują taką ilość wody, jaka rzeczywiście jest im potrzebna. Oprócz wysokiego komfortu ogrzewania daje to oszczędną eksploatację.

Zaleca się też wymianę zaworów termostatycznych w starych instalacjach – ich siłowniki po prostu się starzeją. Nowy zawór powinien mieć nastawy wstępne. Z kolei w obwodach starej podłogówki zaleca się indywidualne wyregulowanie rozdzielaczy obwodów i sprawdzenie wskaźników przepływu. Stare rozdzielacze i siłowniki warto wymienić na nowe z łatwiejszą regulacją. W Niemczech przykładą się do tego dużą wagę i podczas uruchomienia pompy ciepła wymagane jest przeprowadzenie równoważenia hydraulicznego. Bez tej czynności nie można skorzystać z dotacji na wymianę źródła ciepła – a można dostać zwrot ok. 50% kosztów.

Dobór pomp obiegowych to szczególne zadanie. Współczesne pompy są urządzeniami wysokowydajnymi i ich regulacja następuje w oparciu o przepływ objętościowy w obiegu. W sytuacji gdy wiele grzejników jest włączonych jednocześnie i występuje duże zapotrzebowanie na ciepło, pompa ciepła ze sterowaniem mocą dąży do osiągnięcia jej maksymalnego poziomu. Z kolei pompa obiegowa musi zwiększać swoją wydajność, tak aby szybko rozprowadzić energię wytwarzaną przez pompę ciepła. Jeśli pompa ciepła steruje bezpośrednio pompą obiegową, proces ten przebiega płynnie i bezpiecznie dla całej instalacji. Natomiast w przypadku gdy pompa obiegowa ma własną regulację, istnieje ryzyko, że nie uruchomi się wystarczająco szybko. Efektem jest wzrost ciśnienia w instalacji i awaria pompy ciepła. Dlatego standardem staje się, że nowoczesne, markowe pompy ciepła regulują pracę pompy obiegowej, dzięki czemu można uniknąć tego zagrożenia.

Kolejnym aspektem hydraulicznym, na który zwracają uwagę doradcy techniczni, jest dobór odpowiednio dużych średnic przewodów instalacji ogrzewczej. Gdy są one za małe, różnica temperatur między zasilaniem a powrotem staje się zbyt duża. Efektem jest wyłączanie się pompy ciepła lub nawet jej awaria. Podobna sytuacja ma miejsce, gdy zasobnik jest za mały i nie jest w stanie w wystarczającym stopniu odebrać energii z pompy ciepła.

Doradcy techniczni sugerują, aby instalatorzy montujący wcześniej kotły, a teraz także pompy ciepła całkowicie odchodzili od przyzwyczajeń i zasad hydraulicznych, jakie stosowali wcześniej. Twierdzą, że korzystniej i bezpieczniej jest analizować na nowo kwestie hydrauliczne w instalacjach z pompami ciepła i poświęcić na to dodatkowy czas, niż ponosić później koszty reklamacji klientów i napraw. Generalnie nieprawidłowe wymiary instalacji w układach z pompami ciepła zmieniają prędkości przepływu i tym samym powodują nadmierne zużycie energii, co klient zawsze zauważy, analizując rachunki.

Wiedzę o zagadnieniach hydraulicznych dla pomp ciepła warto czerpać z dobrych opracowań – są nimi *Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła PORT PC cz. 8 pt. Systemy hydrauliczne w instalacjach grzewczych i chłodzących budynków. Układy hydrauliczne*. Powstały na podstawie niemieckich wytycznych VDI 2073 i omawiają m.in. następujące zagadnienia: budowa układu rozdzielczego, wielkości charakterystyczne przewodów, obiegi hydrauliczne, układy regulacji odbioru ciepła, oddzielenie hydrauliczne, przyłączenie odbiorników ciepła, przyłączenie urządzeń grzewczych, przyłączenie układu centralnego podgrzewania wody użytkowej oraz prowadzenie rur w budynku

i usytuowanie pomp. Dostępny jest także bezpłatny poradnik PORT PC pt. *Układy hydrauliczne z pompami ciepła* (do pobrania z www.portpc.pl). Zawarte w nim schematy przedstawiają różne opcje i warianty hydrauliczne (patrz **rys. 1**).

Hałas

Pompy ciepła powietrze/

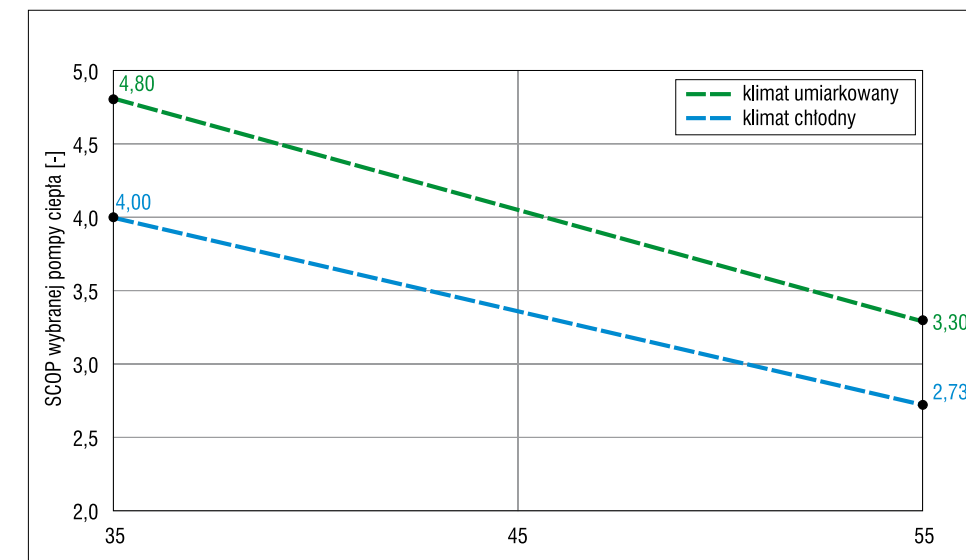
woda zainstalowane np. na działce w zabudowie jednorodzinnej mogą być źródłem sporów z sąsiadami z powodu hałasu, jaki emitują urządzenia. W Polsce problem ten dopiero zaczyna być podnoszony, ale w Niemczech czy Austrii, gdzie na osiedlach jednorodzinnych pracują już setki tysięcy powietrznych pomp ciepła, jest to jeden z częstszych powodów nieporozumień z sąsiadami. Aby zapobiec jego występowaniu, zaleca się przed wyborem pompy ciepła przeanalizować warunki terenowe – miejsce montażu, odległość od budynku inwestora i okien, odległość od granicy działki i budynku sąsiadów, sposób montażu (ścienny czy wolnostojący) itp. Przy wyborze miejsca montażu należy wziąć pod uwagę pomieszczenia wrażliwe, takie jak sypialnie i pokoje dziecięce.

Warto skorzystać z bezpłatnego poradnika *Ograniczanie hałasu w instalacjach z pompami ciepła* wydane przez PORT PC (zamieszczonego na stronie stowarzyszenia). Dostępne są także kalkulatory online producentów oraz kalkulator niemieckiego Federalnego Stowarzyszenia Pomp Ciepła (BWP) – na stronie <https://www.waermepumpe.de/schallrechner/>. Hałas zależy od wielu różnych czynników i rośnie wraz z wydajnością pracy urządzenia. Powietrzne pompy ciepła są głośniejsze niż gruntowe i osiągają moc akustyczną nawet do 63 dB(A). A zgodnie z polskim prawem maksymalny hałas w zabudowie jednorodzinnej w ciągu dnia powinien wynosić 50 dB(A), a w nocy niż 40 dB(A). Do tłumienia hałasu oferowane są już m.in. specjalne osłony tłumiące w zakresie od 6 do nawet 19 dB(A) wraz z podstawami wytłumiającymi wibracje i dźwięki (**fol. 1**). Ich konstrukcja nie zaburza pracy pompy ciepła i przepływu powietrza, a tym samym wydajności urządzenia.

Opr. red.

Literatura

1. Materiały techniczne firm: Bosch, Fonko OZE, Glen Dimplex, Stiebel Eltron, Vaillant, Viessmann
2. Poradniki i wytyczne PORT PC, www.portpc.pl



Rys. 2. SCOP wybranej pompy ciepła dla klimatu umiarkowanego i chłodnego oraz różnych temperatur zasilania instalacji

Pompy ciepła – separacja zanieczyszczeń

Rozwiązania Caleffi Hydronic Solutions

Potencjalne zagrożenia występujące w instalacjach

Caleffi, jako firma globalna, jest znanym na rynkach międzynarodowych oraz w Polsce dostawcą wysokiej jakości elementów przeznaczonych do zabezpieczenia instalacji sanitarnych. Kilkudziesięcioletnia współpraca z czołowymi dostawcami źródeł ciepła pozycjonuje nas jako eksperta w dziedzinie ochrony źródeł ciepła. Nasze unikatowe rozwiązanie **iStop®** zabezpieczające powietrzne pompy ciepła typu monoblok, stało się niewątpliwym sukcesem sprzedażowym na polskim rynku. W tym temacie odsyłam wszystkich do naszej dokumentacji technicznej oraz serii artykułów zamieszczonych na naszym firmowym blogu ASK Caleffi.

Dzisiaj chciałbym jednak poruszyć temat zabezpieczenia pomp ciepła przed innym zagrożeniem, jakie występuje praktycznie w każdej instalacji, czyli przed zanieczyszczeniami.

Na samym początku odpowiedźmy sobie na pytanie, jakie formy zanieczyszczeń mogą występować w pracującej instalacji centralnego ogrzewania. Będą to między innymi:

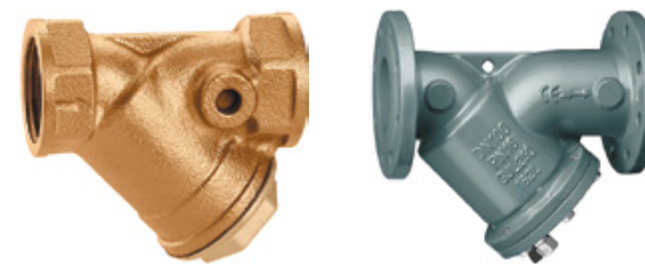
- osady pochodzenia mineralnego (tzw. kamień kotłowy),
- cząstki zawieszone (piasek, cząstki metalu, ciała obce) pochodzące z sieci wodociągowej lub dostające się do instalacji w trakcie jej wykonywania lub konserwacji (resztki spawalnicze, konopie, smary),
- produkty korozji tlenowej materiałów wykorzystanych do wykonania instalacji,
- szlamy, które są efektem połączenia tlenków, olei użytych podczas produkcji elementów, takich jak np. grzejniki oraz osady mineralne.

Wszystkie powyżej wymienione zanieczyszczenia mogą znacząco obniżać **sprawność** systemu oraz jego żywotność, a to bezpośrednio przekłada się na **koszty ogrzewania!** Warto zatem już na samym początku przygody z pompą ciepła wybrać odpowiednie rozwiązania, które w najlepszy sposób zabezpieczą nam zarówno nową, jak i zmodernizowaną instalację.

Od czego w takim razie zacząć wybór odpowiedniego urządzenia?

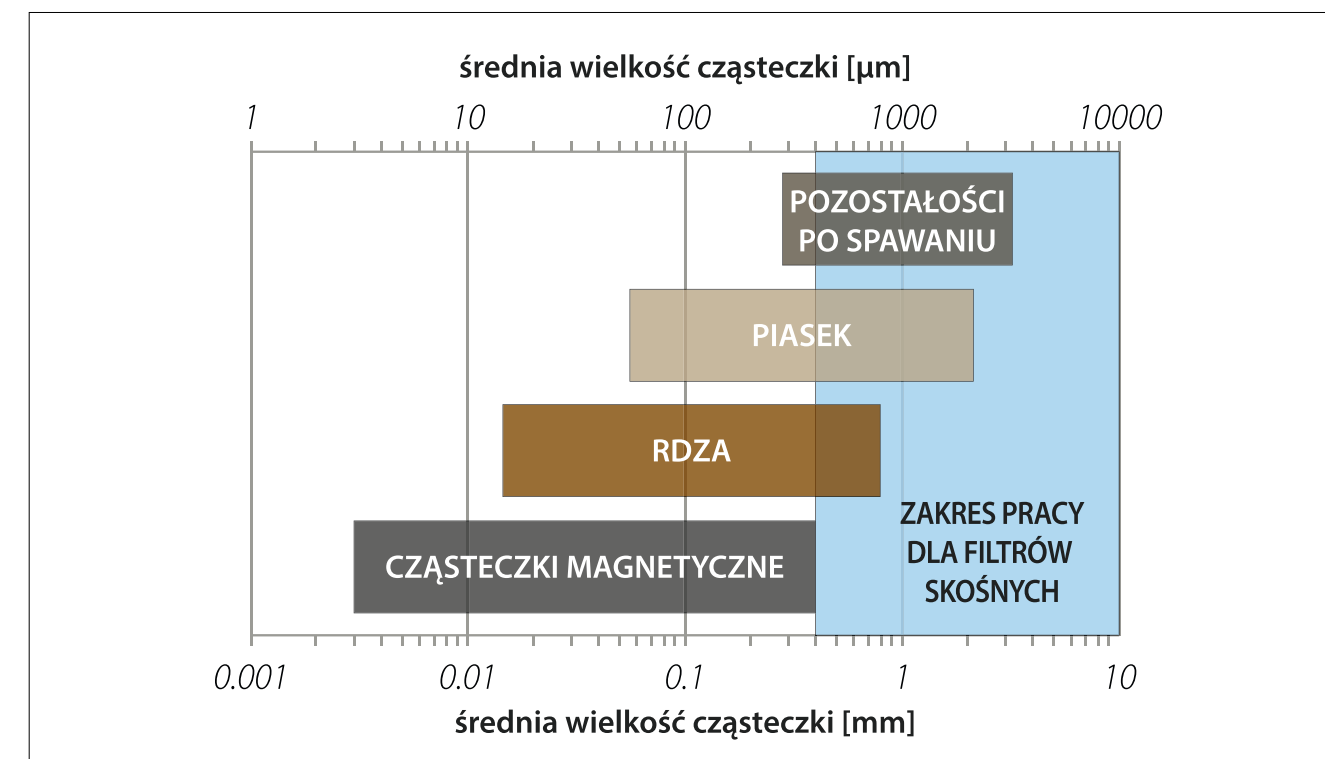
Zacznijmy w takim razie od początku i od najprostszego zagadnienia, jakim będzie usunięcie „grubszych zanieczyszczeń”. Do tego posłużymy się najprostszym rozwiązaniem, jakim jest filtr siatkowy (rysunek 1.). Tutaj należy zaznaczyć, że tego typu rozwiązanie nie może być jedynym sposobem eliminacji zanieczyszczeń, a same **filtry nie są w stanie zabezpieczyć systemu przed najgroźniejszymi zanieczyszczeniami!**

Zasada działania tych podstawowych elementów opiera się na mechanicznym oddzieleniu zanieczyszczeń, które zostają zatrzymane na wkładzie filtracyjnym. Podstawowym parametrem charakteryzującym filtr jest średnica oczka siatki (lub pojemność filtracyjna). Wielkość ta definiuje rozmiar cząstek zanieczyszczeń, które mogą być przechwycone przez filtr. Przykładowo, za pomocą filtra o średnicy oczka siatki wynoszącej 0,4 mm (400 μm) można usunąć zanieczyszczenia o średnicy większej bądź równej tej wartości.



Rys. 1. Filtry siatkowe z serii 577 i 579

Jak przedstawiono na rysunku 2. (niebieskie pole), filtry nie są w stanie skutecznie usunąć z wody instalacyjnej cząsteczek piasku, rdzy oraz cząstek magnetycznych, a tych ostatnich w przypadku standardowych filtrów bez dodatkowego elementu magnetycznego.



Rys. 2. Sprawność usuwania zanieczyszczeń filtrów

Należy również zwrócić uwagę na fakt, że gromadzące się zanieczyszczenia powodują zwiększenie strat ciśnienia generowanych przez filtr. Strata ciśnienia w 70% zanieczyszczonego filtra wzrasta około czterokrotnie w odniesieniu do czystego urządzenia. **Dlatego właśnie niezwykle istotna jest okresowa kontrola stanu zabrudzenia filtra!**

Jednak pomimo swoich wad, należy zauważyć, że filtry zatrzymują zanieczyszczenia już podczas pierwszego uruchomienia, co stanowi ich niezaprzeczalną zaletę. Niestety ograniczenia

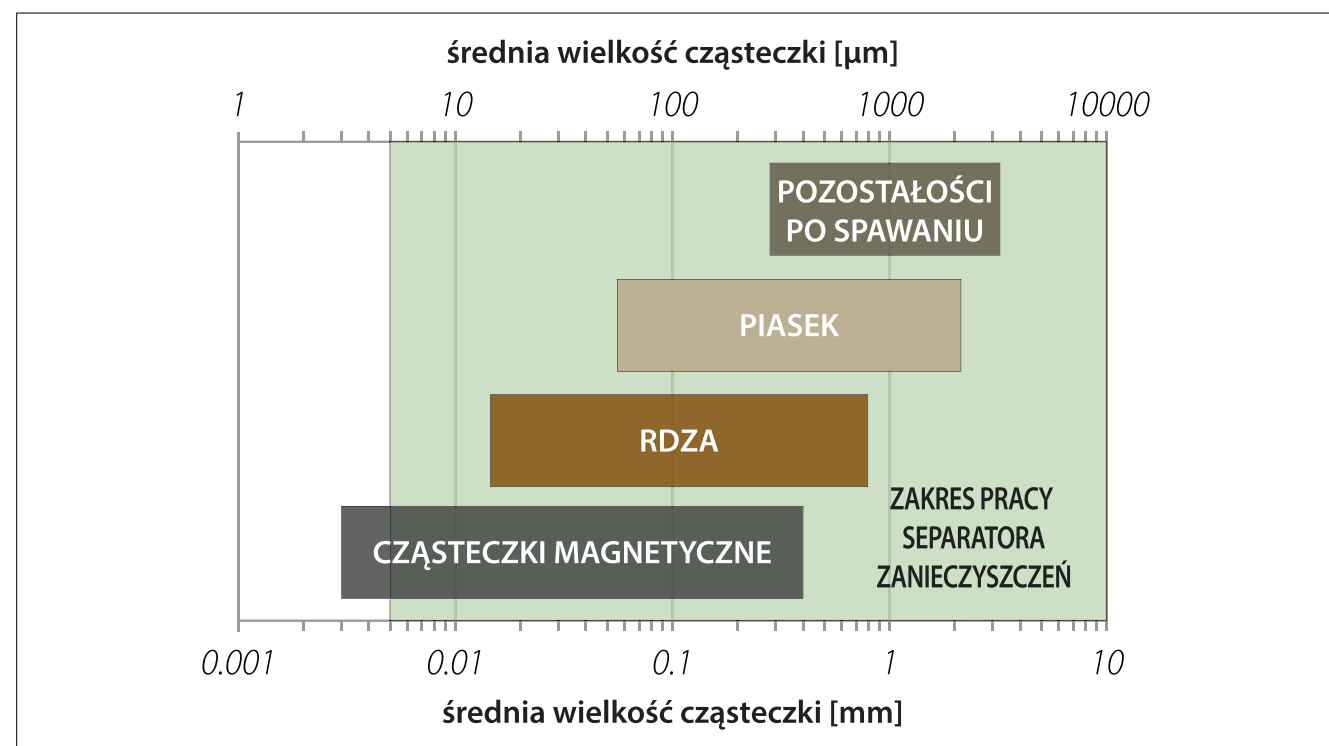
dotyczące sprawności wykluczają obecnie ich samodzielne stosowanie w instalacjach, gdzie największe zagrożenie stanowią drobne zanieczyszczenia (poniżej 200 μm), w tym zanieczyszczenia ferromagnetyczne.

W tym miejscu dochodzimy do punktu, gdzie do gry wkraczają separatory zanieczyszczeń, czyli **urządzenia charakteryzujące się najwyższą sprawnością** w zakresie eliminacji zanieczyszczeń z obecnie dostępnych na rynku rozwiązań. Dzięki wykorzystaniu zjawiska wytrącania pod wpływem grawitacji możliwa jest **separacja cząstki o średnicy do 0,005 mm (5 μm), czyli wielokrotnie mniejsza niż w przypadku filtracji.**

Sam proces separacji grawitacyjnej opiera się na połączeniu kilku zjawisk fizycznych:

- **zmniejszenie prędkości medium** – sprzyja grawitacyjnemu opadaniu zanieczyszczeń w komorze gromadzenia,
- **wewnętrzny element** – powoduje wytrącenie z przepływającego medium zanieczyszczeń, które opadają do komory zlokalizowanej w dolnej części urządzenia.

Separacja następuje w sposób ciągły, a całkowite usunięcie zanieczyszczeń wymaga kilkudziesięciu cykli pracy instalacji. Z tego właśnie względu należy stosować filtry siatkowe, które usuną „grubsze zanieczyszczenia” w fazie uruchomienia. Na rysunku 5. przedstawiono przykłady zanieczyszczenia, które mogą być usunięte przy pomocy separatorów (zielone pole). Porównując wykres z rysunku 2. i 3. doskonale widać, jak **ogromną przewagę w usuwaniu zanieczyszczeń z wody instalacyjnej posiadają separatory nad filtrami siatkowymi.**



Rys. 3. Sprawność usuwania zanieczyszczeń separatorów

Unikalną cechą separatorów jest gromadzenie zanieczyszczeń w komorze zlokalizowanej w dolnej części urządzenia oraz na elementach magnetycznych. Takie rozwiązanie sprawia, że wraz ze wzrostem ich ilości nie zmieni się znacząco charakterystyka hydrauliczna, a prościej mówiąc **zgromadzone zanieczyszczenia nie będą powodowały wzrostu oporowania urządzenia, jak ma to miejsce w przypadku filtrów.**

Kolejną cechą charakterystyczną dla separatorów jest sposób usuwania zanieczyszczeń. Proces odbywa się za pomocą zaworu spustowego zlokalizowanego w komorze gromadzenia. Procedura czyszczenia urządzenia **nie wymaga jego rozkręcenia**, sprowadza się jedynie do otwarcia samego zaworu spustowego. W zależności od rozwiązania technicznego separatora, może ona zostać przeprowadzona na pracującej instalacji.

Separatory zanieczyszczeń charakteryzują się bardzo niskimi oporami przepływu, co ma przełożenie na zużycie energii elektrycznej do zasilania pompy obiegowej, a tym samym wpływa na **koszty ponoszone przez użytkownika**. Separatory zanieczyszczeń w ofercie Caleffi Hydronic Solutions to seria urządzeń Dirtmag®, w rodzinie których możemy rozróżnić kilka rozwiązań technicznych:

Dirtmag® seria 5463 – wersja mosiężna

Cechy charakterystyczne:

- szeroki zakres dostępnych średnic,
- wysokie wartości zalecanych przepływów – duża elastyczność obsługiwanych systemów z pompami ciepła,
- wysoka sprawność usuwania zanieczyszczeń (do 5 μm),
- montaż na przewodach poziomych,
- wysoka skuteczność usuwania cząstek ferromagnetycznych,
- możliwość montażu automatycznego odpowietrznika,
- łatwość czyszczenia poprzez zawór spustowy,
- możliwość dozowania środków chemicznych poprzez komorę separatora,
- izolacja przystosowana do pracy również w instalacji chłodzenia.



DirtmagPro® seria 5457 – wersja wykonana z technopolimeru z podwójnym wkładem magnetycznym

Cechy charakterystyczne:

- wysokie wartości zalecanych przepływów – duża elastyczność obsługiwanych systemów z pompami ciepła,
- wysoka sprawność usuwania zanieczyszczeń (do 5 μm),
- montaż na przewodach poziomych oraz pionowych,

- bardzo wysoka skuteczność usuwania cząstek ferromagnetycznych już podczas pierwszego uruchomienia ze względu na zastosowanie podwójnego systemu magnesów – szczególnie zalecany w przypadku instalacji modernizowanych,
- ręczny odpowietrznik,
- łatwość czyszczenia poprzez zawór spustowy,
- możliwość dozowania środków chemicznych poprzez komorę separatora,
- izolacja przystosowana do pracy również w instalacji chłodzenia.



W tym miejscu chciałbym zaznaczyć, że obecnie na rynku mamy wysyp urządzeń, które czasami na wyrost noszą nazwy separatorów, a po analizie rozwiązań technicznych okazują się filtrami z wkładem magnetycznym. Aby uzyskać sprawność usuwania zanieczyszczeń na poziomie przedstawionym na rysunku 3., urządzenie musi mieć wszystkie cechy, które opisałem w punkcie poświęconym separatorom.

Podsumowując, **najlepszym rozwiązaniem dla zabezpieczenia systemu wyposażonego w pompę ciepła jest zastosowanie filtra skośnego oraz separatora zanieczyszczeń.** Taki tandem gwarantuje długą, bezawaryjną pracę samego urządzenia, uzyskanie optymalnej sprawności systemu oraz obniżenie kosztów ogrzewania.

Zachęcam do kontaktu z działem technicznym firmy Caleffi w celu poszerzenia wiedzy odnośnie do instalacji sanitarnych oraz zapoznanie się z naszym blogiem ASK CALEFFI.

autor: **Przemysław Dutka**, kierownik działu technicznego w firmie Caleffi Poland



Caleffi Poland Sp. z o.o.
30-633 Kraków, ul. Walerego Sławka 5
tel. + 48 12.357.22.29, info.pl@caleffi.com
caleffi.com/poland/pl



ARTYKUŁ SPONSOROWANY

ELEMENTY DO POMP CIEPŁA



www.caleffi.com

Błędy montażowe w instalacjach z pompami ciepła



mgr inż. Nikon
Gawryluk
Zelga Instalacje

Władysław
Zelek
Zelga Instalacje

Ubiegły rok przyniósł rekordową sprzedaż zarówno powietrznych, jak i gruntowych pomp ciepła w Polsce. Łączna sprzedaż pomp ciepła na rynku wzrosła w stosunku do 2021 roku o 120% i wyniosła ok. 200 tys. sztuk. Tak duży popyt to nie tylko wyzwanie dla producentów, ale przede wszystkim nowe możliwości dla instalatorów wcześniej montujących kotły. Technologia ta wymaga jednak innego podejścia do instalacji wodnych niż w przypadku kotłów. Na podstawie doświadczeń serwisowych autorów w artykule wskazano najczęściej popełnianie w Polsce błędy przy montażu pomp ciepła.

Doświadczenia autorów dotyczące montażu pomp ciepła sięgają roku 2003, gdy technologia ta była jeszcze mało znana. W całym 2006 roku zamontowano w Polsce nie więcej niż 1000 pomp ciepła. Instalatorów tych urządzeń było niewielu, a stosunkowo nieduża liczba instalacji umożliwiała producentom kontrolę i nadzór nad jakością wykonywanych prac. Renomowanych producentów pomp ciepła można było policzyć na palcach jednej ręki, a szkolenia autoryzacyjne były rzetelne na tyle, na ile pozwalała na to ówczesna wiedza techniczna. Od poprawnie przeprowadzonego montażu zależała opinia o nowej technologii, jednak mały potencjał rynkowy sprawiał, że pomp ciepła nie było jeszcze w ofertach hurtowni, a instalowali je głównie pasjonaci, potrzebne umiejętności zdobywający zwykle dzięki własnej inicjatywie.

Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na pompy ciepła na rynek zaczęli wkraczać ich nowi producenci, znani dotychczas głównie z produkcji kotłów gazowych. Kupowali oni najczęściej technologię od innych firm i dostosowywali do swojej identyfikacji wizualnej bądź gotowe produkty poddawali procesowi rebrandingu. W latach 2012–2016 brak wiedzy na temat specyfiki technologii pomp ciepła był istotnym problemem. Sytuacja stopniowo się poprawiała, aż do roku 2019, gdy popyt na pompy ciepła znacznie wzrósł, natomiast spadało zainteresowanie kotłami gazowymi. Skłaniało to coraz większą liczbę instalatorów do przebranżowienia. Ci, którzy pozostawali w obrębie tej samej renomowanej marki, byli w o tyle dobrej sytuacji, że producenci dbali o wysoki poziom szkoleń autoryzacyjnych. Na rynku zaczęły się jednak pojawiać także firmy, które, szczególnie w przypadku

pomp powietrznych, nie posiadały jeszcze odpowiednich kadr i nie przywiązywały wagi do wysokiej jakości szkoleń bądź w ogóle ich nie prowadziły.

Lata 2021–2022 to dla rynku pomp ciepła wręcz szalony okres. Skokowy wzrost popytu spowodował, że nowi instalatorzy tych urządzeń wyrastali jak „grzyby po deszczu”, jakość instalacji uległa jednak w tym czasie wyraźnemu pogorszeniu. Opisane poniżej błędy autorzy zaobserwowali w ciągu ostatnich 3 lat podczas przeprowadzania pierwszych uruchomień bądź serwisów gwarancyjnych i pogwarancyjnych na terenie województwa mazowieckiego.

Podkreślenia wymaga, że zdecydowana większość tych błędów dotyczy pomp ciepła typu powietrze/woda. Niektóre wynikają również z niepoprawnego użytkowania urządzeń przez klientów, na co instalatorzy nie zawsze mają wpływ. To z kolei pokazuje, że nie tylko instalatorzy potrzebują wiedzy, ale i klienci końcowi.

Mechanika płynów a ograniczanie kosztów, czyli taniej nie znaczy lepiej

Najczęściej spotykanym błędem instalacyjnym jest **zbyt mała średnica rur**. Instalatorzy przyzwyczajeni do hydrauliki instalacji z kotłami często zapominają bądź nawet nie wiedzą o tym, że w instalacjach z pompami ciepła mamy do czynienia ze znacznie większymi przepływami. Kotły gazowe umożliwiały wygenerowanie przyrostu temperatury (względnie spadku temperatury na odbiornikach ciepła) na poziomie 20°C i więcej, co oznacza, że różnica pomiędzy temperaturą wody wpływającej i wypływającej z kotła wynosiła często ponad 20°C. W przypadku pomp ciepła przyrost temperatury nie powinien przekraczać 8°C, a optymalną wartością jest 5°C. Niższy przyrost temperatury oznacza, że dla tej samej mocy należy zapewnić znacząco większy przepływ. Wzór na wymagany przepływ wyprowadza się ze wzoru na moc i ma on postać:

$$V = \frac{Q \cdot 3600}{\rho C_w \Delta t}$$

gdzie:

V – wymagany przepływ wody, m³/h;

Q – moc źródła ciepła, kW;

ρ – gęstość wody, kg/m³;

C_w – ciepło właściwe wody, kJ/kgK;

Δt – przyrost temperatury w źródle ciepła, K.

Parametry gęstości oraz ciepła właściwego wody podaje się inżyniersko dla określonej temperatury wody i na potrzeby pomocniczych obliczeń instalacyjnych można je przyjąć jako stałe wartości, odpowiednio 1000 kg/m³ oraz 4,2 kJ/kgK. Przyrosty temperatury podaje się w kelwinach, przy czym w przypadku przyrostów temperatury wartość liczbowa jest taka sama zarówno w stopniach Celsjusza, jak i w skali Kelwina.

Dla kotła gazowego o mocy 20 kW i przyroście temperatury 20°C wymagany przepływ wynosi:

$$V_1 = \frac{20 \cdot 3600}{1000 \cdot 4,2 \cdot 20} \approx 0,86 \text{ m}^3/\text{h}$$

Natomiast dla pompy ciepła o takiej samej mocy i poprawnej różnicy temperatury:

$$V_2 \approx 3,43 \text{ m}^3/\text{h}$$

Zatem w przypadku pompy ciepła wymagany przepływ wzrasta aż czterokrotnie, co oznacza, że absolutnie nie można dobrać dla niej takich samych średnic rur jak dla kotła gazowego.

Straty ciśnienia na obiegu hydraulicznym wynikają ze strat miejscowych (kolanka, trójniki, redukcje itp.) oraz liniowych, czyli na długości rury. Ręczne obliczanie strat ciśnienia jest żmudne i trudne – wykonuje się je dla dużych instalacji. Ważne jest jednak zapamiętanie tylko jednego członu wzoru, takiego samego w przypadku strat liniowych i miejscowych:

$$\Delta P_M = \zeta \cdot \rho \cdot \frac{w^2}{2}$$

gdzie:

ΔP_M – miejscowe straty ciśnienia, Pa;

ζ – współczynnik oporów miejscowych, -;

ρ – gęstość wody, kg/m³;

w – prędkość przepływu wody, m/s.

Prędkość przepływu wody zależy od natężenia przepływu oraz średnicy rury. Zakładając, że przy użyciu takiej samej rury chcemy zasilić instalację przyłączoną do pompy ciepła oraz do kotła, możemy obliczyć, ile razy wzrosną straty ciśnienia. Po uproszczeniu wzorów dla takich samych średnic widzimy, że zależność pomiędzy stosunkiem strat ciśnienia w instalacji wodnej zależy od kwadratu stosunku przepływów.

$$\frac{\Delta P_{M2}}{\Delta P_{M1}} = \frac{w_2^2}{w_1^2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

Oznacza to, że gdy przepływ wzrasta czterokrotnie, straty ciśnienia zwiększają się aż 16-krotnie dla tej samej średnicy rury. Uwzględniając opadającą charakterystykę pomp wirowych, akustykę instalacji oraz zużycie energii przez pompę obiegową, można śmiało stwierdzić, że **stosowanie w przypadku pomp ciepła tak małych średnic rur jak dla kotła gazowego jest absolutnie niedopuszczalne**.

Na **fot. 1** przedstawiono instalację dwóch obiegów grzewczych powietrznej pompy ciepła wykonaną w technologii PEX DN 25. Serwis gwarancyjny został wezwany z powodu braku ogrzewania. Na

miejsu okazało się, że budynek ma powierzchnię 160 m² i wyposażony jest w instalację ogrzewania podłogowego oraz instalację ogrzewania grzejnikowego – obie zasilane są z bufora c.o. Temperatura zmierzona na zasilaniu wyniosła 55°C, a na rurociągu powrotnym 30°C. Góra grzejników była ciepła, a dół zimny, co oznacza, że przepływ w instalacji był znacznie za mały. Bufor nagrzewał się do wysokiej temperatury, a jednocześnie zbyt mały przepływ uniemożliwiał odebranie ciepła przez jego odbiorniki.

Technologia montażu, czyli szybko, dobrze i estetycznie albo tanio, szybko i bez przepływu

Wybór technologii wykonania instalacji c.o. należy najczęściej do instalatorów. Stosują oni zazwyczaj dwa główne kryteria wyboru – koszt zakupu materiałów oraz koszt pracy (czas montażu). Zdaniem autorów przy wyborze technologii montażu warto uwzględnić jeszcze następujące parametry:

1. straty ciśnienia dla danej technologii,
2. trwałość instalacji,
3. estetykę techniki montażowej.

Do najczęściej stosowanych obecnie technologii instalacyjnych należą:

technologia zaciskana PEX (PEX-AL-PEX),
technologia zgrzewania PP,
technologia stali bądź miedzi zaciskanej,
technologia tulei nasuwanych (PE-Xc).

Technologia PEX jest bardzo popularna ze względu na szybkość montażu i relatywnie niską cenę. W porównaniu do systemu zgrzewanego PP jest też odporna na brak doświadczenia



Fot. 1. Zasilanie dwóch obiegów grzewczych na rurze PEX DN 25
Źródło: Zelga Instalacje



Fot. 2. Kolanko w technologii zaciskanej PEX
Źródło: Zelga Instalacje

instalatora. W przypadku stosowania rur zaciskanych PEX należy zwrócić uwagę na rozmiar kształtek. Na **fot. 2** przedstawiono kolanko zaciskane na rurze DN 25 – jego średnica jest znacznie mniejsza od średnicy samej rury. Dla średnicy nominalnej 25 w technologii PEX-AL-PEX średnica wewnętrzna rury wynosi tylko 20 mm. Średnica złączki w systemie zaciskowym jest jeszcze mniejsza i wynosi niewiele ponad 15 mm. Zatem w takim wypadku należy z wysoką starannością dobierać średnice rur, uwzględniając grubość ścianek oraz straty w przekroju na łączeniach rur.

Z kolei **technologia zgrzewania** rur polipropylenowych jest bardzo popularna ze względu na najniższy koszt zakupu materiałów. Z doświadczenia autorów wynika, że jej stosowanie w domach jednorodzinnych wpływa na czas montażu, jest też ona bardzo wrażliwa na błędy instalatora. Poprawne zgrzewanie kształtek PP wymaga doboru odpowiedniej temperatury oraz czasu zgrzewania dla różnych średnic rur. Zbyt krótki czas zgrzewania i/lub zbyt niska temperatura spowodują nieszczelność instalacji, widoczną od razu bądź po relatywnie niedługim czasie. Aby uniknąć tej sytuacji, instalatorzy preferują zbyt wysoką temperaturę i/lub zbyt długi czas zgrzewania. Wykonany w ten sposób montaż daje im poczucie bezpieczeństwa w kontaktach z klientami przy odbiorze instalacji („nie cieknie”). Niestety w takiej sytuacji pomimo braku wycieków mogą się pojawić inne problemy niewidoczne gołym okiem. Instalacje uruchamiane są najczęściej przed lub na samym początku sezonu grzewczego, dlatego o problemach z nimi inwestor dowiaduje się najczęściej już po opłaceniu rachunku za wykonanie instalacji.

W przypadku przegrzania połączeń w kształtkach następuje znaczące zwężenie przekroju, a w sytuacjach ekstremalnych jego całkowite zablokowanie, co jest z dwojga złego lepsze dla klienta ze względu na łatwiejszą diagnostykę. Innym ważnym aspektem jest kwestia montażu natynkowego w maszynowni. Rury polipropylenowe są przeznaczone do montażu podtynkowego w miejscach, gdzie nie występuje ryzyko uszkodzenia mechanicznego oraz nie docierają promienie słoneczne powodujące utratę właściwości mechanicznych materiału. Wykonywanie instalacji w maszynowni w tej technologii jest w opinii autorów bardzo trudne i często nieestetyczne (w niektórych przypadkach rażąco). Wiele zależy od doświadczenia instalatora, jego poczucia estetyki oraz umiejętności planowania układania rur w maszynowni. Technologia zgrzewanego PP jest odpowiednia do instalacji dolnego źródła ciepła w pompach gruntowych ze względu



Fot. 3. Maszynownia wykonana w technologii PP Źródło: Zelga Instalacje

na duże, trudne do przegrzania średnice oraz dobrą izolacyjność cieplną i niskie straty ciśnienia (w przypadku prawidłowego montażu).

Technologia stali i miedzi zaciskanej jest bardzo przyjazna w montażu dzięki możliwości ułożenia całej instalacji „na sucho” i wykonania zacisków w końcowej fazie. Wysoka sztywność i odporność mechaniczna oraz zachowanie pełnego przekroju po zaciśnięciu kształtek to jej najważniejsze zalety. Wadą jest potencjalna korozyjność w przypadku stali bądź utlenianie w przypadku miedzi, a także wysoka przewodność cieplna niepożądana przy chłodzeniu oraz wysoka cena.

Suszenie budynku przy wykorzystaniu pompy ciepła

Zgodnie z obowiązującymi w Europie standardami budowlanymi suszenie budynku należy do zakresu odpowiedzialności firmy budowlanej wznoszącej obiekt. Powinno to być realizowane za pomocą osuszaczy powietrza przed rozpoczęciem użytkowania budynku. **Budynek niepoddawany procesom suszenia można uznać za względnie suchy po upływie roku od zakończenia budowy.**

W praktyce w Polsce znaczna część obiektów budowlanych wznoszona jest etapami przez samych inwestorów. W ramach standardów deweloperskich stosunkowo rzadko praktykuje się suszenie budynków, więc w miażdżącej większości przypadków koszt tej usługi zostanie pokryty przez mieszkańców. **Pierwszy sezon grzewczy należy zatem traktować jako potencjalnie najbardziej obciążający budżet.**

Większość budynków, z którymi przyszło się autorom mierzyć w procesie projektowania pomp ciepła, wznoszonych i zamieszkiwanych jest w ciągu jednego roku – pomiędzy zimą a późną jesienią. Bardzo rzadko spotykane są budynki sezonowe lub osuszone, więc suszenie odbywa się za pomocą powietrznych lub gruntowych pomp ciepła. **Zapotrzebowanie na energię w porównaniu do „typowego” sezonu grzewczego waha się o od 40 do nawet kilkuset procent** w razie zastosowania pustaków keramzytowych lub



Fot. 4. Maszynownia w trakcie montażu w technologii stali zaciskanej Źródło: Zelga Instalacje



Fot. 5. Maszynownia w technologii stali zaciskanej po zaizolowaniu Źródło: Zelga Instalacje

ceramicznych w jednowarstwowych ścianach zewnętrznych. W przypadku ścian wielowarstwowych wykonanych z innych materiałów, których izolacyjność cieplna nie zależy aż tak bardzo od wilgotności przegrody, można oczekiwać podwojonego zapotrzebowania na ciepło w procesie suszenia.

Dużym problemem w przypadku łączenia procesów zamieszkiwania i suszenia budynku jest komfort termiczny w budynkach wilgotnych. Obniżona izolacyjność cieplna wilgotnych przegród budowlanych prowadzi do bardzo chłodnych ścian wewnątrz budynku (możliwe nawet przemarzanie), osiągnięcie akceptowalnej temperatury odczuwalnej wymaga wówczas znaczącego podwyższenia temperatury powietrza wewnętrznego. Oznacza to, że oprócz wzrostu zapotrzebowania na ciepło z powodu suszenia pojawia się dodatkowe zapotrzebowanie wynikające z konieczności podwyższenia temperatury wewnętrznej, co daje kilkukrotny wzrost obciążenia cieplnego budynku. W praktyce budynek o nominalnym obciążeniu cieplnym 10 kW ma okresowe obciążenie cieplne na poziomie 30, a nawet 50 kW. W takich przypadkach zimą jego użytkownicy będą odczuwać chłód, a ich rachunki wzrosną.

Przy stosowaniu powietrznych pomp ciepła w niewysuszonych budynkach następuje bardzo szybkie włączenie grzałek elektrycznych, co prowadzi zazwyczaj do wzrostu rachunku za prąd – są to wartości nawet kilkukrotnie przekraczające normalne zużycie. Większość pomp ciepła renomowanych producentów posiada zintegrowane grzałki elektryczne o mocy co najmniej dorównującej nominalnej mocy grzewczej samej pompy. Jeśli grzałki się nie uruchomią lub wydajność układu razem z grzałkami wciąż będzie zbyt mała, może wystąpić ponadnormatywne oblodzenie, a nawet uszkodzenie pompy.

Najlepszym rozwiązaniem jest zatem wykorzystanie osuszaczy powietrza lub sezonowanie budynku. Jeżeli do suszenia ma zostać użyta gruntowa pompa ciepła, musi ona chronić dolne źródło przed zamarzaniem. W takiej sytuacji uruchomią się grzałki elektryczne, a moc sprężarki spadnie, gdy wystąpi ryzyko zamarznięcia dolnego źródła. W przypadku powietrznych pomp ciepła może się okazać, że wstępne nagrzanie budynku do określonej temperatury (ok. 18°C) będzie wymagało pracy samych grzałek elektrycznych bez udziału sprężarki ze względu na kopertę pracy urządzenia. W odniesieniu do większości powietrznych pomp ciepła temperatura powrotu nie powinna być niższa niż 18–20°C. Do momentu jej osiągnięcia urządzenia pracują wraz z grzałkami lub na samych grzałkach.

Przy poprawnie wykonanych gruntowych pompach ciepła możliwe jest wysuszenie budynku bez użycia grzałek elektrycznych – jeśli temperatura zewnętrzna jest względnie wysoka (mamy do czynienia z ciepłą zimą).



Fot. 6. Zamarzająca jednostka zewnętrzna pompy ciepła
Źródło: Zelga Instalacje

W przypadku stosowania gruntowych pomp ciepła zachodzi ryzyko zamarznięcia gruntowego wymiennika ciepła, co często prowadzi do jego uszkodzenia. Jeżeli uszkodzenie nie wystąpi, „jedynym” problemem właściciela instalacji będzie odmrożenie wymiennika gruntowego przed kolejnym sezonem grzewczym. Takie ryzyko występuje szczególnie w przypadku instalacji bardzo tanich, w których zastosowano absolutnie minimalną głębokość kolektorów pionowych, a same pompy ciepła nie mają zabezpieczeń dolnego źródła przed zamarzaniem oraz grzałek. Odmrożenie gruntowego wymiennika pionowego jest dużym wyzwaniem w razie braku chłodzenia budynku. Zamrożony wymiennik może ulec uszkodzeniu poprzez zmiążdżenie pod naciskiem powstającego lodu. Efektem może być nie tylko trwałe uszkodzenie jednego lub kilku odwiertów, ale również wydostanie się do środowiska szkodliwego glikolu i skażenie wód gruntowych.



Fot. 7, 8. Całkowicie zamrożona pompa ciepła



Źródło: Zelga Instalacje

Oszukiwanie instalatora, czyli klient strzela sobie w kolano

Stosunkowo częstym problemem są również nierzetelne informacje od klientów bądź niewywiązywanie się przez nich z wcześniejszych obietnic i ustaleń z instalatorami. Przedstawiona na **fot. 8** pompa ciepła uległa zamarznięciu w październiku przy temperaturze zewnętrznej 10°C. Instalacja wykonywana była w maju tego samego roku i została uruchomiona pomimo braku izolacji na budynku. W trakcie uruchomienia klient został poinstruowany o konieczności wykonania izolacji

termicznej i zapewnił, że zostanie to zrealizowane przed sezonem zimowym. Serwis gwarancyjny wezwano w październiku, gdyż pompa była całkowicie oblodzona, a w budynku było zimno. Okazało się, że izolacja budynku nigdy nie została wykonana, czyli pompa ciepła ogrzewała nieocieplony budynek. Temperatura wewnętrzna wynosiła w nim kilkanaście stopni, a temperatura powrotu nie przekraczała 20°C. Zbyt niska temperatura powrotu uniemożliwiła realizację procesu odszraniania przy wykorzystaniu technologii odwracalnego obiegu chłodniczego, co doprowadziło do całkowitego oblodzenia jednostki zewnętrznej i zaprzestania realizacji funkcji ogrzewania budynku przez urządzenie.

Podsumowanie

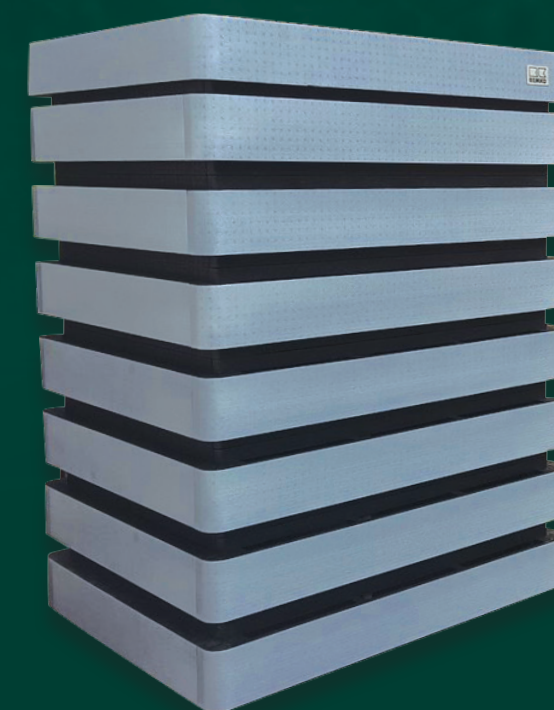
Montaż pomp ciepła to dla instalatora specjalizującego się dotychczas w montażu kotłów kuszająca alternatywa, należy jednak pamiętać, że konieczna jest w tym wypadku szersza wiedza techniczna. Gruntowych pomp ciepła instaluje się dużo mniej niż jednostek typu powietrze/woda, dlatego również liczba wykrywanych błędów montażowych jest w tym wypadku niższa. Wykonując instalację pompy ciepła, należy zwrócić szczególną uwagę na przepływy oraz projektowane temperatury zasilania i powrotu, a także na stosowaną technologię wykonania maszynowni (kotłowni). Warto także skorzystać z dostępnego oprogramowania w celu przynajmniej szacunkowego obliczenia strat ciśnienia w instalacji przy zakładanej średnicy rur.

Ostony agregatów pomp ciepła i klimatyzacji

Redukcja hałasu od **6** do **23 dB**



- opatentowana konstrukcja ostony zapewnia utrzymanie przepływu powietrza
- skuteczna ochrona urządzenia przed warunkami atmosferycznymi
- ochrona przed kradzieżą
- odporność na promieniowanie UV
- klasa ogniowa B1 znakomicie chroni agregat
- atrakcyjny wygląd maskujący urządzenie i instalację
- lekka modułowa konstrukcja umożliwia łatwy dostęp serwisowy
- moduły ostony wykonane w całości z EPP polipropylenu
- cztery standardowe kolory: czarna, srebrno/czarna, zielono/czarna oraz brązowo/czarna
- możliwość wyboru dowolnego koloru RAL



Galeria zdjęć:



Po więcej informacji
zapraszamy na stronę:

www.katalog.fonko.pl/Shop



Jak obniżyć hałas od pompy ciepła?

Rosnące ceny energii elektrycznej, paliw stałych i gazu ziemnego powodują, że coraz więcej inwestorów decyduje się na wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii. Oprócz paneli fotowoltaicznych dużym zainteresowaniem cieszą się powietrzne pompy ciepła. Dynamiczny rozwój tego sektora może być jednak uciążliwy na terenach o gęstej zabudowie jednorodzinnej i szeregowej, ponieważ hałas pracującego wentylatora może przekraczać dopuszczalne poziomy i być uciążliwy dla sąsiadów.



Damian Czernik
projektant instalacji sanitarnych,
Słowik Architektura
w Zakopanem

W przypadku pomp ciepła typu powietrze/woda montowanych na zewnątrz budynku coraz większego znaczenia w praktyce projektowej i wykonawczej, a zwłaszcza eksploatacyjnej nabiera kwestia hałasu pochodzącego od urządzeń. Szczególnie narażone na ten problem są tereny zurbanizowane, gdzie przy ciągle zmniejszających się powierzchniach działek ich użytkownicy coraz bardziej się skupiają.

Z powodu mniejszych odstępów między budynkami trudno spełnić wymagania istniejących przepisów w zakresie ochrony przed hałasem. Jednak już tylko z samego szacunku dla sąsiadów należy zmniejszyć do minimum obciążenie otoczenia niepożądanymi dźwiękami. W takiej sytuacji konieczne jest staranne opracowanie projektu instalacji z pompą ciepła i jego fachowa realizacja. Poszczególne pompy wymagają indywidualnego podejścia, a w bardziej złożonych sytuacjach zaleca się skorzystanie z usług wykwalifikowanego akustyka. Jak zmniejszyć oddziaływanie akustyczne pracującej pompy i jak na drodze sądowej skłonić sąsiada do wytłumienia hałasu pochodzącego od jego urządzenia?

Hałas od pompy ciepła a prawo

Hałas emitowany przez pompę ciepła nie może przekraczać określonych przez prawo wartości. Rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku [2] mówi wyraźnie o **maksymalnych poziomach hałasu** na granicy posesji w podziale na różne obszary (np. budownictwo jednorodzinne, wielorodzinne, uzdrowiskowe, wypoczynkowe itd.). Rozporządzenie wyróżnia w obszarze zabudowy jednorodzinnej podział na okres dzienny i nocny. Na granicy posesji w zabudowie jednorodzinnej poziom hałasu w ciągu dnia nie może być wyższy niż 50 dB(A), a w nocy niż 40 dB(A). Tymczasem jednostka zewnętrzna pompy ciepła zgodnie z kartami katalogowymi może generować

hałas np. na poziomie 45–70 dB(A). Są to progi zdecydowanie wyższe, dlatego zaleca się montowanie urządzeń w jak największej odległości od granicy działki. Jest to jednak niełatwe do zrealizowania na osiedlach jednorodzinnych i w zabudowie miejskiej, gdzie działki są małe, a domy stoją blisko siebie. Szczególnie trudną sytuację mają mieszkańcy domów w zabudowie bliźniaczej i szeregowej.

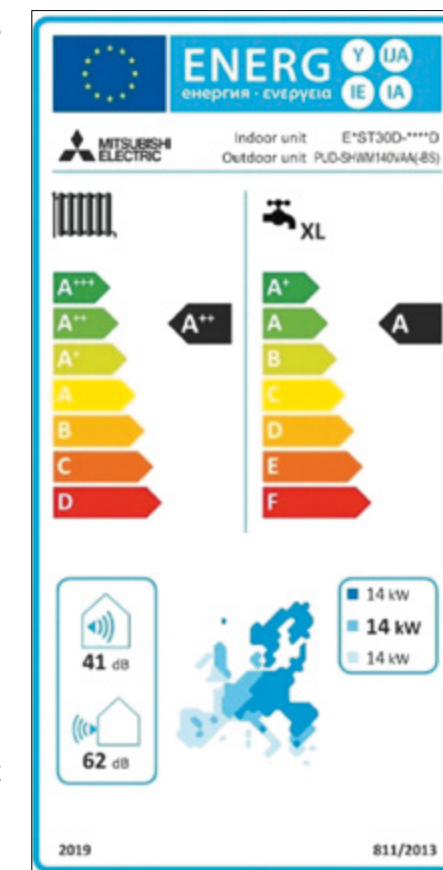
Poziom ciśnienia akustycznego pompy ciepła

Od 26 września 2015 r. każda pompa ciepła wprowadzana na rynek powinna być dostarczana wraz z etykietą energetyczną, na której znaleźć można podstawowe informacje, takie jak: nazwa i model urządzenia, klasa efektywności energetycznej (np. A⁺), znamionowa moc cieplna czy **poziom mocy akustycznej**. Przykład etykiety energetycznej pompy ciepła podano na **rys. 1**.

Poziom mocy akustycznej to całkowita zmiana ciśnienia powietrza we wszystkich kierunkach spowodowana przez źródło dźwięku. Jest to wartość stała i niemierzalna bezpośrednio, wyznaczana tylko obliczeniowo na podstawie odpowiedniej metodyki i serii pomiarów. Jest ona podstawą do porównywania urządzeń pod względem generowanego przez nie hałasu, ale oderwaną od rzeczywistych warunków terenowych, informującą jedynie o mocy akustycznej w miejscu montażu urządzenia.

A tym, co słyszą nasze uszy, jest **poziom ciśnienia akustycznego** – jest to wartość mierzalna wywołana przez źródło dźwięku znajdujące się w pewnej określonej odległości, np. 1 lub 5 m. Wartość tego parametru zależy zawsze od odległości pomiaru od źródła dźwięku. Na pomiary hałasu, jaki odczuwamy w warunkach terenowych, wpływa też usytuowanie źródła dźwięku względem budynków i innych przeszkód na drodze rozchodzącej się fali dźwiękowej – odbijających ją (np. ściany, pełne ogrodzenie) lub tłumiących (np. krzewy i drzewa, ekrany akustyczne). Ponadto moc akustyczna wraz ze wzrostem odległości od źródła dźwięku rozkłada się na coraz większą przestrzeń, maleje tym samym poziom ciśnienia akustycznego, czyli hałas, jaki odczuwamy wraz z odległością i otwartością przestrzeni (brakiem przeszkód odbijających dźwięki).

Akustyka posługuje się także pojęciami **emisji dźwięku** – jest to dźwięk wysyłany ze źródła, wyrażany za pomocą poziomu mocy akustycznej oraz **imisji dźwięku** – czyli oddziaływaniem dźwięku na określony punkt w przestrzeni, wyrażanym za pomocą poziomu ciśnienia akustycznego.

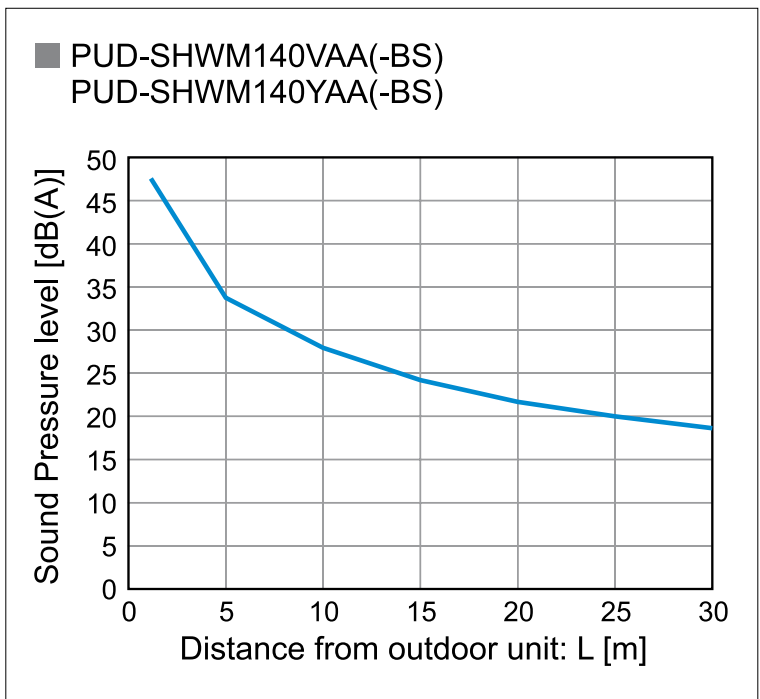


Rys. 1. Etykieta energetyczna przykładowej pompy ciepła
Źródło: Mitsubishi Electric

Weźmy jako przykład etykietę jednej z popularnych pomp ciepła (**rys. 1**). Podana wartość 62 dB dla jednostki zewnętrznej przekracza maksymalne wskaźniki hałasu w porze dziennej i nocnej, ale to nie dyskwalifikuje jej pod kątem montażu na działce domu jednorodzinnego. Tak jak pisałem wyżej – mocy akustycznej z etykiety nie należy odczytywać jako ciśnienia akustycznego. Zgodnie z danymi z karty katalogowej tej pompy ciepła (**rys. 2**) poziom ciśnienia akustycznego na otwartej przestrzeni w odległości 8 m od urządzenia spada poniżej 30 dB(A). Przestrzeń otwarta, swobodna to przestrzeń niezakłócająca

rozprzestrzeniania się dźwięku (fali dźwiękowej) z żadnej strony. Natomiast przestrzeń zamknięta może powodować wzrost poziomu hałasu podczas eksploatacji pompy. Dlatego tak ważne jest zachowanie odpowiednich odległości od granicy działki i innych budynków, aby nie powodować hałasu zakłócającego spokój sąsiadów. Pozwoli to uniknąć nieporozumień i ewentualnych zatargów, które finał znaleźć mogą nawet w sądzie.

Do obliczeń poziomu hałasu na granicy działki warto wykorzystać np. materiały PORT PC. Poradnik pt. *Ograniczanie hałasu w instalacjach z pompami ciepła* [1] w przystępny sposób opisuje zagadnienia i terminy akustyczne w kontekście wymagań prawnych, zawiera też tabelę ułatwiającą obliczanie poziomu ciśnienia akustycznego (słyszalnego hałasu) w sytuacji, gdy dysponujemy jedynie danymi dot. mocy akustycznej urządzenia, bez dostępu do takich wykresów i danych, jakie pokazano na **rys. 2**. Jeśli weźmiemy pod uwagę urządzenie z poziomem mocy akustycznej 62 dB,



Rys. 2. Wykres poziomów ciśnienia akustycznego jednostki zewnętrznej przykładowej pompy ciepła w zależności od odległości
Źródło: Mitsubishi Electric

Tabela 1. Obliczanie poziomu ciśnienia akustycznego LP na podstawie poziomu mocy akustycznej LWA (źródło: PORT PC [1])

Q – współczynnik kierunkowy	Odległość od źródła dźwięku, m								
	1	2	4	5	6	8	10	12	15
	spadek poziomu ciśnienia akustycznego LP odniesiony do poziomu mocy akustycznej określonego przy pompie ciepła/wylocie LWA, dB(A)								
2	-8	-14	-20	-22	-23,5	-26	-28	-29,5	-31,5
4	-5	-11	-17	-19	-20,5	-23	-25	-26,5	-28,5
8	-2	-8	-14	-16	-17,5	-20	-22	-23,5	-25,5

POMPY CIEPŁA



Japońska perfekcja

NOWA GENERACJA POMP CIEPŁA SERIA K I L



aircon.panasonic.eu

DOPUSZCZALNE POZIOMY HAŁASU

Graniczne wartości hałasu reguluje w Polsce rozporządzenie w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (tekst jednolity: DzU 2014, poz. 112). Za utrzymanie dopuszczalnych poziomów hałasu odpowiedzialny jest użytkownik instalacji generującej hałas. Nie wolno przekraczać wartości emitowanych łącznie przez wszystkie instalacje.

Parametry emisji na zewnątrz budynków:

- obszary ochrony uzdrowiskowej i tereny szpitali położone poza miastem: w dzień 40 dB(A), w nocy 35 dB(A);
- tereny wypoczynkowo-rekreacyjne położone poza miastem, tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, tereny zabudowy związanej ze stałym lub wielogodzinnym pobytem dzieci i młodzieży, tereny domów opieki, tereny szpitali w miastach: w dzień 45 dB(A), w nocy 40 dB(A) (PORT PC rekomenduje nieprzekraczanie w nocy 35 dB (A));
- tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej i zamieszkania zbiorowego, tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej z usługami rzemieślniczymi, tereny zabudowy zagrodowej: w dzień 50 dB(A), w nocy 40 dB(A);
- tereny położone w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców, ze zwartą zabudową mieszkaniową i koncentracją obiektów administracyjnych, handlowych i usługowych: w dzień 55 dB(A), w nocy 40 dB(A).

Pojedyncze, krótkotrwałe, szczytowe poziomy hałas nie mogą przekraczać podanych powyżej wartości emisji: o 10–22 dB(A) w dzień (w godzinach 6.00–22.00) oraz o 10–17 dB(A) w nocy (w godzinach 22.00–6.00).

Podstawą prawną określającą warunki ochrony przed hałasem i drganiami jest rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002, nr 75, poz. 690, t.j.: DzU 2022, poz. 1225), oraz norma PN-B-02151-2.

Równoważny poziom dźwięku A hałasu przenikającego do pomieszczenia łącznie od wszystkich źródeł hałasu usytuowanych poza tym pomieszczeniem (w budynkach mieszkalnych – od źródeł hałasu usytuowanych poza mieszkaniem, w skład którego wchodzi pomieszczenie) nie może przekraczać w pomieszczeniach mieszkalnych budynków mieszkalnych: w dzień 40 dB(A), w nocy 30 dB(A); a w kuchniach i pomieszczeniach sanitarnych: w dzień 45 dB(A), w nocy 40 dB(A).

Miarą dźwięku w powietrzu są: ciśnienie akustyczne i moc akustyczna. **Moc akustyczna** jest charakterystyczną wielkością źródła dźwięku, którą można wyznaczyć tylko na podstawie pomiarów. Wielkość ta opisuje całkowitą energię emitowaną w jednostce czasu przez źródło dźwięku we wszystkich kierunkach. **Ciśnienie akustyczne** powstaje tam, gdzie źródło dźwięku wprawia w drgania powietrze, zmieniając w ten sposób jego ciśnienie. Im większa zmiana ciśnienia powietrza, tym dźwięk odbierany jest jako głośniejszy.

Emisję dźwięku przez źródło dźwięku określa się jako jego poziom i wyraża w decybelach (dB).

Imisja to oddziaływanie dźwięku na określony punkt w przestrzeni i określa ona poziom ciśnienia akustycznego w tym punkcie. Imisja zależy od emisji dźwięku i warunków jego rozchodzenia się w przestrzeni. Podwojenie głośności np. przez drugie źródło dźwięku o takiej samej mocy odpowiada zwiększeniu poziomu o 3 dB, przez pięć źródeł – o 7 dB, a przez dwanaście – o 10,8 dB. Przykładowe wartości poziomu hałasu: 130 dB – próg bólu, 65–75 dB – silnik samochodu osobowego, 50–65 dB – rozmowa, 30–40 dB – szept.

to rekomendowany przez PORT PC poziom ciśnienia akustycznego (czyli hałasu) 35 dB(A) na granicy działki osiągniemy zgodnie z **tabelą 1** wtedy, gdy zamontujemy pompę ciepła w odległości 8–9 m od tej granicy. Natomiast wymagany przepisami poziom 40 dB(A) osiągniemy, gdy pompa ciepła będzie się znajdować w odległości 5–6 m od granicy działki. W obliczeniach przyjęto współczynnik kierunkowy Q2 – przestrzeń jest otwarta, dźwięk rozprzestrzenia się i nie odbija od przeszkód.

Obniżanie hałasu pracy pompy

Istnieje też kilka sposobów, dzięki którym można zminimalizować hałas pracy urządzenia:

- ustawienie pompy ciepła wylotem powietrza skierowanym w stronę najmniej uciążliwą dla otoczenia, np. w kierunku ulicy, gdyż w budynkach sąsiednich pomieszczenia wymagające ochrony przed hałasem rzadko są zwrócone w stronę ulicy,
- swobodne rozproszenie ciśnienia akustycznego, czyli montaż jednostki zewnętrznej na otwartej przestrzeni (lub przy jednej ścianie) – warto pamiętać, że dwie lub trzy ściany w pobliżu będą odbijać dźwięki i zwiększać hałas,
- wytłumienie akustyczne specjalnymi ekranami lub gęstą roślinnością krzewiastą (ale niezbyt bliską) z nieopadającymi liśćmi (pozostającymi na krzewie przez cały rok),
- stabilne podłoże, czyli montaż pompy niepowodujący drgania i jego przenoszenia na utwardzone podłoże (np. na opaski lub chodniki wokół budynku) oraz na wysokości co najmniej 40 cm nad powierzchnią gruntu, żeby nie ograniczać przepływu powietrza w ziemie, np. przez zbierający się przy silniejszych opadach śnieg.

Uciążliwy hałas pompy ciepła a droga sądowa

Można oczywiście być użytkownikiem pompy ciepła prawidłowo zamontowanej na działce obok budynku i jednocześnie sąsiadem użytkownika pompy powodującej nadmierny hałas (zlokalizowanej na granicy działki lub zamontowanej w sposób utrudniający prawidłowe rozprzestrzenienie ciśnienia akustycznego). Jeśli nie uda się rozwiązać problemu w inny sposób, możliwe jest skorzystanie w takim wypadku z instytucji **naruszenia prawa własności** ze względu na wydzielającą się od sąsiada imisję uciążliwego dźwięku. Jak zasygnalizowano wcześniej, imisja to oddziaływanie dźwięku na określony punkt w przestrzeni, określa ona poziom ciśnienia akustycznego w tym punkcie. Imisja zależy od emisji dźwięku i warunków jego rozchodzenia się w przestrzeni.

Jeśli nie uda się porozumieć z sąsiadem polubownie, można wstąpić na drogę sądową zgodnie z art. 144 Kodeksu cywilnego: „Właściciel nieruchomości powinien przy wykonywaniu swego prawa powstrzymać się od działań, które by zakłócały korzystanie z nieruchomości sąsiednich ponad przeciętną miarę, wynikającą ze społeczno-gospodarczego przeznaczenia nieruchomości i stosunków miejscowych”. Warunkiem wszczęcia takiego postępowania powinno być zebranie

dowodów w postaci pomiarów hałasu, które powinna wykonać firma specjalizująca się w akustyce środowiska.

Wywalczyć można zakaz dokonywania emisji powodującej uciążliwą imisję. Sąd nie określa jednak, w jaki sposób miałyby to nastąpić. Sąsiadowi, który dopuszcza się powstawania nadmiernego hałasu z urządzenia, nie można bowiem prawnie narzucić konkretnych rozwiązań. W jego gestii pozostaje wybór sposobu, w jaki hałas zostanie ograniczony, np. poprzez zastosowanie bariery rozpraszającej falę akustyczną, zabudowy tłumiącej lub ustawienie jednostki w taki sposób, by zmieniony został kierunek rozchodzenia się dźwięku.

Literatura

1. *Ograniczanie hałasu w instalacjach z pompami ciepła*, Poradnik PORT PC, https://www.portpc.pl/pdf/5kongres/COR3_PC_halas_2016_2.pdf
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (DzU 2014, poz. 112)
3. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/rules-and-requirements_pl

POLECAMY!

NOWOŚĆ

autor: dr inż. Marian Rubik

tytuł: CHŁODNICTWO I POMPY CIEPŁA Wydanie III rozszerzone

„Chłodnictwo i pompy ciepła” to jedna z tych książek, które każdy projektant i instalator oraz student branży HVAC ma lub powinien mieć na półce z literaturą fachową (publikacja dostępna również w formie pdf).

To kompendium wiedzy nt. zasad działania oraz eksploatacji urządzeń chłodniczych i pomp ciepła. Poradnik zawiera wiedzę ściśle fachową, od podstaw teoretycznych, poprzez zagadnienia praktyczne stosowania urządzeń i projektowania oraz montażu instalacji, po przykłady obliczeniowe.

W obliczu szybko rozwijającej się branży pomp ciepła konieczne było uaktualnienie, poprawienie i rozszerzenie poradnika aż o 200 s. (w porównaniu do wydania I). Najnowsze wydanie książki zostało uzupełnione m.in. o rozdział pt. „Wybrane zagadnienia eksploatacji oraz obsługi instalacji chłodniczych i pomp ciepła”.

format: B5
liczba stron: 640

SPRZEDAŻ prowadzi
Księgarnia Techniczna
Grupy Medium

22 512 60 60
22 512 60 61

eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl



Jak wybrać pompę ciepła do domu?

Podczas podejmowania decyzji o zakupie pompy ciepła kluczowe jest dobranie urządzenia do specyfiki konkretnego budynku oraz danego regionu klimatycznego. Głównym celem instalacji jest uzyskanie w domu optymalnego komfortu termicznego, niezależnie od poziomu izolacyjności budynku i panujących w danym momencie warunków atmosferycznych. Dlatego ważne jest m.in. uwzględnienie wieku budynku oraz jego efektywności energetycznej, a także, w miarę możliwości, nawyków i wymagań jego użytkowników. Istotny jest także rejonu kraju, w którym znajduje się budynek (nad morzem, w górach, w środkowej Polsce). Wybór urządzenia nieoprzemy dokładną analizą może skutkować obniżeniem komfortu cieplnego w budynku i stratą finansową inwestora.



Pompę ciepła dobieramy w zależności od tego, czy budynek jest nowy czy remontowany

Decyzja o wyborze pompy ciepła jako systemu grzewczego dla danego domu musi być podejmowana z wyjątkową starannością, dużo większą niż w przypadku tradycyjnego kotła, który można stosunkowo łatwo zastąpić podobnym modelem. Niezbędne jest uwzględnienie wielu zmiennych, takich jak rodzaj budynku, poziom jego izolacji termicznej, lokalizacja geograficzna i panujący klimat. To kompleksowe podejście ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia optymalnej wydajności instalacji i komfortu cieplnego oraz zadowolenia użytkowników.

Dom nowy czy po remoncie?

Nowoczesne budynki coraz częściej charakteryzują się wysoką efektywnością energetyczną, co wiąże się ze zmniejszeniem zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzewania. Jeszcze dekadę temu w przeciętnym domu o powierzchni 150 m² standardem był kocioł o mocy powyżej 20 kW, nawet pompy ciepła miały zazwyczaj minimum 10 kW. Jednak obecnie standard ten uległ radykalnej zmianie i nieprzypadkowo wiodący producenci pomp ciepła, oferując różnorodne warianty tych urządzeń. Linia Aquarea firmy Panasonic obejmuje modele o mocach: 3, 5, 7, 9, 12 i 16 kW. Tym samym możliwe jest precyzyjne dopasowanie pompy ciepła do wymagań konkretnego przypadku – począwszy od nowoczesnych, pasywnych budynków, a na starszych, energetycznie przeciętnych nieruchomościach kończąc. Pozwala to optymalnie wykorzystać potencjał danego urządzenia, bowiem zarówno zbyt niska, jak i za wysoka moc może negatywnie wpłynąć na efektywność pracy pompy ciepła. Co więcej, w przypadku pomp ciepła zwiększenie mocy wiąże się z wyraźnym wzrostem kosztów zakupu. Nie warto zatem przepłacać za niepotrzebną nadwyżkę mocy.

Różnica między już istniejącym budynkiem a takim, który jest dopiero planowany lub budowany, wykracza poza samą zmienność zapotrzebowania na ciepło. W przypadku nieruchomości nowo wznoszonej cały system grzewczy projektujemy od podstaw, co pozwala zoptymalizować jego działanie w idealnej harmonii z pompą ciepła. Dąży się tu nie tylko do dostarczenia odpowiedniej ilości ciepła, lecz także do minimalizacji zużycia energii elektrycznej, co skutkuje obniżonymi kosztami eksploatacji. Nowe budynki są tworzone zgodnie z wymaganiami określonymi w aktualnych Warunkach Technicznych, co dostarcza informacji o standardzie ich wykonania (obecnie zgodnie z WT 2021). Istotnie upraszcza to oszacowanie zapotrzebowania budynków na ciepło.

Większym wyzwaniem są budynki już istniejące, w przypadku których konieczne jest precyzyjne dopasowanie pompy ciepła i układu hydraulicznego do już istniejących instalacji. Niezwykle istotny jest tu nie tylko wybór między grzejnikami a ogrzewaniem podłogowym, ale także uwzględnienie średnic rur w istniejącej instalacji, rodzaju systemu (otwarty czy zamknięty), podziału na oddzielnie sterowane strefy oraz wiele innych czynników.

Sam proces określenia potrzeb cieplnych w takim budynku staje się znacznie bardziej skomplikowany. Wymaga uwzględnienia takich parametrów, jak izolacja ścian, dachu i podłóg czy współczynnik przenikania ciepła U dla okien i drzwi. Informacje na temat dotychczasowego zużycia paliwa mogą być pomocne, choć interpretacja tych danych wymaga specjalistycznej wiedzy, by móc rzetelnie oszacować wydajność zainstalowanego wcześniej kotła.

W praktyce najlepszym podejściem jest przeprowadzenie obliczeń zapotrzebowania na ciepło przy wykorzystaniu kilku różnych metod, a następnie staranne zestawienie ich wyników wraz z krytyczną oceną. Dlatego kluczowy jest wybór kompetentnego instalatora, najlepiej z akredytacją

producenta pompy ciepła. Jedynie fachowiec będzie w stanie przeprowadzić dokładne obliczenia, które zapewnią optymalne działanie systemu grzewczego w istniejącym budynku.

Ogrzewanie podłogowe czy grzejniki?

Ogrzewanie podłogowe charakteryzuje się znacznie większą powierzchnią wymiany ciepła niż tradycyjne grzejniki. Nawet jeśli grzejnik ma konstrukcję zwiększającą tę powierzchnię oraz zdolność do przekazywania ciepła, to wciąż, przy takiej samej temperaturze wody w instalacji, oddaje on znacznie mniej ciepła niż cała powierzchnia podłogi w pomieszczeniu.

W warunkach projektowych maksymalne temperatury zasilające wynoszą zazwyczaj 35°C dla systemów ogrzewania podłogowego oraz 50–55°C dla grzejników. Różnica 20°C ma istotne znaczenie dla efektywności pomp ciepła. Wzrost temperatury na zasilaniu o 1°C wpływa na spadek wydajności COP pompy o 2–3%. Ważne jest również, że przy wyższej temperaturze w obiegu grzewczym spada nie tylko sprawność, ale również moc większości pomp ciepła. To zjawisko szczególnie zauważalne przy niższych temperaturach zewnętrznych.

Najtrudniejszym sprawdzianem dla pomp ciepła są okresy intensywnych mrozów. Wtedy konieczne jest dostarczenie projektowanej mocy grzewczej oraz utrzymanie w obiegu maksymalnej temperatury wody. W okresach przejściowych, takich jak wiosna i jesień, wystarcza niższa temperatura wody, a zastosowane sterowanie pogodowe pozwala na bardziej ekonomiczną pracę pompy ciepła. Praktycznie przez większą część sezonu instalacja ogrzewania podłogowego może być zasilana wodą o temperaturze poniżej 30°C, podczas gdy grzejniki otrzymują wodę o temperaturze około 45°C.

Należy także zauważyć, że moc większości pomp ciepła maleje przy niskich temperaturach zewnętrznych, szczególnie poniżej –7°C. Nie dotyczy to jednak wszystkich modeli – pompy ciepła Panasonic z serii T-CAP utrzymują nominalną moc grzewczą nawet przy temperaturze zewnętrznej –20°C, a w ekstremalnych przypadkach mogą pracować nawet przy –28°C. Urządzenia te mogą pracować w budynkach o wysokim zapotrzebowaniu na ciepło bez potrzeby znacznego zwiększenia mocy nominalnej. Dzięki temu nie tylko pełnią funkcję głównego źródła ciepła nawet w czasie intensywnych mrozów, ale również efektywnie działają w okresach przejściowych, które stanowią znaczną część sezonu grzewczego, gdy temperatura zewnętrzna waha się od +7 do –7°C. W rezultacie pompy ciepła o gwarantowanej stałej mocy mogą okazać się bardziej



Atrakcyjny i nowoczesny design sprawia, że pompę ciepła Aquarea można dobrać do każdego wnętrza

opłacalne ekonomicznie niż urządzenia, które osiągają wysoką moc nominalną dopiero przy temperaturze zewnętrznej +7°C i zauważalnie tracą wydajność przy temperaturach poniżej –15°C.

Grzałka elektryczna – obawy a rzeczywiste wykorzystanie

Czym należy się kierować przy wyborze odpowiedniej mocy pompy ciepła? W skrócie: mocą, która zaspokoi potrzeby cieplne danego budynku zgodnie z projektem. Użycie grzałki elektrycznej w pracy pompy ciepła jest w sezonie grzewczym praktycznie nieodzwon. Niemniej przy odpowiednim doborze pompy grzałka pracuje zaledwie przez 3% tego okresu. Oznacza to, że przez 97% sezonu grzewczego pozostaje nieużywana, a gwarantuje dostarczenie do budynku potrzebnego ciepła w szczególnie wymagających warunkach.

Pompy ciepła z linii Aquarea standardowo wyposażone są w grzałki elektryczne, które spełniają dwie kluczowe funkcje. Przede wszystkim stanowią rezerwowe źródło ciepła w przypadku ewentualnej awarii pompy, mogą też być wykorzystywane jako źródło szczytowe, współpracujące z pompą ciepła, aby zapewnić maksymalne zapotrzebowanie na ciepło budynku. Dzięki temu moc pompy może być skorygowana do poziomu nieco niższego niż maksymalne zapotrzebowanie na ciepło budynku.

Analizując sezon grzewczy w Polsce, warto zauważyć, że temperatura poniżej –10°C występuje tylko przez około 5% tego okresu. W pozostałym czasie – 95% – mamy do czynienia z okresem przejściowym, kiedy zapotrzebowanie na moc jest znacznie niższe od maksimum przyjętego w projekcie – dla temperatury zewnętrznej ok. –20°C. Przestrzeganie nadmiernie wygórowanej mocy nominalnej pompy może prowadzić do utraty zdolności modulacji mocy w warunkach cieplejszych. W rezultacie wydajność urządzenia spada, zużycie prądu rośnie, a koszty ogrzewania zwiększają się. Dlatego istotne jest precyzyjne dostosowanie pompy do tzw. punktu biwalencyjnego – temperatury zewnętrznej, przy której wymagane jest wspomaganie pracy pompy grzałką elektryczną.

Optymalizacja przestrzeni

Pompy ciepła typu powietrze-woda, które czerpią energię cieplną z otaczającego powietrza, wymagają montażu jednostki zewnętrznej poza budynkiem. Wymiary tych agregatów są zróżnicowane w zależności od modelu, jednak znalezienie dla nich miejsca zazwyczaj nie stwarza większych problemów.

Natomiast jednostka wewnętrzna naścienna pompy ciepła typu split ma wielkość zbliżoną do ściennych kotłów gazowych, a w przypadku pomp typu monoblok jednostki wewnętrznej, nie ma wcale – ciepło wprowadzane jest do budynku poprzez rury wodne. W obu przypadkach do przygotowywania ciepłej wody użytkowej wymagany jest dodatkowy zasobnik, który zajmuje więcej przestrzeni. Standardowa pojemność zasobnika pompy ciepła wynosi około 200 litrów. Jednak

ekonomicznie uzasadniona jest jego większa pojemność, bowiem najlepsza efektywność pompą ciepła osiąga przy wodzie o temperaturze około 45°C. Podgrzewanie wody do wyższych temperatur jest nieekonomiczne, a powyżej 53°C konieczne jest wykorzystanie grzałki elektrycznej. Większy zbiornik pozwala na czerpanie większej ilości ciepłej wody bez konieczności mieszania jej z zimną w punktach poboru.

Optymalnym rozwiązaniem pod względem przestrzeni są pompy ciepła typu All in One Compact firmy Panasonic. Wyposażone są we wszystkie niezbędne komponenty (zasobnik c.w.u., jednostkę wewnętrzną, naczynie wzbiorcze, pompę obiegową itp.) i umieszczone w kompaktowej obudowie. Wymiary ich podstawy wynoszą zaledwie 60×60 cm, co pozwala na dyskretną integrację z innymi urządzeniami AGD i zabudową kuchenną. To estetyczne i funkcjonalne rozwiązanie, które nie tylko oszczędza miejsce, ale również charakteryzuje się wysokimi parametrami pracy dzięki dobrze dobranym komponentom.

Pompy ciepła All in One Compact są także dostarczane jako gotowe urządzenia, co minimalizuje ryzyko błędów montażowych. Można je zamontować w miejscach takich jak kuchnia czy łazienka, pod warunkiem dostępu do instalacji wodnej i zasilania elektrycznego. Jeśli w budynku znajdowała się wcześniej kotłownia, przestrzeń ta może zostać wykorzystana w inny sposób, na przykład jako dodatkowa łazienka, pralnia lub spiżarnia.

Panasonic

heating & cooling solutions

Panasonic Marketing Europe GmbH Sp. z o.o.
Oddział w Polsce: Wołoska 9
02-583 Warszawa
Tel.: 800 080 911
www.aircon.panasonic.pl

Panasonic®

JAPAN

POMPY CIEPŁA



Japońska perfekcja

NOWA GENERACJA POMP CIEPŁA SERIA K I L



aircon.panasonic.eu

mgr inż. Tomasz Wesołek

dr inż. Natalia Fidorów-Kaprawy, dr hab. inż. Edyta Dudkiewicz

Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska

Analiza energetyczna zastosowania pompy ciepła solanka/woda w budynku wielorodzinnym z trzema wariantami systemów instalacyjnych

Praca pomp ciepła zależy nie tylko od właściwości dolnego źródła ciepła, ale także od zastosowanego wariantu instalacji c.o. i ewentualnego chłodzenia. W artykule przeanalizowano pod względem energetycznym trzy alternatywne warianty instalacji zasilanych gruntowymi pompami ciepła. Celem było określenie zależności wielkości dolnego źródła ciepła od przyjętego systemu ogrzewania i określenie jego efektywności.

Zwiększenie efektywności energetycznej budynków w krajach UE jest jednym z kluczowych zadań zmierzających do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i spełnienia postanowień o neutralności klimatycznej do 2050 roku zgodnie z wyznaczoną strategią Europejskiego Zielonego Ładu. Osiągnięcie tego celu możliwe będzie dzięki zwiększeniu pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych i wykorzystaniu wysokosprawnych urządzeń grzewczych, wśród których szeroko rozpowszechnianą alternatywą dla kotłów na paliwa kopalne stają się pompy ciepła. Urządzeniami najczęściej stosowanymi są sprężarkowe pompy ciepła – ich właściwości umożliwiają w okresie letnim chłodzenie, a zimą ogrzewanie obiektów budowlanych. Ich atutem jest zasilanie elektryczne, które jest nie tylko powszechnie dostępne, ale również umożliwia współpracę z odnawialnymi źródłami energii, takimi jak panele fotowoltaiczne wytwarzające energię elektryczną w obrębie tego samego obiektu budowlanego [1].

Pompa ciepła typu solanka/woda (S/W) może czerpać ciepło z gruntu za pomocą kolektorów płaskich, spiralnych lub pionowych (sond głębinowych). Warstwa gruntu gromadzi energię z padających na jej powierzchnię promieni słonecznych, wykorzystuje również ciepło z opadów atmosferycznych oraz energię pochodzącą z głębi ziemi [2]. Grunt ma korzystne właściwości fizyczne: dużą pojemność cieplną oraz utrzymywanie względnie stałej temperatury poniżej strefy przemarzania. Chłodzenie pasywne gruntową pompą ciepła S/W polega na przekazaniu, bez użycia sprężarki, ciepła z górnego źródła (pomieszczenia) o wyższej temperaturze do dolnego o temperaturze niższej

(pionowej sondy zlokalizowanej w odwiercie). Proces ten jest możliwy dzięki zastosowaniu dodatkowego wymiennika ciepła oraz odpowiedniemu sterowaniu zaworem trójdrogowym w układzie. Ponieważ nie użytkuje się w nim sprężarki, a urządzeniem elektrycznym wykonującym pracę jest jedynie pompa wymuszająca obieg czynnika chłodniczego, chłodzenie pasywne to rozwiązanie o nie-wysokich kosztach eksploatacyjnych.

Pompy ciepła stanowią źródło ciepła dla niskotemperaturowych systemów ogrzewania, w których temperatura zasilania nie przekracza 55°C. Możliwymi do zastosowania rozwiązaniami są tu:

- instalacje ogrzewania płaszczyznowego: podłogowe, ściennie i sufitowe,
- instalacje z grzejnikami konwektorowymi lub grzejnikami niskotemperaturowymi,
- ogrzewanie powietrzne.

Systemy te mogą być wykonywane w różnych technologiach i każdy z nich ma zalety wynikające z jego specyfiki. Wybrane rozwiązanie instalacyjne w budynku musi spełnić oczekiwania dotyczące racjonalnie niskich kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych oraz zapewnić odpowiednie warunki wewnętrzne. Jednak niewątpliwie to aspekt energetyczny jest obecnie kluczowym czynnikiem determinującym wybór systemu.

W artykule przeprowadzono porównawczą analizę energetyczną trzech alternatywnych wariantów instalacyjnych zasilanych gruntowymi pompami ciepła. Celem analizy było określenie zależności wielkości dolnego źródła ciepła od przyjętego systemu ogrzewania oraz jego efektywności.

Źródło ciepła i systemy instalacyjne

Do ogrzewania budynku wielorodzinnego wybrane zostały trzy pompy ciepła typu solanka/woda pracujące w układzie kaskadowym. W zależności od przyjętego systemu instalacyjnego mogą one współpracować z układem chłodzenia pasywnego.

Spośród systemów niskotemperaturowych do analizy wybrano:

- ogrzewanie i chłodzenie sufitowe za pomocą mat kapilarnych (wariant I),
- ogrzewanie podłogowe wodne (wariant II),
- ogrzewanie grzejnikami niskotemperaturowymi (wariant III).

Czynnikiem, który ma kluczowe znaczenie w analizie energetycznej i odróżnia poszczególne systemy, jest temperatura zasilania układu.

Wariant I: ogrzewanie sufitowe oraz chłodzenie pasywne matami kapilarnymi (MK)

System mat kapilarnych składa się z rur o małej średnicy, gęsto umieszczonych pod tynkiem sufitu. Ciepło oddawane jest do pomieszczenia za pomocą promieniowania i występuje stosunkowo mała różnica wartości temperatury między powietrzem w pomieszczeniu a powierzchnią sufitu.

Temperatura zasilania instalacji wynosi w okresie zimowym 30°C, a latem 18°C. Możliwość ogrzewania oraz chłodzenia sprawia, że system pozwala utrzymywać komfortową temperaturę pomieszczenia na żądanym poziomie w ciągu całego roku.

Wariant II: wodne ogrzewanie podłogowe (OP)

Wodne ogrzewanie podłogowe składa się z rur z tworzywa sztucznego ułożonych pod powierzchnią podłogi. Jest to obecnie najczęściej stosowany system współpracujący z pompami ciepła. Ciepło oddawane jest do pomieszczenia w większym stopniu przez promieniowanie płaszczyzny podłogi i otaczających elementów niż konwekcję wynikającą ze stopniowego ogrzewania się powietrza od przegród w pomieszczeniu. Profil temperatury w pomieszczeniu w przypadku ogrzewania podłogowego jest zbliżony do idealnego (fizjologicznego), stosunkowo równomiernego w pionie i w poziomie, z wyższą temperaturą przy samej podłodze i niższą pod stropem. Niewielka różnica temperatury między przegrodami a powietrzem ma bardzo korzystny wpływ na odczuwanie komfortu cieplnego przez człowieka. Zgodnie z normą [3] maksymalna temperatura zasilania wody grzewczej nie powinna przekraczać 55°C (dla obliczeniowej temperatury zewnętrznej), a optymalny spadek temperatury wody w węzownikach powinien wynosić ok. 10°C. Parametry wody zasilającej i powracającej przyjęte do analizy to 35/25°C.

Wariant III: ogrzewanie grzejnikami niskotemperaturowymi (GN)

Stalowe lub aluminiowe grzejniki niskotemperaturowe mają zwiększoną powierzchnię i gęsto rozmieszczone żebra w celu zmaksymalizowania oddawania ciepła przy niskiej temperaturze zasilania. Wybrane grzejniki podokienne zbudowane są z podwójnego rzędu płaskich przewodów, co zapewnia wysoką moc względem gabarytów. W układzie przyjętym do analizy temperatura zasilania wynosi 45°C.

Budynek w ujęciu energetycznym

Analizie energetycznej poddano wielorodzinny budynek mieszkalny zlokalizowany we Wrocławiu, niepodpiwniczony, o prostej konstrukcji, kubaturze 7590 m³, z płaskim dachem i dwiema klatkami schodowymi. Na każdej z czterech kondygnacji znajduje się 13 mieszkań, tj. 7 w lewym segmencie i 6 w prawym. Mieszkania są jedno-, dwu- i trzy-pokojowe. Model budynku, opracowany w programie Sankom OZC 7.0 Pro, pokazano na rys. 1. Izolacyjność przegród budowlanych spełnia aktualne wymagania WT 2021 [4]. Klatki schodowe ogrzewane są zyskami ciepła od pozostałych

Tabela 1. Zapotrzebowanie analizowanego budynku na energię użytkową

Zapotrzebowanie na energię użytkową, kWh/rok	
Ogrzewanie i wentylacja	96 090
Chłodzenie	52 403
Ciepła woda użytkowa	78 702



Rys. 1. Model analizowanego budynku mieszkalnego wykonany w programie Sankom OZC 7.0 Pro
Źródło: archiwum autorów

pomieszczeń. Przygotowanie ciepłej wody użytkowej odbywa się w zasobniku zasilanym czynnikiem o temperaturze 55°C. Obciążenie cieplne analizowanego budynku wynosi 98,8 kW. Dodatek mocy na przygotowanie ciepłej wody użytkowej wynosi 30,6 kW, przy założeniu 153 mieszkańców. Roczne zapotrzebowanie budynku na energię użytkową na cele grzewcze, chłodnicze oraz ciepłej wody użytkowej podano w tabeli 1.

Sondy gruntowej pompy ciepła

Przewidywanie wydajności pionowych wymienników ciepła jest procesem złożonym ze względu na zmianę temperatury gruntu wraz z jego głębokością, właściwości fizyczne gruntu, położenie warstw wodonośnych oraz temperaturę pracy instalacji. Najdokładniejszą ocenę możliwości pozyskania energii z gruntu przez dolne źródło umożliwiają odwierty badawcze i symulacja komputerowa, pozwalające ocenić wymaganą głębokość sond gruntowych, przeciętną wartość mocy pobieranej z metra bieżącego wymiennika i minimalną odległość między sondami. Jest to szczególnie istotne w przypadku większych instalacji (powyżej 10 odwiertów), w których odpowiednie zaprojektowanie wymiennika powinno zapewnić regenerację gruntu oraz brak negatywnych oddziaływań między sondami.

Do szczegółowych obliczeń liczby odwiertów w przypadku wszystkich trzech wariantów wykorzystano oprogramowanie Earth Energy Designer 4.20. Charakterystykę podłoża i nośnika ciepła przyjętą do analizy podano w tabeli 2, a wyniki symulacji komputerowej w tabeli 3. W okresie letnim

Tabela 2. Charakterystyka gruntu i nośnika ciepła

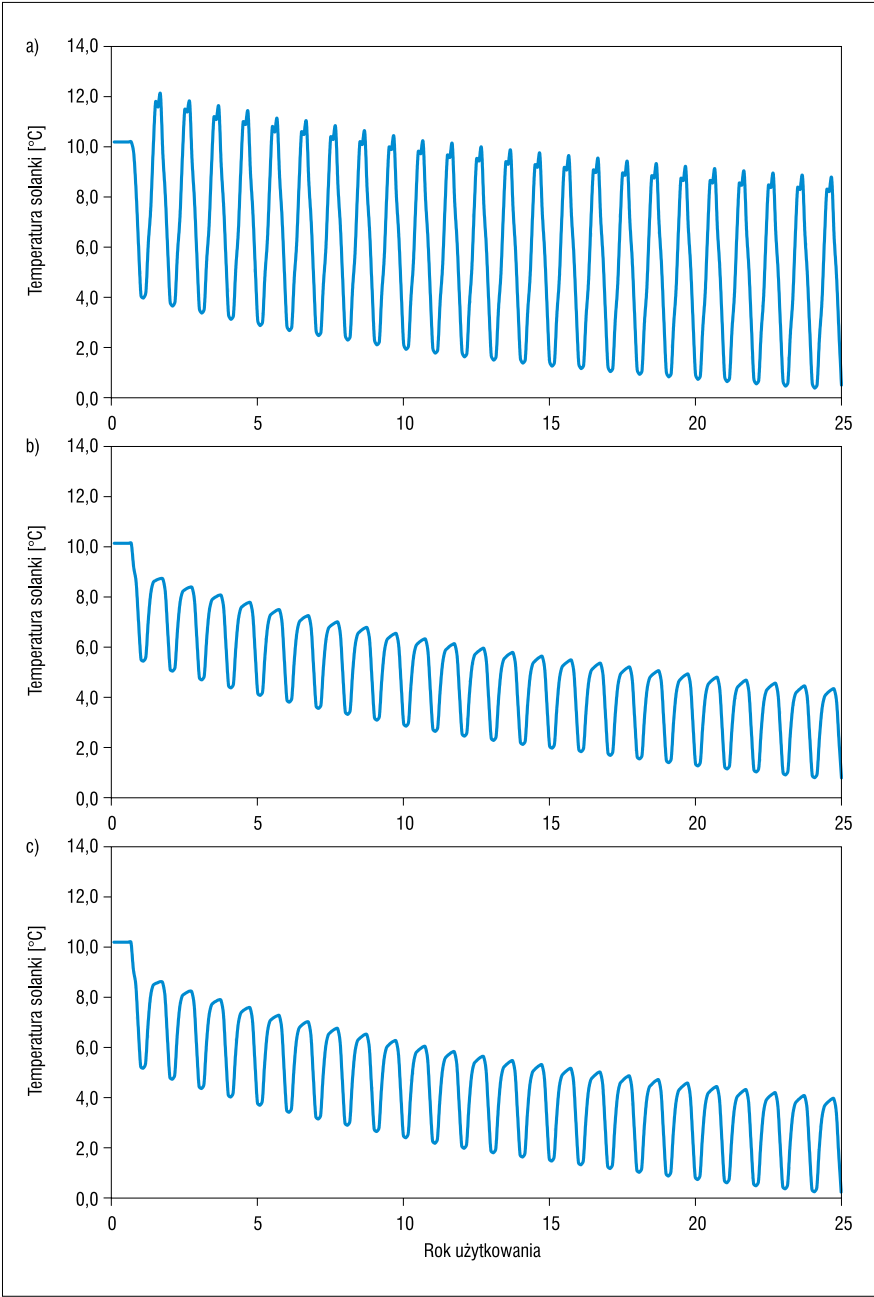
Właściwości gruntu		Właściwości nośnika ciepła (solanki)	
rodzaj podłoża	gлина	rodzaj nośnika ciepła	glikol monoetylenowy
Pojemność cieplna gruntu	2,4 MJ/(m³ · K)	Natężenie przepływu na odwiert (przepływ turbulentny)	0,24 l/s
Przewodność cieplna gruntu	1,6 W/(m · K)	Temperatura zamarzania	-14°C
Temperatura powierzchni ziemi	8,3°C	Przewodność cieplna	0,48 W/(m · K)
Strumień ciepła geotermalnego	0,06 W/m²	Gęstość nośnika	1052 kg/m³

Tabela 3. Wyniki symulacji komputerowej dla trzech wariantów ogrzewania budynku

	Wariant I (MK)	Wariant II (OP)	Wariant III (GN)
Liczba odwiertów	36	48	42
Głębokość pojedynczego odwiertu, m	100	100	100
Łączna długość odwiertów, m	3600	4800	4200
Konfiguracja odwiertu, m	6×6, prostokąt 60×60	6×8, prostokąt 60×84	6×7, prostokąt 60×72
Odstęp między odwiertami, m	12		
Rodzaj odwiertu	pionowy, typu U		
Średnica odwiertu, mm	110		
Średnica rury U kolektora, mm	32,0×2,9		
Przewodność cieplna rury U, W/(m·K)	0,42		
Przewodność cieplna wypełnienia, W/(m·K)	2		

w wariantie I z matami kapilarnymi czynnik transportuje nadmiar ciepła z pomieszczeń do gruntu, co powoduje jego regenerację. Wykorzystanie zjawiska regeneracji temperaturowej daje możliwość wykonania 36 odwiertów o głębokości 100 m i jest to najmniejsza wartość w porównaniu do pozostałych wariantów. Wymagana liczba odwiertów w przypadku wariantu II z ogrzewaniem podłogowym i III z grzejnikami niskotemperaturowymi wynosiła odpowiednio 48 i 42. W przypadku ogrzewania podłogowego większa liczba odwiertów wynika z wyższego COP, generującego większą ilość energii

Rys. 2. Temperatura solanki w sondzie gruntowej pompy ciepła w okresie 25 lat; a) wariant I (MK), b) wariant II (OP), c) wariant III (GN)



uzyskaną z gruntu w stosunku do energii elektrycznej niż w przypadku zastosowania grzejników niskotemperaturowych o wyższej temperaturze zasilania.

Temperatura solanki

Przeprowadzono symulacje komputerowe wieloletniej pracy sond gruntowych. Wyznaczono temperaturę nośnika ciepła dolnego źródła (solanki) w okresie dwudziestu pięciu lat eksploatacji gruntowej pompy ciepła dla wszystkich trzech wariantów. Wyniki symulacji przedstawiono na rys. 2.

W wariantie I z matami kapilarnymi w dwudziestym piątym roku użytkowania pompy ciepła najniższa temperatura czynnika transportującego ciepło (solanki) wyniosła 0,36°C w styczniu, a najwyższa 8,74°C w sierpniu. W wariantie II z ogrzewaniem podłogowym w dwudziestym piątym roku minimalna temperatura solanki to 0,82°C w grudniu, natomiast maksymalna temperatura 4,37°C wystąpiła we wrześniu. W przypadku III wariantu z grzejnikami niskotemperaturowymi minimalna temperatura czynnika osiągnęła wartość 0,21°C w grudniu, a maksymalna 3,94°C we wrześniu. Otrzymane wartości temperatury solanki na przestrzeni 25 lat były wyższe od 0°C we wszystkich wariantach.

Sezonowy współczynnik efektywności energetycznej pompy ciepła

Uwzględniając różne wartości temperatury zasilania instalacji oraz temperatury solanki zgodne z wynikami symulacji, obliczono roczne zużycie energii elektrycznej: przy współpracy pomp ciepła z systemem ogrzewania w przypadku każdego z trzech wariantów, do napędu urządzeń pomocniczych, gdy wykorzystuje się chłodzenie pasywne oraz na potrzeby przygotowania ciepłej wody użytkowej. Moc elektryczna napędu urządzeń pomocniczych na cele ogrzewania uwzględnia moc pompy obiegowej dolnego źródła, górnego źródła oraz instalacji ogrzewania. W przypadku chłodzenia uwzględniono moc elektryczną napędu pompy obiegowej dolnego źródła oraz obiegu instalacji chłodzenia. W przypadku podgrzewu c.w.u. moc elektryczna obejmuje moc pompy obiegowej dolnego źródła, górnego źródła (węzownicy podgrzewacza) oraz instalacji cyrkulacyjnej. Obliczono współczynniki sezonowej efektywności energetycznej SCOP w celu zobrazowania efektywności działania pompy ciepła przy typowej całorocznej pracy. Wyniki obliczeń podano w tabeli 4.

Wyniki analizy wskazują, że najkorzystniejszą opcją ogrzewania dla analizowanego budynku jest zastosowanie gruntowej pompy ciepła w systemie ogrzewania oraz chłodzenia pasywnego za pomocą mat kapilarnych, tj. wariant I. Najmniejsza liczba wymaganych odwiertów oraz najwyższy sezonowy współczynnik efektywności energetycznej pompy ciepła na cele ogrzewania (> 4) to główne atuty tego rozwiązania. Dodatkowym argumentem na korzyść wariantu I jest możliwość pasywnego chłodzenia budynku, które odbywa się przy niskim nakładzie energii elektrycznej. Współczynnik efektywności chłodniczej jest tu wysoki, zdecydowanie przewyższa wartości osiągane w przypadku zastosowania klasycznej klimatyzacji, np. typu split [5].

Tabela 4. Roczne zużycie energii i współczynniki SCOP dla trzech analizowanych wariantów ogrzewania budynku

Miesiąc	Zapotrzebowanie na energię, kWh			Ilość energii elektrycznej, kWh						
	c.o.	chłodzenie	c.w.u.	wariant I			wariant II		wariant III	
				c.w.u.	c.o.	chl.	c.w.u.	c.o.	c.w.u.	c.o.
I	32 378	–	11 593	4369	8326	–	4226	8162	4369	10 490
II	29 339	–	10 471	3946	7396	–	3817	7396	3946	9381
III	13 925	–	11 593	4093	3379	–	4093	3443	4093	4395
IV	3792	–	11 219	3783	887	–	3727	903	3840	1138
V	181	–	11 593	3638	40	–	3851	43	3851	54
VI	–	10 141	11 219	3338	–	169	3621	–	3727	–
VII	–	20 063	11 593	3449	–	103	3742	–	3851	–
VIII	–	17 432	11 593	3405	–	169	3742	–	3851	–
IX	–	19 029	11 219	3521	–	13	3621	–	3727	–
X	5606	–	11 539	3796	1289	–	3851	1335	3851	1662
XI	20 814	–	11 219	3961	5050	–	3961	5147	3961	6569
XII	33 829	–	11 593	4369	8528	–	4226	8528	4369	10 960
Roczne	139 864	66 666	136 494	45 666	34 895	453	46 477	34 959	47 437	44 649
SCOP	–	–	–	2,99	4,01	147,25	2,94	4,00	2,88	3,13

Należy zauważyć, że zarówno wartości zużycia energii, jak i współczynnik SCOP na cele ogrzewania w wariantcie II z ogrzewaniem podłogowym są bardzo mocno zbliżone do osiąganych w wariantcie I. Różnica w zużyciu energii elektrycznej na ogrzewanie w obu wariantach wynosi jedynie 64 kWh. Rozwiązanie systemowe z ogrzewaniem podłogowym, znane od lat, jest w tym przypadku mocną konkurencją dla instalacji z matami kapilarnymi.

W wariantcie III z grzejnikami niskotemperaturowymi uzyskano nieco niższe współczynniki SCOP, mniejsze też jednak będą koszty inwestycyjne w porównaniu do wariantu II ze względu na mniejszą wymaganą liczbę odwiertów. Z tego względu system ten jest również interesującym rozwiązaniem dla wielorodzinnego budynku mieszkalnego, zwłaszcza ze względu na łatwość wykonania instalacji c.o. Niewielkie różnice we współczynnikach SCOP w przypadku przygotowania c.w.u. są rezultatem różnych wartości temperatury solanki. Można także zauważyć, że ilość energii potrzebna na przygotowanie c.w.u. w ciągu całego roku jest niewiele wyższa od ilości energii koniecznej do ogrzania budynku grzejnikami niskotemperaturowymi.

Analiza energetyczna wykazała, że rozważane rozwiązania I i II mają podobne zużycie energii, dlatego wiele innych czynników będzie determinować podjęcie decyzji i wybór rozwiązania instalacyjnego – w tym celu coraz powszechniej wykorzystuje się obecnie wielokryterialne metody wspomagania decyzji MCDA [6, 7].

Przy podejmowaniu decyzji o systemie instalacyjnym z pompą ciepła S/W w odniesieniu do konkretnego obiektu budowlanego po zidentyfikowaniu problemu decyzyjnego brane będą pod

uwagę właściwe kryteria techniczne/projektowe (np. łatwość i szybkość montażu, funkcjonalność, bezwładność, sterowalność, niezawodność, renoma), społeczno-środowiskowe (jak np. komfort cieplny użytkowników pomieszczeń, estetyka, emisja CO₂, certyfikacja) i ekonomiczne (koszty inwestycyjne i zwrot z inwestycji).

Podsumowanie

Analiza energetyczna zastosowania gruntowej pompy ciepła wykazała znaczenie różnych czynników wpływających na efektywność jej pracy w zależności od zastosowanego wariantu instalacji. Funkcja chłodzenia pasywnego wpływająca na podwyższenie temperatury solanki w wariantcie I z matami kapilarnymi sprawiła, że okazał się on najkorzystniejszy pod względem inwestycyjnym i energetycznym.

Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, chłodzenia i przygotowania c.w.u. oraz charakterystyka gruntu pozwoliły wyznaczyć wymaganą długość, liczbę oraz rozmieszczenie odwiertów gruntowych pompy ciepła, które okazały się różne dla poszczególnych wariantów. Największą powierzchnię zajmuje wymiennik w wariantcie II z ogrzewaniem podłogowym, a temperaturowa regeneracja gruntu pozwoliła ją zmniejszyć o 25% w przypadku wariantu I. Dodatkowo można zauważyć, że niższy koszt wykonania wymiennika gruntowego pozwoli pokryć wydatki związane z zastosowaniem modułu chłodzenia pasywnego.

Analiza wykazała najniższe zużycie energii elektrycznej, zarówno na potrzeby c.o., jak i c.w.u., w wariantcie I z matami kapilarnymi. Nieznacznie większe zużycie wystąpiło w wariantcie II z ogrzewaniem podłogowym, a większe o 28% na c.o. i 2% na c.w.u. w przypadku ogrzewania grzejnikami niskotemperaturowymi. Do oceny współpracy pompy ciepła z instalacjami posłużono się współczynnikiem SCOP, który był minimalnie większy w przypadku wariantu z matami kapilarnymi (4,01) niż z ogrzewaniem podłogowym (4,0). Wariant III osiągnął SCOP 3,13.

Artykuł powstał na podstawie pracy dyplomowej magisterskiej pt. „Analiza energetyczna ogrzewania i chłodzenia pasywnego gruntem pompą ciepła” autorstwa mgr. inż. Tomasza Wesółka

Literatura

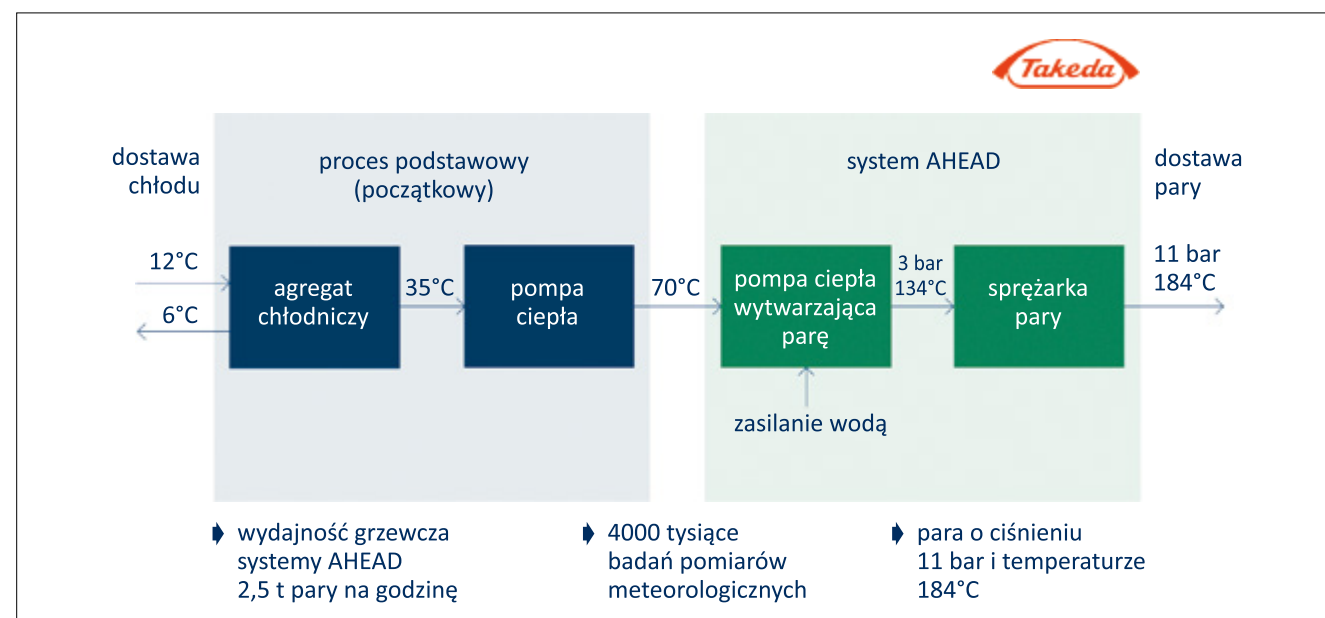
1. Fidorów-Kaprawy Natalia, *Pompy ciepła*, „Rozwiązania energooszczędne wykorzystywane w budownictwie wielkopowierzchniowym”, „Nowoczesne Hale”, 2021
2. Zalewski Wojciech, *Pompy ciepła sprężarkowe, sorpcyjne i termoelektryczne: podstawy teoretyczne: przykłady obliczeniowe*, IPPU MASTA, Gdańsk 2001
3. PN-EN 1264-3:2021-10 *Wodne wbudowane systemy ogrzewania i chłodzenia płaszczyznowego. Część 3: Wymiarowanie*
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002, nr 75, poz. 690)
5. Zalewski Michał, *Klimatyzator typu SPLIT*, „Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna” 10/2015
6. Karpiesiuk Jacek, *Selection of floor heating by MCDA method*, „Budownictwo i Architektura” 3/2020, doi: 10.35784/bud-arch.719
7. Dudkiewicz Edyta, *Wielokryterialna ocena systemu odzysku ciepła odpadowego z promienników gazowych*, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Środowiska, Wrocław 2021

Para bez gazu, czyli wysokotemperaturowe pompy ciepła

W ramach projektu badawczego firma biofarmaceutyczna Takeda wraz z Ministerstwem Ochrony Klimatu oraz Austriackim Instytutem Technologii tworzy w Wiedniu demonstrator zastosowania wysokotemperaturowych pomp ciepła w przemyśle. Nowa instalacja zastąpi gazową i pozwoli zredukować emisję CO₂ o 90%, a pompa ciepła wytwarzająca parę będzie pracować na naturalnych czynnikach chłodniczych i może być zasilana odnawialną energią elektryczną.

W styczniu 2023 r. poinformowano, że w ramach projektu badawczego AHEAD (Advanced Heat Pump Demonstrator) powstaje w Wiedniu instalacja wytwarzająca parę do celów przemysłowych z wykorzystaniem wysokotemperaturowej pompy ciepła na naturalne czynniki chłodnicze o GWP równym zeru. Wytwarzanie pary bez udziału gazu ziemnego ma na celu zredukowanie emisji CO₂ nawet o 90% w zakładzie farmaceutycznym Takeda. Ten demonstracyjny projekt technologiczny ma też podkreślać rolę Austrii w badaniach nad wysokotemperaturowymi pompami ciepła i służyć jako praktyczny przykład dla przemysłu farmaceutycznego i innych branż.

Zastosowanie przemysłowych wysokotemperaturowych pomp ciepła ma ogromny potencjał w zakresie temperatur do maks. 200°C, ponieważ 37% zapotrzebowania europejskiego przemysłu na ciepło procesowe mieści się poniżej tej wartości temperatury. W Austrii badany jest potencjał



Schemat działania innowacyjnej instalacji do wytwarzania pary z wykorzystaniem wysokotemperaturowych pomp ciepła
Źródło: Veronika Wilk (AIT), Harald Erös (Takeda)

dekarbonizacji tej technologii dla innych ważnych sektorów przemysłu o wysokim zużyciu energii, takich jak przemysł papierniczy, chemiczny i spożywczy. Wiele prognoz wskazuje, że w przyszłości pompy ciepła będą nieodzownym elementem infrastruktury energetycznej również w przemyśle. Pierwsze wdrożenia prowadzone są w przemyśle farmaceutycznym, gdyż zużywa on dużo energii do chłodzenia surowców, półproduktów i leków, a jednocześnie dużo ciepła i pary do prowadzenia procesów chemicznych i biologicznych czy zapewnienia sterylnego środowiska produkcyjnego. Na potrzeby tych procesów można odzyskiwać energię odpadową z innych działań produkcyjnych.

Technologie wysokotemperaturowych pomp ciepła to duże wyzwanie techniczne, gdyż wysokie temperatury mogą prowadzić do występowania problemów termicznych w sprężarce lub w parowniku. Ponadto większość konwencjonalnych czynników chłodniczych nie nadaje się do tak wysokich temperatur. Innowacją opisywanego projektu jest pompa ciepła wytwarzająca parę zasilaną wyłącznie w 100% naturalnymi czynnikami chłodniczymi (R600 – butan i R717 – woda) i wykorzystująca taką konfigurację sprężarek, aby osiągać temperatury rzędu 200–260°C. W firmie Takeda do celów technologicznych wymagana jest para o temperaturze 184°C i ciśnieniu 11 barów.

Zimno staje się ciepłem, a ciepło parą

Realizacja tego projektu jest możliwa ze względu na fakt, że dzięki centralizacji chłodzenia obiektu powstała możliwość wykorzystania sporych ilości energii odpadowej – czyli odzysku ciepła. Ciepło odpadowe z układu chłodniczego jest wykorzystywane i podgrzewane za pomocą pomp ciepła do temperatury od 65 do 70°C. Energia ta jest już wykorzystywana do podgrzewania wody na terenie zakładu, a obecnie powstaje instalacja ze specjalną pompą ciepła do wytwarzania pary, która będzie korzystać z dostępnego ciepła o temperaturze ok. 70°C wprowadzanego do systemu wody grzewczej. Firma Sustainable Process Heat GmbH opracowała pompę ciepła ze sprężarką tłokową specjalnie skonstruowaną do wysokich temperatur, która może dostarczać medium o temperaturze do 165°C. Urządzenie to jest obecnie przystosowywane do pracy z naturalnymi czynnikami chłodniczymi (R600 i R717). Proces podzielony jest na etapy – innowacyjna pompa ciepła najpierw podgrzewa wodę grzewczą z ok. 65–70°C do ok. 130°C, aby móc ją odparować, po czym para sprężana jest do 11 barów i podgrzewana do temperatury ponad 184°C, wymaganej do produkcji leków w zakładzie. Nowa instalacja ma zostać w pełni uruchomiona pod koniec 2024 r., a pełna ocena efektów jej pracy znana będzie pod koniec 2025 r.

wj

Literatura

- <https://www.takeda.com/de-at/newsroom/2023/dampf-ohne-gas---forschungsprojekt-ahead/>
- <https://www.publichealth.at/100und1/wp-content/uploads/2023/01/Pr%C3%A4sentation-von-Veronika-Wilk-und-Harald-Er%C3%B6s-DE-1.pdf>

Centralny Rejestr Operatorów a fluorowane gazy cieplarniane

Operatorzy stacjonarnych urządzeń chłodniczych, klimatyzacyjnych i pomp ciepła, a także stacjonarnych systemów ochrony przeciwpożarowej zawierających F-gazy (fluorowane gazy cieplarniane) oraz ich mieszaniny muszą zarejestrować swoje urządzenia w Centralnym Rejestrze Operatorów i prowadzić ich Karty Urządzeń.

Centralny Rejestr Operatorów (CRO) powstał na mocy ustawy o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych – tzw. ustawy F-gazowej [1], będącej implementacją do polskiego porządku prawnego rozporządzenia UE nr 517/2014 [2]. Zasady jego prowadzenia określa rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2017 r. w sprawie Centralnego Rejestru Operatorów [3], które zastąpiło rozporządzenie z dnia 8 stycznia 2016 r. w sprawie Centralnego Rejestru Operatorów Urządzeń i Systemów Ochrony Przeciwpożarowej. Rozporządzenie określa m.in. obowiązek założenia Kart Urządzeń i Kart Systemów Ochrony Przeciwpożarowej, sposób gromadzenia tych danych oraz mechanizmy ich zabezpieczania, zasady udostępniania danych znajdujących się w Rejestrze i wzory formularzy rejestracyjnych.

Centralny Rejestr Operatorów funkcjonuje wyłącznie online, pod adresem <https://dbcro.ichp.pl/>. Zgodnie z zapisami ustawy F-gazowej [1], CRO jest administrowany przez Instytut Chemii Przemysłowej, wchodzący w skład Sieci Badawczej Łukasiewicz. CRO jest jednym z ustawowych narzędzi kontroli emisji substancji kontrolowanych i F-gazów. Stanowi elektroniczną bazę (rejestr) urządzeń zawierających substancje zubożające warstwę ozonową (tzw. substancje kontrolowane) oraz fluorowane gazy cieplarniane (tzw. F-gazy), podlegających obowiązkowej i terminowej kontroli szczelności.

Kto musi się rejestrować w CRO?

Operator w rozumieniu art. 2 pkt 8 rozporządzenia (UE) nr 517/2014 oznacza osobę fizyczną lub prawną sprawującą faktyczną kontrolę nad technicznym działaniem produktów i urządzeń objętych niniejszym rozporządzeniem; w określonych szczególnych sytuacjach państwo członkowskie może wyznaczyć właściciela jako podmiot odpowiedzialny za obowiązki operatora [2].

W praktyce operatorem jest użytkownik lub ewentualnie właściciel urządzenia albo podmiot zarządzający obiektem, w którym urządzenie się znajduje. Dany podmiot staje się operatorem w momencie dostarczenia urządzenia na miejsce użytkowania, a jeśli wymagana jest instalacja

i napełnienie urządzenia czynnikiem chłodniczym – po zakończeniu montażu i napełnienia. Operator jest zobowiązany do sprawowania faktycznej kontroli nad technicznym działaniem urządzenia zdefiniowanej w art. 4 ustawy [1], w tym podejmowania decyzji w kwestiach finansowych i technicznych dotyczących urządzenia.

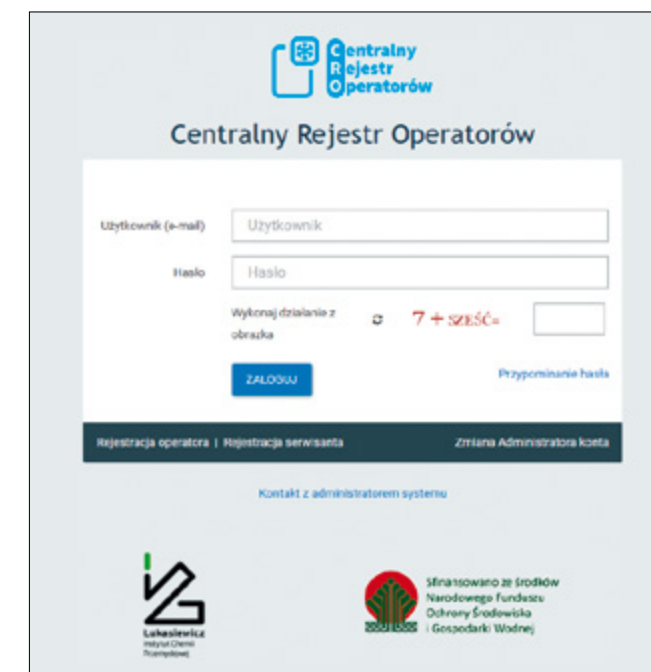
Jednym z ustawowych obowiązków operatora jest właśnie rejestracja w CRO – wzór formularza rejestracyjnego zawiera rozporządzenie w sprawie Centralnego Rejestru Operatorów [3] – oraz utworzenie w tym rejestrze Kart Urządzeń dla wszystkich urządzeń podlegających ustawowej kontroli szczelności. Termin „urządzenie” na potrzeby CRO obejmuje:

- stacjonarne urządzenia chłodnicze, klimatyzacyjne i pompy ciepła,
- agregaty chłodnicze zamontowane na samochodach ciężarowych chłodniach i przyczepach chłodniach zdefiniowanych w art. 2 pkt 26 i 27 rozporządzenia 517/2014,
- rozdzielnice elektryczne zdefiniowane w art. 2 pkt 36 rozporządzenia 517/2014,
- urządzenia zawierające F-gazy jako rozpuszczalniki organiczne,
- obiegi Rankine’a zdefiniowane w art. 2 pkt 34 rozporządzenia 517/2014,
- stacjonarne urządzenia będące systemami ochrony przeciwpożarowej.

Kiedy urządzenia podlegają rejestracji w bazie CRO?

W bazie CRO należy rejestrować wszystkie urządzenia podlegające obowiązkowej kontroli szczelności. Są to urządzenia zawierające co najmniej 3 kg substancji kontrolowanych lub co najmniej 5 ton ekwiwalentu CO₂ fluorowanych gazów cieplarnianych [1, 2]. Przykładowo obowiązek kontroli szczelności powstaje dla urządzeń typu split (zarówno klimatyzatorów, jak i pomp ciepła) o napełnieniu czynnikiem R410A wynoszącym 2,4 kg i dla urządzeń split z czynnikiem R32 o napełnieniu wynoszącym 7,4 kg.

Z punktu widzenia branży klimatyzacji i pomp ciepła najważniejsze zapisy związane z CRO dotyczą urządzeń z zastosowaniem F-gazów, ponieważ to przede wszystkim te substancje są stosowane w urządzeniach klimatyzacyjnych, chłodniczych i pompach ciepła podlegających ustawie F-gazowej i rozporządzeniu wykonawczemu [1, 3]. Rejestracji w CRO nie podlegają urządzenia na tzw. czynniki naturalne (propan R290, dwutlenek węgla R744).



Rys. Widok strony startowej bazy CRO – <https://dbcro.ichp.pl/register>

Rejestracja operatora

Wszystkie procedury związane z rejestrem operatorów przeprowadza się online. Rejestracja operatora wymaga wypełnienia formularza, w którym podaje się następujące dane: nazwę lub imię i nazwisko (zależnie od tego, czy operatorem jest firma, czy osoba fizyczna) operatora, adres oraz dane administratora konta (czyli osoby uprawnionej do podejmowania czynności w imieniu lub na rzecz operatora): imię, nazwisko, numer telefonu oraz adres poczty elektronicznej. Dane administratora trzeba wypełnić, nawet jeśli operator i administrator to ta sama osoba fizyczna (np. właściciel budynku) – jednak w tej sytuacji nie trzeba składać pełnomocnictwa do pełnienia funkcji administratora konta. W innym wypadku, np. nadając uprawnienia administratora pracownikowi swojej firmy, trzeba załączyć pełnomocnictwo w formie elektronicznej (np. skan oryginalnego dokumentu).

Administrator może dodać do konta konkretnego operatora dane maksymalnie trzech osób kontaktowych. Osoba kontaktowa uzyskuje dostęp do konta operatora i może być przypisana do wielu kart urządzeń, czyli może mieć wyznaczony zakres kompetencji – np. dla urządzeń klimatyzacyjnych lub systemów ppoż. Osoby kontaktowe nie muszą być pracownikami operatora – mogą to być np. serwisanci pracujący w firmie, której operator zleca opiekę nad swoimi urządzeniami. Administrator może zdecydować, czy do otwarcia karty przez osobę wykonującą czynności konieczne będzie podanie hasła. Baza CRO daje też możliwość zmiany administratora. W odpowiednim formularzu trzeba podać NIP firmy, do której przypisane jest konto poprzedniego administratora, lub adres e-mail poprzedniego administratora, a następnie dane i kontakt do nowego administratora oraz pełnomocnictwo dla niego.

Karta Urządzenia

Kartę Urządzenia sporządza się w wersji elektronicznej dla każdego urządzenia podlegającego temu obowiązkowi, w nieprzekraczalnym terminie 15 dni roboczych od dostarczenia urządzenia na miejsce jego pracy lub od zakończenia instalacji i napełnienia urządzenia F-gazem. W tym samym terminie do Karty należy dokonać wpisów dwóch obowiązkowych czynności – instalacji (montażu) oraz pierwszej kontroli szczelności. Kartę Urządzenia powinien zakładać operator – w praktyce są one zakładane przez administratora konta operatora lub osoby kontaktowe.

Do założonej Karty Urządzenia wpisuje się wszystkie wykonane czynności związane z urządzeniem i zdefiniowane w art. 2 rozporządzenia (UE) nr 517/2014 [2], tj.:

- instalowanie,
- kontrola szczelności,
- konserwacja lub serwisowanie,

- odzysk czynnika,
- naprawa urządzenia,
- naprawa nieszczelności,
- zamontowanie stałego systemu wykrywania wycieków,
- weryfikacja sprawności działania systemu wykrywania wycieków oraz
- likwidacja.

Wpisów wykonanych czynności należy dokonywać w nieprzekraczalnym terminie 15 dni roboczych od daty zakończenia czynności. Każdy wpis jest sprawdzany automatycznie pod względem kompletności wprowadzonych danych [3], a dokonać go może osoba mająca uprawnienia do wykonywania wpisywanej czynności, tj. certyfikat dla personelu odpowiedniej kategorii. Certyfikat dla personelu jest dokumentem wydawanym bezterminowo (choć może zostać cofnięty, jeśli osoba mająca certyfikat zostanie skazana prawomocnym wyrokiem za przestępstwo przeciw środowisku), po zdaniu odpowiedniego egzaminu przed komisją egzaminacyjną w jednostce akredytowanej przez UDT. Certyfikaty umożliwiają wykonanie określonych czynności w zależności od kategorii. Najwięcej uprawnień daje kategoria I. Certyfikaty przedsiębiorstw nadawane są bezterminowo, ale nie rzadziej niż raz na 7 lat w przedsiębiorstwie odbywa się kontrola, w wyniku której certyfikat może zostać zawieszony lub cofnięty. Rejestry certyfikatów dla personelu i certyfikatów dla przedsiębiorców są ogólnie dostępne na stronach UDT [4, 5].

Za wykonywanie prac wymagających certyfikatu dla personelu bez posiadania tego dokumentu naliczana jest kara administracyjna w wysokości od 600 do 4500 zł. Kara za przeprowadzanie kontroli szczelności czy innych prac związanych z ingerencją w układ chłodniczy zawierający F-gazy [2] przez osobę bez odpowiednich uprawnień dotyka także operatora, który „nie zapewnił” wykonania tych prac przez osobę posiadającą odpowiedni certyfikat. Wysokość tej kary jest nawet większa i wynosi od 4 tys. do 10 tys. zł [1].

Wpisu może dokonać także administrator lub osoba kontaktowa, musi jednak działać w oparciu o protokół z czynności, sporządzony przez osobę wykonującą te czynności i uprawnioną do tego [6]. Serwisant może się też zarejestrować w CRO (zakładka „rejestracja serwisanta”), podając imię, nazwisko, adres e-mail oraz dane certyfikatu (kraj pochodzenia i numer) – będzie wówczas automatycznie zawiadamiany przez system o użyciu swojego numeru certyfikatu przy dokonywaniu wpisu do karty.

Każde sporządzenie Karty Urządzenia i dokonanie w niej wpisu jest automatycznie sygnalizowane administratorowi konta i osobom kontaktowym na wskazane w koncie operatora adresy e-mail.

Warto skrupulatnie prowadzić Kartę Urządzenia, ponieważ zgodnie z art. 47 ustawy F-gazowej [1] nieprawidłowości związane z jej prowadzeniem podlegają karze administracyjnej w wysokości od 600 do 3000 zł. Karę taką wojewódzka inspekcja ochrony środowiska może wymierzyć za:

- niesporządzenie Karty Urządzenia, a nawet za niedotrzymanie terminu jej sporządzenia;
- brak wpisów danych do Karty, a także dokonanie ich poza ustawowym terminem;
- sporządzanie wpisów do Karty przez osobę nieuprawnioną (nieposiadającą certyfikatu dla personelu).

W ustawie F-gazowej podano wytyczne dla organów kontrolujących, że *uwzględnia się rodzaj i zakres naruszenia, w tym jego wpływ na środowisko, dotychczasową działalność podmiotu, który popełnił naruszenie, w zakresie objętym przepisami ustawy oraz skutki naruszenia* (art. 51 ust. 5) [1]. W czasie epidemii na stronach rządowych wskazywano także na możliwość odstąpienia od wymierzenia kary po postępowaniu wyjaśniającym [7], *jeżeli okoliczności sprawy i dowody wskazują, że do naruszenia doszło wskutek zdarzeń lub okoliczności, którym podmiot popełniający naruszenie nie mógł zapobiec* (art. 51 ust. 6) [1].

Z praktyki wynika jednak, że inspektorzy są raczej restrykcyjni w zakresie egzekwowania przepisów dotyczących F-gazów i w przypadku nieprawidłowości trzeba się niestety liczyć z dotkliwą karą administracyjną.

Kontrole szczelności

Jednym z ważniejszych zadań CRO jest monitorowanie szczelności urządzeń. Bardzo istotne jest przestrzeganie harmonogramów kontroli szczelności (por. **tabela 1**).

Dokonując w CRO wpisu kontroli szczelności, spośród czynności podpowiadanych przez system koniecznie należy wybrać właśnie „kontrolę szczelności”. Inne wpisy, np. konserwacja czy przegląd, nie spełniają wymagań przepisów i nie są uznawane za dokumentację kontroli szczelności, nawet jeśli faktycznie ją obejmują. Jeżeli zatem podczas jednego przeglądu dokonywanych jest więcej czynności, każdą należy wpisać w Karcie Urządzenia osobno.

Jeśli podczas kontroli szczelności instalacja okaże się nieszczelna, do Karty Urządzenia należy wpisać także przyczynę nieszczelności. Następnie konieczne są następujące działania: naprawienie nieszczelności bez zbędnej zwłoki, przeprowadzenie kolejnej kontroli szczelności (oczywiście wraz

Tabela 1. Minimalna częstotliwość przeprowadzania obowiązkowych kontroli nieszczelności stacjonarnych urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych zgodnie z rozporządzeniem (UE) nr 517/2014 [2]

Ilość F-gazów cieplarnianych – w tonach równoważnika CO ₂	z systemem wykrywania nieszczelności	bez systemu wykrywania nieszczelności
poniżej 5 t i poniżej 10 t dla urządzeń zamkniętych hermetycznie	nie ma obowiązku kontroli i zakładania karty w CRO	nie ma obowiązku kontroli i zakładania karty w CRO
od 5 t i poniżej 50 t	raz na 12 miesięcy	raz na 24 miesiące
od 50 t i poniżej 500 t	raz na 6 miesięcy	raz na 12 miesięcy
od 500 t i więcej	obowiązek stosowania systemu kontroli wycieków, a jeśli go brak, to raz na 3 miesiące	raz na 6 miesięcy

z wpisem do Karty Urządzenia) oraz ponowna kontrola szczelności (z odpowiednim wpisem) po miesiącu.

Należy dotrzymywać harmonogramów kontroli szczelności w zależności od wielkości urządzenia. Za „niezapewnienie” kontroli szczelności lub niespełnienie jej wymogów, a także za niedotrzymanie harmonogramów czasowych, brak systemów wykrywania wycieków F-gazów w urządzeniach zawierających 500 i więcej t_{eq} CO₂ oraz za brak terminowej kontroli systemów wykrywania wycieków operator może otrzymać karę administracyjną w wysokości od 4 tys. do 10 tys. zł.

Szczególną uwagę należy zwracać na wpisy o ilości odzyskanego lub dodanego czynnika chłodniczego – baza podpowiada to za pomocą dostępnych list wyboru. Ważne jest także prawidłowe określenie czynnika chłodniczego w związku z harmonogramem wycofywania czynników chłodniczych o wysokim GWP – np. od 2020 roku zabronione jest stosowanie F-gazów o współczynniku GWP ≥ 2500 do serwisowania i konserwacji urządzeń chłodniczych z instalacją ≥ 40 t ekwiwalentu CO₂. Aktualne informacje o zakazach stosowania F-gazów i wprowadzania do obrotu urządzeń zawierających te gazy lub od nich uzależnionych dostępne są na stronie www.cro.ichp.pl [8].

Po założeniu karty baza CRO wysyła automatycznie – z wyprzedzeniem dwóch tygodni – informacje o zbliżającym się kolejnym terminie kontroli szczelności.

Oprac. red. na podst. informacji
Instytutu Chemii Przemysłowej

Literatura

1. Ustawa z dnia 15 maja 2015 r. o substancjach zubożających warstwę ozonową oraz o niektórych fluorowanych gazach cieplarnianych (DzU 2015, poz. 881, z późn. zm.)

2. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 517/2014 z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych i uchylenia rozporządzenia (WE) nr 842/2006 (Dz.Urz. UE nr L 150/195 z 20.05.2014)

3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2017 r. w sprawie Centralnego Rejestru Operatorów (DzU 2017, poz. 2419)

4. http://www.udt.gov.pl/wykazy/REJ_FGAZ.html

5. https://www.udt.gov.pl/wykazy/REJ_ZAKL_UPR_FG.html

6. Instytut Chemii Przemysłowej, *Instrukcja Użytkownika Centralnego Rejestru Operatorów (CRO)* z 1.02.2018

7. *Informacja nt. kontroli i wymierzania administracyjnych kar pieniężnych na podstawie ustawy o SZWO i F-gazach*, <https://www.gov.pl> (dostęp: 21.07.2022)

8. <http://www.cro.ichp.pl/aktualnosci/zakazy-stosowania-fluorowanych-gazow-cieplarnianych-f-gazow-z-bardzo-wysokim-wspolczynnikiem-globalnego-ocieplenia-gwp-i-wprowadzania-do-obrotu-urzadzen-zawierajacych-te-gazy-lub-od-nich-uzalezniionych-p1206911020>

9. <https://bip.mos.gov.pl/rejestry-ewidencje-archiwa/departament-ochrony-powietrza-i-klimatu/centralny-rejestr-operatorow-cro/>

dr inż. Piotr Narowski

ORCID ID: 0000-0003-2484-6863, Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa
Wydział Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

Nowe typowe lata meteorologiczne dla Polski

Powszechnie wykorzystywane obecnie w Polsce dane dotyczące typowego roku meteorologicznego pochodzą z lat 1971–2000. W obliczu warunków meteorologicznych występujących w ostatnim dziesięcioleciu mogą one istotnie zawyżać obliczeniowe zużycie ciepła na potrzeby ogrzewania budynków, dlatego konieczna jest ich aktualizacja.

W artykule przedstawiono wyniki prac związanych z wyznaczeniem nowych typowych lat meteorologicznych dla Polski, obliczonych na podstawie dostępnych danych meteorologicznych ze stacji synoptycznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej oraz modeli powtórnej analizy wstecznej bazy danych ERA5 systemu Copernicus obejmujących lata 2001–2020.

Wyznaczone w 2004 roku typowe lata meteorologiczne na potrzeby wprowadzanego wówczas w Polsce systemu świadectw charakterystyki energetycznej opracowane zostały na podstawie danych meteorologicznych IMGW obejmujących lata 1971–2000. Ich opis można znaleźć w literaturze [1, 2, 3]. Dane źródłowe zawierały kilka podstawowych trzygodzinnych parametrów meteorologicznych oraz wartości natężenia promieniowania słonecznego modelowane za pomocą nieopisanego modelu matematycznego.

Dane te poddawane były krytyce, zwracano w szczególności uwagę na niewystępowanie w nich wartości temperatury powietrza zewnętrznego zbliżonej do wartości obliczeniowej oraz bardzo nietypowe wartości i rozkłady natężenia promieniowania słonecznego. Obserwowalne zmiany klimatu obszaru Polski oraz powszechny dostęp do danych meteorologicznych i klimatycznych wywołały potrzebę opracowania nowych typowych lat meteorologicznych, używanych w symulacjach energetycznych budynków, analizach energetycznych i metodykach wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej budynków.

Wprowadzenie

Typowe lata meteorologiczne to zbiór parametrów meteorologicznych reprezentujących przeciętny klimat dostępnych dla poszczególnych stacji meteorologicznych (najlepiej z okresem pomiarowym równym jednej godzinie) na rozpatrywanym obszarze geograficznym. Dane te wykorzystywane są głównie do obliczeń energetycznych w budownictwie w celu wyznaczania średniego, przeciętnego

dla wielolecia, zapotrzebowania na energię do ogrzewania lub chłodzenia budynków oraz nawilżania i osuszania powietrza wentylacyjnego.

Informacje dotyczące typowych lat meteorologicznych są danymi wejściowymi dla wszystkich systemów symulacji energetycznych w budownictwie, powszechnie wykorzystywane są również w fizyce budowli. Typowe lata meteorologiczne opracowuje się, w zależności od metody, na podstawie co najmniej 10-letnich ciągów pomiarów meteorologicznych, z preferencją ciągów 20- lub 30-letnich.

Typowy rok meteorologiczny to, w zależności od metody jego wyznaczania, roczny ciąg danych meteorologicznych dla wybranego roku kalendarzowego, który został uznany za najbardziej typowy w wieloleciu, albo, co częstsze, szereg danych meteorologicznych z dwunastu miesięcy pochodzących z różnych lat kalendarzowych analizowanego wielolecia, które na podstawie metody wyboru uznane zostały za najbardziej reprezentatywne. Zatem szereg ten obejmuje wybrane parametry meteorologiczne oraz dane wyznaczone na ich podstawie dla stycznia, lutego, marca itd. do grudnia, przy czym każdy z wybranych z wielolecia miesięcy może pochodzić z innego roku kalendarzowego.

Ponieważ typowe lata meteorologiczne obejmują najbardziej przeciętne, typowe przebiegi parametrów klimatu dla poszczególnych miesięcy, w większości przypadków nie zawierają one ekstremalnych wartości parametrów meteorologicznych występujących w długich okresach czasu w danej lokalizacji geograficznej.

Projekt TLM2000 – nowe typowe lata meteorologiczne

Opisane w artykule nowe typowe lata meteorologiczne dla Polski – TLM2000 – obejmujące lata kalendarzowe 2001–2020 obliczono na podstawie danych meteorologicznych i klimatycznych pochodzących z dwóch źródeł:

- dane pomiarowo-obserwacyjne Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW) [4],
- dane klimatyczne ERA5 europejskiego centrum Copernicus – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) [5].

Dane synoptyczne ze światowych stacji meteorologicznych, w tym położonych na terytorium Polski, dostępne są również w serwisie internetowym Narodowej Administracji Oceanicznej i Meteorologicznej USA – NOAA [6]. Nie były one jednak używane w obliczeniach, gdyż za priorytetowe uznano dane pochodzące z IMGW.

Dane pomiarowo-obserwacyjne IMGW

Baza danych pomiarowo-obserwacyjnych IMGW w dziale danych meteorologicznych zawiera trzy zbiory – dane ze stacji synoptycznych (synop), klimatologicznych (klimat) i opadowych (opad) dla

różnych przedziałów czasowych: miesięczne, dobowe i terminowe. Do obliczeń TLM2000 wykorzystano bazę terminowych danych synoptycznych. Na stronie internetowej IMGW opisano te zbiory oraz dostępność danych dla poszczególnych stacji w kolejnych latach kalendarzowych, począwszy od 1960 r.

Analiza danych ze stacji synoptycznych IMGW umożliwiła opracowanie nowych typowych lat meteorologicznych (TLM2000) dla **56 lokalizacji w Polsce** na podstawie informacji z lat **2001–2020**. Dane obserwacyjno-pomiarowe IMGW zapisane zostały w plikach w formacie CSV znajdujących się na stronie internetowej IMGW. Dostępne są w katalogach z podziałem na dane aktynometryczne, hydrologiczne i meteorologiczne. W katalogu danych meteorologicznych znajdują się dane dobowe, miesięczne oraz terminowe. Dane dobowe i miesięczne zawierają uśrednione wartości dobowe i uśrednione wartości miesięczne parametrów meteorologicznych. Do wyznaczenia TLM2000 wykorzystano dane zawarte w katalogu danych terminowych bazy synoptycznej zawierającej **107 parametrów** dla każdego terminu obserwacji. Baza danych synoptycznych IMGW nie zawiera informacji dotyczących natężenia promieniowania słonecznego oraz promieniowania długofalowego niebosłonu niezbędnych do wyznaczenia typowych lat meteorologicznych.

Bazy danych dostępne na stronie internetowej IMGW zawierają pomiary natężenia promieniowania słonecznego i promieniowania długofalowego niebosłonu dla stacji aktynometrycznych rozlokowanych na terenie Polski, których lokalizacja nie pokrywa się jednak z lokalizacją stacji synoptycznych. Dodatkowo dane te nie są długookresowe i nie pokrywają się z danymi synoptycznymi przyjętymi do wyznaczenia TLM2000.

Dane klimatyczne ERA5

Ze względu na ograniczenia czasowe i przestrzenne dotyczące danych aktynometrycznych w bazie danych obserwacyjno-pomiarowych IMGW, do obliczeń TLM2000 wykorzystano pochodzące z bazy ERA5 informacje dotyczące natężenia promieniowania słonecznego całkowitego i bezpośredniego na powierzchnię poziomą na poziomie gruntu, bezpośredniego dla powierzchni normalnej do kierunku padania promieniowania na poziomie gruntu oraz natężenia promieniowania długofalowego atmosfery na powierzchnię poziomą na poziomie gruntu. Dane godzinowe dotyczące tych wartości dla wszystkich opisanych powyżej stacji synoptycznych IMGW uzyskano na podstawie kwerend dla wszystkich stacji synoptycznych Polski wysłanych do systemu ERA5 europejskiego centrum danych środowiskowych i klimatycznych Copernicus [6] (<https://www.copernicus.eu/en>). To jedna z kilkunastu baz danych meteorologicznych i klimatycznych dostępnych w tym serwisie.

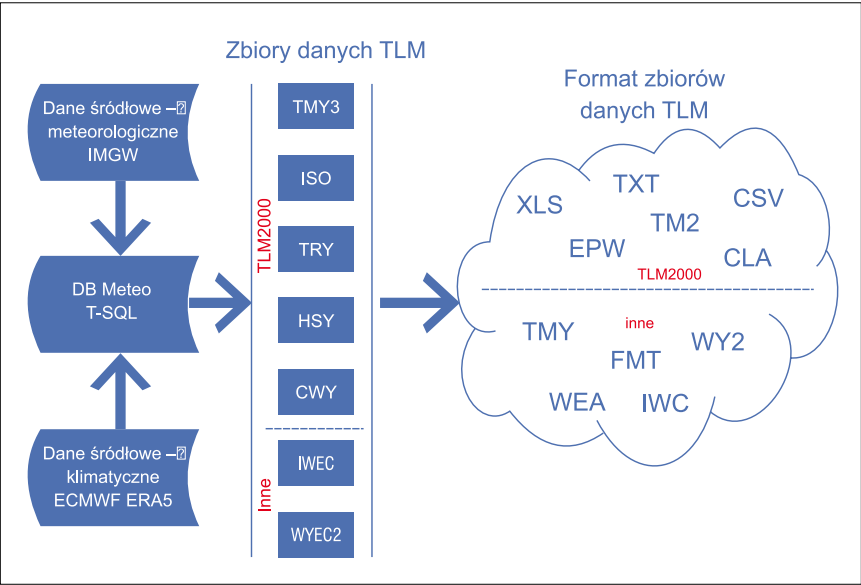
Baza ERA5 umożliwia uzyskanie danych godzinowych parametrów meteorologicznych na pojedynczych poziomach nad powierzchnią Ziemi od roku 1959 do chwili obecnej. ERA5 to system powtórnej analizy wstecznej (ang. reanalysis) danych Europejskiego Centrum Prognoz Średnioterminowych

(ECMWF) piątej generacji, obejmujący informacje dotyczące globalnego klimatu i pogody w ciągu ostatnich czterech–siedmiu dekad. Aktualnie w systemie ECMWF dostępne są dane od 1950 r. Powtórna analiza wsteczna łączy dane modelowe z obserwacjami z całego świata w globalnie kompletny i spójny zestaw danych, korzystając z modeli matematycznych, ogólnych praw fizyki, fizyki atmosfery i meteorologii. System ERA5 stosuje zasadę asymilacji danych, wykorzystywaną przez centra numerycznych prognoz pogody.

ERA5 dostarcza godzinowe wartości modelowanych dla dużej liczby parametrów atmosferycznych, zafalowania oceanów i parametrów powierzchni lądów. System wyznacza estymaty niepewności przez próbkowanie podstawowego zespołu danych obserwacyjnych dziesięciu parametrów w odstępach trzygodzinnych. ERA5 umożliwia uzyskanie danych meteorologicznych i klimatycznych dla wielu parametrów na podstawie estymat geoprzestrzennych dla dowolnej godziny w okresie od 1959 r. do chwili obecnej. Zestaw danych dostępnych w serwisie internetowym jest podzbiorą pełnego zestawu danych ERA5 w rozdzielczości natywnej. System ten spełnia wymagania większości typowych zastosowań analiz danych atmosferycznych, powierzchni oceanów i lądów. Dane ERA5 zostały dopasowane do regularnej siatki 0,25 stopnia szerokości i długości geograficznej dla powtórnej analizy wstecznej parametrów i 0,5 stopnia szerokości i długości geograficznej dla oszacowania ich niepewności (odpowiednio 0,5 i 1 stopień dla falowania oceanów).

W celu wyznaczenia TLM2000 z bazy ERA5 wygenerowano godzinowe dane dotyczące natężenia promieniowania słonecznego i promieniowania długofalowego niebosłonu dla lokalizacji wszystkich 67 stacji synoptycznych Polski w okresie 2001–2020. Dane te zostały przekonwertowane do formatu CSV i zawierają znacznik czasu UTC, współrzędne geograficzne, wysokość nad poziomem morza, całkowite natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą, bezpośrednie natężenie promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą oraz natężenie promieniowania długofalowego niebosłonu na powierzchni Ziemi. Dodatkowo na podstawie danych pochodzących z systemu ERA5 obliczono natężenie promieniowania rozproszonego na powierzchnię poziomą w [W/m²]

Rys. 1. Przepływ informacji, rodzaje danych i formaty plików nowych typowych lat meteorologicznych w ramach projektu TLM2000



oraz natężenie bezpośredniego promieniowania słonecznego na powierzchnię normalną do kierunku padania promieniowania.

Rodzaje typowych lat meteorologicznych TLM2000 oraz formaty ich zapisu

Rodzaje danych

Istnieje wiele rodzajów zbiorów danych określanych jako typowe lata meteorologiczne. W projekcie TLM2000 wyznaczono zbiory danych do obliczeń energetycznych w budownictwie, które uznawane są za najbardziej użyteczne, na podstawie procedur opisanych w:

- raporcie technicznym National Renewable Energy Laboratory NREL/TP-581-43156 z maja 2008 r. opisującym zbiory danych typowych lat meteorologicznych TMY3 [7, 8], określane w dalszej części jako pliki **TMY**;
- normie PN-EN ISO 15927-4 *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków. Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych. Część 4: Dane godzinowe do oceny rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia* [9], określane w dalszej części jako dane **ISO**;
- dokumentacji ASHRAE i programu Blast symulacji energetycznych budynków, nazywane typowym rokiem referencyjnym (ang. Test Reference Year) [10, 11], określane w dalszej części jako dane **TRY**.

Dodatkowo ze względu na spójność z danymi typowych lat meteorologicznych wyznaczonych w 2004 r. stworzono autorskie zbiory danych klimatycznych służące do obliczeń energetycznych budynków w postaci:

- danych meteorologicznych z najcieplejszym latem – zbiór obejmujący dane od 1 stycznia do 31 grudnia jednego roku kalendarzowego z analizowanego okresu, określane dalej jako dane roku odniesienia **HSY** (ang. Hot Summer Year);
- danych meteorologicznych z najzimniejszą zimą – zbiór służący do obliczeń zapotrzebowania na energię dla ciągłego okresu zimy, obejmujący dane od 1 lipca do 30 czerwca następnego roku kalendarzowego, zawierający najzimniejszy pełny sezon grzewczy z analizowanego okresu, określone dalej jako dane roku odniesienia **CWY** (ang. Cold Winter Year).

Formaty danych

Należy dodatkowo rozróżnić rodzaje typowych lat meteorologicznych lub specyficznych danych klimatycznych od formatu ich zapisu w plikach komputerowych. Rodzaje typowych lat meteorologicznych lub specyficznych zbiorów danych klimatycznych zależą jedynie od procedur ich wyznaczania, natomiast wyznaczone za pomocą tych procedur dane mogą zostać zapisane w najróżniejszych formatach zrozumiałych dla systemów symulacji energetycznych. Przykładowo pliki wyznaczone

według procedur TMY, ISO lub TRY mogą być zapisane w postaci plików danych klimatycznych z rozszerzeniem EPW dla systemu EnergyPlus lub DesignBuilder. Te same dane mogą zostać zainstalowane w plikach z rozszerzeniem TM2, które są wczytywane przez system TRNSYS, lub w plikach z rozszerzeniem CLM zrozumiałych dla programu ESPr.

W projekcie TLM2000 przyjęto, że opisane powyżej pięć rodzajów danych – TMY, ISO, TRY, HSY i CWY – zostanie zapisanych w następujących formatach:

- **TXT** – plik danych rozdzielanych spacjami (ułożone w kolumnach wg przyjętego formatu dane meteorologiczne i klimatyczne),
- **CSV** – plik danych rozdzielanych przecinkami lub średnikami (ułożone w kolumnach wg przyjętego formatu dane meteorologiczne i klimatyczne),
- **XLSX** – plik skoroszytu danych **Excel** (ułożone w kolumnach wg przyjętego formatu dane meteorologiczne i klimatyczne w postaci arkusza),
- **TM2** – ściśle opisany przez NREL format danych w postaci tekstowej, wykorzystywany obecnie przez program **TRNSYS**,
- **EPW** – format danych tekstowych ściśle opisany w dokumentacji programu symulacji energetycznych budynków **EnergyPlus**,
- **CLM** – format danych meteorologicznych i klimatycznych wykorzystywanych przez program symulacji energetycznych **ESPr**.

Procedury wyboru danych meteorologicznych i klimatycznych dla miesięcy lub lat kalendarzowych do stworzenia typowych lat meteorologicznych różnego rodzaju (TMY, ISO, TRY, HSY i CWY) zostały opisane w literaturze [12].

Do powszechnego używania w systemach symulacji energetycznej budynków,

Rys. 2.
Strona pobierania plików z nowymi typowymi latami meteorologicznymi w ramach projektu TLM2000, fizyka-budowli.pl

analizach energetycznych oraz systemach świadectw charakterystyki energetycznej budynków rekomenduje się dane TMY. Typowe lata meteorologiczne rodzaju TMY wyznaczone są na podstawie metody powszechnie używanej na świecie, wykorzystującej największą spośród wszystkich metod liczbę parametrów meteorologicznych do określenia typowych miesięcy. Dane rodzaju TMY w formacie plików EPW udostępniane są wraz z programem symulacji energetycznych Energy-Plus dla ponad 2000 lokalizacji na całym świecie, w tym dla Polski, ale wyznaczone są dla lat wcześniejszych niż 2001–2020.

Dostęp do danych projektu TLM2000

Nowe typowe lata meteorologiczne projektu TLM2000 znaleźć można pod adresem <https://fizyka-budowli.pl> [14]. Na stronie dostępne jest pięć opisanych powyżej rodzajów danych, zapisanych w sześciu różnych formatach dla 59 stacji meteorologicznych obszaru Polski. To łącznie 2825 plików o objętości ok. 4,6 GB. Dane dostępne są po zalogowaniu. Strona jest obecnie w budowie i jej wygląd i funkcjonalność mogą w przyszłości ulec zmianie.

Podsumowanie

Typowe lata meteorologiczne odgrywają kluczową rolę w analizach energetycznych budynków. Wykorzystywane są powszechnie w auditingu energetycznym, metodykach wyznaczania świadectw charakterystyki energetycznej budynków oraz projektowaniu budynków i ich instalacji wewnętrznych. Szczególną rolę odgrywają w projektowaniu instalacji grzewczych i chłodniczych budynków, dla których źródłem energii są pompy ciepła. Analogicznie poprawne projektowanie złożonych systemów i instalacji wytwarzania energii na miejscu z wykorzystaniem systemów fotowoltaicznych czy układów trigeneracji energii również wymaga całorocznych analiz energetycznych, do przeprowadzenia których niezbędne są dane nt. typowych lat meteorologicznych dla danej lokalizacji.

Wyznaczone nowe typowe lata meteorologiczne dla Polski – TLM2000 – umożliwiają przeprowadzenie analiz porównawczych parametrów oraz statystyk z typowymi latami meteorologicznymi wyznaczonymi w 2004 r. W artykule [13] opisano analizę porównawczą TLM1970 i TLM2000 (dane TMY) dla wybranych sześciu stacji meteorologicznych. Porównanie przebiegów temperatury termometru suchego i natężenia całkowitego promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą wykazuje różnice w wartościach tych parametrów. W odniesieniu do temperatury termometru suchego średnie i mediany dla wszystkich analizowanych stacji mają większe wartości w przypadku danych TLM2000 niż TLM1970. Takie same wnioski można wyciągnąć, analizując przebiegi dystrybuant temperatury termometru suchego dla tych stacji wyznaczone z obydwu zbiorów danych.

Przebiegi zmienności, dystrybuanty oraz sumy roczne natężenia całkowitego promieniowania słonecznego na powierzchnię poziomą wskazują, że do wyznaczenia tego parametru w TLM1970

użyto bardzo uproszczonego modelu matematycznego, który wykazuje tendencję do zaniżania rocznej sumy energii promieniowania słonecznego przy jednoczesnym zawyżaniu wartości chwilowych natężenia promieniowania.

Z kolei analiza porównawcza stopniodni ogrzewania i chłodzenia wskazuje, że liczba stopniodni ogrzewania dla wszystkich analizowanych stacji jest niższa w przypadku TLM2000 niż TLM1970. Liczba stopniodni chłodzenia utrzymuje się na zbliżonym poziomie w obu zbiorach danych, ale w połączeniu z zaniżoną sumą energii promieniowania słonecznego obliczenia wykonane z użyciem TLM1970 mogą prowadzić do zaniżenia zapotrzebowania na energię do chłodzenia budynków.

Literatura

1. Budzyński K., Narowski P., Czechowicz J., *Przygotowanie zbiorów zagregowanych danych klimatycznych dla potrzeb obliczeń energetycznych budynków*, Ministerstwo Infrastruktury, 2004.
2. Narowski P., *Metody wyznaczania typowych lat meteorologicznych TMY2, WYEC2 oraz według normy EN ISO 15927-4, „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja”* 12/2014, s. 479–485
3. Narowski P., *Dane klimatyczne do obliczeń energetycznych*, „Energia i Budynek” 9/2008, s. 18–24
4. *Dane pomiarowo-obszaryjne Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej*, <https://danepubliczne.imgw.pl/>
5. *Dane klimatyczne ERA5 Europejskiego Centrum Copernicus*, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=overview>
6. *Globalne dane godzinowe stacji synoptycznych*, National Centers for Environmental Information (NOAA), <https://www.ncei.noaa.gov/>
7. Marion W., Urban K., *User's Manual for TMY2s Typical Meteorological Years*, National Renewable Energy Laboratory, 1995
8. Wilcox S., Marion W., *Users Manual for TMY3 Data Sets*, Technical Report NREL/TP-581-43156, National Renewable Energy Laboratory, 2008
9. PN-EN ISO 15927-4:2007 *Cieplno-wilgotnościowe właściwości użytkowe budynków. Obliczanie i prezentacja danych klimatycznych. Część 4: Dane godzinowe do oceny rocznego zużycia energii na potrzeby ogrzewania i chłodzenia*
10. *Weather Data for Simplified Energy Calculation Methods, Volume IV, United States: WYEC Data*, Pacific Northwest Laboratory, U.S. Department of Energy by Battelle Memorial Institute, 1984
11. *Test Reference Year (TRY), Tape Reference Manual*, TD-9706, National Climatic Center, Asheville, North Carolina, 1976
12. Narowski P., *TLM2000 – typowe lata meteorologiczne dla Polski wyznaczone na podstawie danych meteorologicznych i klimatycznych z lat 2001–2020, „Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja”* 9/2022, s. 7–20, <https://doi.org/10.15199/9.2022.9.1>
13. Narowski P., *Analiza porównawcza typowych lat meteorologicznych Polski wyznaczonych na podstawie danych źródłowych z lat 2001–2020, „Instal”* 10/2022, s. 11–25, <https://doi.org/10.36119/15.2022.10.2>
14. „Fizyka budowli”, blog technologiczny – Piotr Narowski, serwis TLM2000, <https://fizyka-budowli.pl>

Podziękowania

Artykuł został przygotowany w ramach projektu TLM2000 – opracowania typowych lat meteorologicznych dla Polski na podstawie danych źródłowych z lat 2001–2020, realizowanego w ramach wsparcia finansowego udzielonego przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC), Stowarzyszenie Producentów i Importerów Urządzeń Grzewczych (SPIUG) i firmę KAN Sp. z o.o.



ANG KLIMATYZACJA SP. Z O.O.

ul. Częstochowska 26, 32-085 Modlnica
tel. (12) 398-07-13
bok@myande.pl, www.angklimatyzacja.pl

ANDE

CALEFFI POLAND SP. Z O.O.

30-633 Kraków, ul. Walerego Sławka 5
tel. + 48 12.357.22.29
info.pl@caleffi.com, caleffi.com/poland/pl

 **CALEFFI**
Hydronic Solutions

ELEKTRONIKA S.A.

ul. Pucka 5, 81-036 Gdynia
tel. +48 58 663 33 00
sekretariat@elektronika-sa.com.pl
www.elektronika-sa.com.pl

 **ELEKTRONIKA S.A.**
TECHNIKA CHŁODNICZA
KLIMATYZACJA

FONKO OZE

ul. Pruszkowska 32B, 05-830 Nadarzyn
fonko@fonko.pl, <http://www.katalog.fonko.pl/Shop>
tel. +48 22 644 39 83, kom. +48 600 078 325


FONKOOZE

FREE POLSKA SP. Z O.O.

ul. Dobrego Pasterza 13/3, 31-416 Kraków
tel. 12 307 06 40, gree@gree.pl, gree.pl

 **GREE**

IGLOO SP. Z O.O.

Stary Wiśnicz 289, 32-720 Nowy Wiśnicz
tel. +48 14 662 19 11
mt@igloo.pl, www.multitherma.com

 **IGLOO**

REFSYSTEM SP. Z O.O.

ul. Metalowców 5, 86-300 Grudziądz
tel. +48 726 002 102
heiko@heiko.pl, <https://heiko.pl/>

HEIKO

LG ELECTRONICS POLSKA SP. Z O. O

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

 **LG**
Life's Good

PANASONIC MARKETING EUROPE GMBH SP. Z O.O.

Oddział w Polsce: Wołoska 9
02-583 Warszawa
Tel.: 800 080 911
www.aircon.panasonic.pl

Panasonic
heating & cooling solutions

TOSHIBA

Al. Krakowska 22, Sękocin Nowy, 05-090, Raszyn
+48 (22) 715-58-58
+48 (22) 715-58-62, tel. kom. 696 610 410
www.toshiba-hvac.pl, pompy.ciepla@estia.pl

TOSHIBA

WOLF TECHNIKA GRZEWCZA

ul. Sokołowska 36, 05-806 Sokołów
e-mail: wolf@wolf-polska.pl, [www: wolf.eu](http://www.wolf.eu)
tel. +22 720 69 01
fb: <https://www.facebook.com/WolfDomzDobraEnergia>
Linkedin: <https://www.linkedin.com/company/wolf-technika-grzewcza-sp-z-o-o-/>

WOLF