

Energia prosto z otoczenia

– co to jest ta **pompa ciepła** i na co zwrócić uwagę

ARTUR KARCZMARCZYK

Pojawienie się na naszym rynku pomp ciepła wydarzyło się stosunkowo późno, zwłaszcza w porównaniu z krajami zachodniej Europy. Dziś jednak zaczynają odgrywać najważniejszą rolę w kategorii urządzeń dostarczających ekologiczną i ekonomiczną energię ciepłą do budynków. W artykule tym przyjrzymy się zatem podstawowym parametrom, a także wyjaśnimy pojęcia i wskaźniki pozwalające na ocenę i wybór pompy ciepła pod kątem użytkownika.



O AUTORZE

Artur KARCZMARCZYK
– Samodzielny i niezależny Konsultant ds. OZE, wykładowca Szkoły Chłodnictwa Viessmann

O pompach ciepła trochę inaczej

Gdy w 1997 roku rozpoczęła się moja zawodowa przygoda z urządzeniem o nazwie pompa ciepła, patrzono na mnie oraz słuchano trochę jak wariata. Zwłaszcza, że w tym okresie w Polsce w rozkwicie była epoka klasycznych (jeszcze nie-kondensujących) kotłów gazowych oraz kotłów olejowych – a o pompach ciepła rozmawiano czasem w kręgach naukowych i na konferencjach. Tymczasem w Europie pompy ciepła były już powszechnie znane i z powodzeniem stosowane od przełomu lat 60. i 70. Przypomnijmy, że wówczas w naszym kraju nie było jeszcze mowy o kotłach kondensacyjnych (tę technologię zaczęto powoli stosować dopiero na przełomie lat 2001/2002), więc co tu mówić o stosowaniu pomp ciepła.

Co to jest pompa ciepła i jak działa, wiedzieli praktycznie tylko Ci, którzy interesowali się fizyką. Pozostali pytali: co to za urządzenie grzewcze, w którym nie spala się węgla (polskiego złota, które nas i środowisko truje CO₂, pyłami, słynną niską emisją, smogiem itd.), drewna, gazu, oleju i „byle czego”, czyli śmieci? Co to za nowoczesny wynalazek? Co to za nowość? I tutaj pozwolę sobie przypomnieć, że wbrew tym przekonaniom i wątpliwościom pompy ciepła znane były już od dziesiątków lat (przykład z lat 30. można zobaczyć na rysunku 1.). Nie doceniano ich jednak, z wyjątkiem okresów kryzysów energetycznych, na przykład z przełomu lat 60. i 70. oraz początku lat 70., kiedy to odnotowywano znaczne wzrosty cen energii. Poza chwilowym zainteresowaniem, na świecie nie zwracano na nie uwagi – ani na ich istnienie, ani tym bardziej na ich znaczenie dla środowiska naturalnego oraz walki o niską emisję zanieczyszczeń. Do wyjątków można zaliczyć instalację w budynku Ratusza w Zurichu (rys. 1.), zastrzegam dokładność roku.

Wszystko powoli zaczęło się zmieniać, gdy nastąpił wzrost cen paliw kopalnych, a ich zasoby oraz dostępność zaczęły się

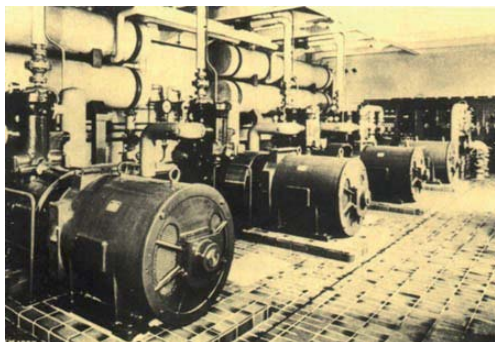
kurczyć. Powoli do głosu zaczęły dochodzić, słabo wtedy jeszcze rozumiane, pojęcia jak ekologia oraz potrzeba ochrony środowiska naturalnego, nie wspominając o efekcie cieplarnianym, globalnym ociepleniu, niszczeniu warstwy ozonowej i tak zwanej dziurze ozonowej, które to dopiero nabierały zupełnie innego wymiaru i znaczenia (wskaźniki GWP – ang.: *Global Warming Potential*, ODP – ang.: *Ozone Depleting Potential*). Zaczęto też wtedy zwracać uwagę na koszty eksploatacyjne i serwisowe systemów stosowanych zarówno istniejących budynkach, jak i w nowo budowanych. Często, w celu poprawienia komfortu użytkownika pomieszczeń biurowych, szkół, obiektów sportowych, handlowych, domów itd. (te pierwsze często mocno przeszklone), zaczęto stosować urządzenia klimatyzacyjne (np. klimatyzatory czy agregaty wody lodowej), które to, transportując energię z pomieszczeń na zewnątrz (bezpłatnie tracą dodatkowo kosztem dostarczonej energii elektrycznej), zapewniały w nich przyjemny chłód i komfort temperatury (i nie mamy tutaj na myśli pełnego komfortu, czyli odpowiedniej wentylacji, kontroli wilgotności, zawartości w powietrzu CO₂, ilości świeżego powietrza).

Idąc tą drogą, zwrócono uwagę na to, że przecież te same prawa termodynamiki, które sformułowano ponad sto lat temu, a stosowane były właśnie w urządzeniach chłodniczych: przemysłowych (agregaty wody lodowej), domowych (lodówkach), „klimatyzatorach”, można z powodzeniem wykorzystać w urządzeniach, które będą grzać lub grzać i chłodzić, transportując w sposób kontrolowany energię otoczenia, naturalną, ekologiczną do naszych budynków, pomieszczeń i to z wysoką efektywnością energetyczną COP (ang.: *Coefficient of Performance* czyli po polsku: współczynnik efektywności energetycznej).

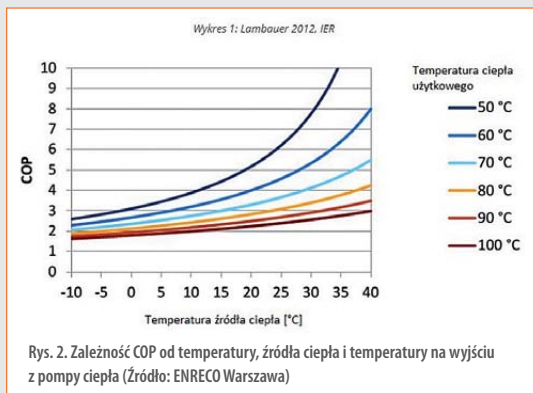
Z podstaw teorii fizyki, termodynamiki i z zasad działania pompy ciepła

Technologia, komponenty stosowane w produkcji nazwijmy to „chłodniczej” coraz to szybciej i szybciej się rozwijały, a badania nad nimi nabierały tempa. Efektywność pracy urządzeń chłodniczych EER (ang.: *Energy of Efficiency Rating*, czyli współczynnik wydajności chłodniczej) i pomp ciepła były coraz wyższe.

Efektywność potocznie nazywana jest sprawnością, ale w nomenklaturze chłodniczej jest to niepoprawne. Efektywność mówi nam o tym, w jakim stopniu wykorzystujemy energię pozyskaną z środowiska (naturalnego, „technologicznego”), w stosunku do energii elektrycznej dostarczonej do urządzenia (dla pomp ciepła sprężarkowych) w celu przetransportowania energii ze środowiska o temperaturze niższej do środowiska o temperaturze wyższej. Proces ten jest możliwy dzięki przemianom fizycznym substancji – czynnika roboczego



Rys. 1. Budynek Ratusza w Zurich i zastosowany w nim system pomp ciepła – rok 1938 (źródło: Stiebel Eltron GmbH)



mającego zdolność odparowania w niskich temperaturach (etap pozyskiwania energii). Przypomnijmy tutaj, że czynnik roboczy, czyli substancja uczestnicząca w wymianie ciepła w urządzeniu chłodniczym, pobiera ciepło w procesie odparowania w niskiej temperaturze i przy niskim ciśnieniu, a oddaje przez skraplanie przy odpowiednio wyższej temperaturze i wyższym ciśnieniu. Wiem, zabrzmiało trochę jak fizyka ze szkoły średniej, którą możemy jednak nie do końca pamiętać – nikt tutaj nie urażając.

Przykład osiąganych współczynników efektywności COP w zależności od temperatury źródła ciepła i temperatury na zasileniu pompy ciepła przedstawia wykres (rys. 2).

Z pierwszej zasady termodynamiki wiemy, że w układzie zamkniętym energia nie może zniknąć, a jedynie zmienić się w inną formę energii (co opisał w roku 1847 fizyk Helmholtz, który to sformułował zasadę zachowania energii) – ciepło i energia mechaniczna są równoważne.

Jeszcze co do efektywności pamiętajmy, że w przypadku pompy ciepła oznaczamy ją trzema literami COP według aktualnej normy EN 14 511. Pamiętajmy o tym, gdyż zdarza się, że informacja ta nadal podawana jest niepoprawnie – według starej, nieobowiązującej normy EN 255 (o różnicach w obu normach nie będę pisał w tym artykule).

I tak efektywność COP podaje się w określonym punkcie pracy, na przykład:

B0/W35 (S0/W35), A+2/W35 (P+2/W35), W10/W35

Punkt pracy to dwie temperatury: pierwsza B0 (S0) to temperatura „środowiska” – dokładnie medium (substancja np. mieszanina glikolu propylenowego i wody o punkcie krystalizacji -16, -20°C), z której pobieramy energię. W35 to temperatura medium – wody w systemie ogrzewania, gdzie oddajemy energię. Punkt pracy B0/W35 (S0/W35) opisuje nam warunki pracy pompy ciepła grunt (solanka)/woda, A+2/W35 to pompy ciepła transportujące energię z powietrza do wody, a pompy ciepła W10/W35 to urządzenia woda/woda. Punkty pracy mogą być różne, na przykład S0/W50, A+7/W50, W10/W50, S-5/W35, A-7/W35, W7/W35, zaś punkty kontrolne określa norma EN 14 511.

Dalej, zastanówmy się co to właściwie jest ta efektywność energetyczna COP? Dla przykładu COP=4 mówi nam, że przetransportujemy/uzyskamy 4 jednostki energii w systemie grzewczym (zwanym górnym źródłem), dostarczając do pompy ciepła 1 jednostkę energii elektrycznej (dotyczy sprężarkowych pomp ciepła) niezbędnej do napędu sprężarki dokonującej transportu energii. Zatem trzy (3) jednostki energii będą pochodziły z otoczenia – środowiska o temperaturze niższej (nazywanym dolnym źródłem), a ilość energii dostarczonej do systemu grzewczego to suma energii pochodzącej z dolnego źródła i energii dostarczonej do pompy ciepła/sprężarki $3 + 1 = 4$ ($COP = Q_3/Q_e$; gdzie Q_3 – energia grzewcza, Q_e – energia elektryczna). I tak, dostarczając do sprężarkowej pompy ciepła 10 kWh energii elektrycznej, uzyskamy 40 kWh energii cieplnej w systemie grzewczym, co przy cenie 60 gr za 1 kWh energii elektrycznej



W związku z tym, że producent nie ma obowiązku testowania efektywności COP, a jedynie deklaruje tę wartość dla urządzenia, warto by miał dokument, certyfikat z niezależnej jednostki badawczej akredytowanej do badań zgodnych z normą 14 511, potwierdzający uzyskanie podanych wartości COP. Przykładem może być Certyfikat Q EHPA (ang.: European Heat Pump Association, czyli Europejskie Stowarzyszenie Pomp Ciepła AISBL). Aktualna lista urządzeń posiadających taki certyfikat znajduje się na stronie EHPA <https://www.ehpa.org>. wydany np. przez Towarzystwo Fraunhofera (Fraunhofer – Institut für Solare Energiesysteme ISE, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.), a właściwie Towarzystwo Fraunhofera Wspierania Badań Stosowanych.

da nam koszt **0,60 gr x 10 kWh = 6,0 zł za 40 kWh** energii cieplnej w systemie ogrzewania. Porównując to do systemu ogrzewania, w którym zostanie zastosowany kocioł gazowy o średniej sprawności spalania na poziomie 98÷100% (kotły kondensacyjne), wartość opałowa gazu GZ 50 powinna być nie mniejsza niż 31,0 MJ/m³ (tabelarycznie 37,6 MJ/m³), warunki odniesienia dla procesu spalania i objętości:

$$t_1/t_2 - 298,15 \text{ K (25°C)}/273,15 \text{ K (0°C)}, \quad p_1=p_2=101,325 \text{ kPa}$$

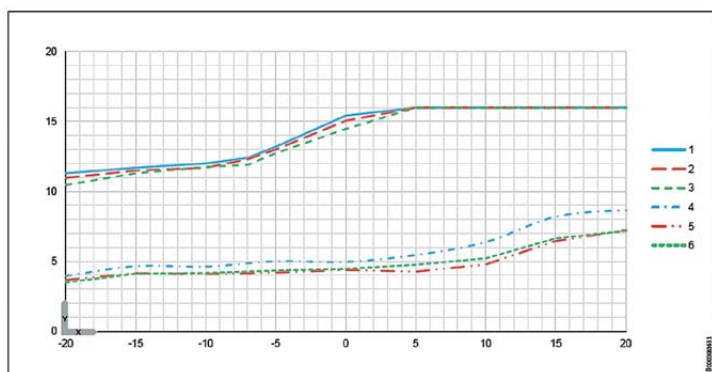
Wartość opałowa przeliczona na kWh:

$$1 \text{ kWh energii} = 1 \text{ m}^3 \times 11$$

(dokładnie 11,346 to współczynnik konwersji),

czyli z 1 m³ gazu GZ 50 uzyskujemy 11 kWh energii. Zakładając średnio roczną sprawność serwisowanego kotła kondensacyjnego (c.o., c.w.u.) na poziomie 90%, to dla uzyskania 40 kWh energii cieplnej trzeba spalić około 40 kWh/11 = 3,63 m³ gazu, a przy uwzględnieniu średniej sprawności spalania, daje to 4,04 m³ gazu. Przy średniorocznej w Polsce, pełnej cenie gazu (z przesyłem) w taryfie W-3 (zużycie: 1 201±8 000 m³) wynoszącej 2,06 zł/m³ (część o około 2,2 zł/m³) daje nam zatem koszt **4,04 m³ x 2,06 zł/m³ = 8,32 zł** za dostarczenie 40 kWh energii cieplnej do naszego budynku. Przy założonych cenach i przyjętych wartościach tabelarycznych oraz minimalnych stratach daje to różnicę na poziomie co najmniej 39÷40% na korzyść pompy ciepła.

Wykres na rysunku 3. w prosty sposób umożliwia określenie COP pompy ciepła w dowolnym punkcie pracy, przedstawiając zależność mocy grzewczej pompy ciepła i obciążenia elektrycznego sprężarki od temperatury, źródła ciepła i temperatury na wyjściu z pompy ciepła.



Parametry mocy w oparciu o EN 14511
 X Temperatura zewnętrzna [°C]
 Y Moc grzewcza [kW]
 1 maks. W55
 2 maks. W5
 3 maks. W35
 4 min. W55
 5 min. W45
 6 min. W35

Rys. 3. Zależność mocy grzewczej i obciążenia elektrycznego sprężarki od temperatury, źródła ciepła i temperatury na wyjściu z pompy ciepła (źródło: Stiebel Eltron Polska Sp z o.o.)

Dla pomp ciepła bardzo ważny jest współczynnik COP, ale dla inwestora, użytkownika ważniejszy jest współczynnik średniorocznej eksploatacji, efektywności systemu SCOP/SPF wg VDI 4650

W całej analizie efektywności COP (ważniejszy jest jednak wskaźnik średnioroczny SCOP/SPF – opisany dalej) ważne jest to, że czym mniejsza jest różnica temperatur między środowiskiem, z którego pobieramy energię a środowiskiem (instalacją grzewczą), do której oddajemy/transportujemy energię, tym efektywność jest wyższa. Dla przykładu S0/W35 COP = 4, a dla S0/W55 COP = 2,84. Pompa ciepła na bazie powietrza A-7/W35 COP = 3,00 to samo urządzenie w punkcie pracy A-7/W55 osiąga COP 2,20.

Dlatego w przypadku pomp ciepła preferowane są systemy tak zwane niskotemperaturowe – ogrzewanie powierzchniowe podłogowe lub ściennie, gdzie temperatury zasilania wynikające z krzywej grzewczej (uzależnienie temperatury zasilania systemu ogrzewania od temperatury zewnętrznej) są niższe niż w przypadku systemów grzejnikowych lub mieszanych.

Oczywiście, możemy to wszystko zapisać powszechnie znanym równaniem, opisującym idealny (teoretyczny obieg) tzw. cykl Carnota. Efektywność według Carnota dla pompy ciepła – odwróconego obiegu Carnota:

$$\epsilon_{\text{Carnota}} = T_g / (T_g - T_0)$$

gdzie:

T_0 – temperatura źródła dolnego,

T_g – temperatura źródła górnego

Wzór ten określa, że efektywność odwróconego cyklu termodynamicznego Carnota nie zależy od czynnika roboczego, ani sposobu realizacji, a zależy tylko od temperatur odparowania i skraplania (dokładniej różnicy pomiędzy tymi temperaturami).

W praktyce współczynnik efektywności osiąga wartość 0,5÷0,6 wartości teoretycznej.

Przykład:

$$T_0 = 273 \text{ K} = 0^\circ\text{C}, T_{g1} = 308 \text{ K} = 35^\circ\text{C}, T_{g2} = 328 \text{ K} = 55^\circ\text{C}$$

$$\epsilon_{C1} = 308 / (308 - 273) = 8,8$$

$$(\Delta T = 35 \text{ K})$$

$$\epsilon_1 = 0,5 \times \epsilon_{C1} = 4,4$$

$$\epsilon_{C2} = 328 / (328 - 273) = 5,96$$

$$(\Delta T = 55 \text{ K})$$

$$\epsilon_2 = 0,5 \times \epsilon_{C2} = 2,98$$

To może tyle, jeżeli chodzi o podstawy z podstaw, teorii, fizyki, termodynamiki i zasad działania pompy ciepła

Ocena i wybór technologii, przydatne narzędzia

Teraz zajmijmy się wyborem technologii i oceną z punktu widzenia Inwestora, rodzaju inwestora – rodzaju inwestycji, dostępności i warunków zastosowania, możliwości technicznych pompy ciepła, kosztów eksploatacyjnych i całkowitych inwestycyjnych (włącznie z kosztami prac odtworzeniowych jeżeli będą konieczne), która będzie korzystniejsza lub najkorzystniejsza dla Inwestora (rys. 2, 3, 4, 5, 6.)

Jednak zanim to będziemy analizować jeszcze kilka słów na temat narzędzi, które nam w tym procesie wyboru mogą pomóc. Dla pompy ciepła bardzo ważny jest współczynnik COP, ale dla inwestora, użytkownika ważniejszy jest współczynnik średniorocznej eksploatacji, efektywności systemu SCOP/SPF wg VDI 4650. Do jego oszacowania mamy dostępne na rynku różnego rodzaju narzędzia wspomagające obliczenia i projektowanie. Jednym z nich jest program WP-OPT, może nie najlepszy, ale dający spore możliwości. Określenie „niezależny”, „nie firmowy” umożliwia:

- oszacowanie średnich kosztów eksploatacyjnych systemów z pompą ciepła w konfiguracjach A/W, S/W, W/W, monowalentnych lub biwalentnych, z ogrzewaniem powierzchniowym, grzejnikowym itd.;
- dobór i kontrolę dolnego źródła np. dla PC S/W;
- oszacowanie zużycia energii elektrycznej przez cały system (włącznie z przyjętymi pompami obiegowymi, stratami energetycznymi zasobników buforowych i c.w.u.), przydatne przy i do prawidłowego doboru systemów fotowoltaicznych itd.

Możliwości programu są spore, szczególnie jak samodzielnie regularnie rozbudowuje się bazę urządzeń oraz danych technicznych w pełnym zakresie temperatur (tabela 1.) koperty pracy, a nie w dwóch lub trzech punktach temperatur dolnego źródła (tabela 2.).

Tabela 1. Przykład rozbudowy bazy danych technicznych w pełnym zakresie temperatur zastosowania – koperta pracy

Główne dane - ENERGYCAL AW PRO MT 160.2										
Dane pompy ciepła (1)			Dane pompy ciepła (2)			Taryfa i czasy blokady				
Temp. zasil. [°C]	35	35	35			x	x			
Temp. źródła [°C]	Moc grzewcza [kW]	Pobór mocy el. [kW]	COP	Temp. zasil. [°C]	Moc grzewcza [kW]	Pobór mocy el. [kW]	COP	maks. zasilanie [°C]	zęgotliwość [Hz]	
-20	b.d.	b.d.		50	b.d.	b.d.			42	b.d.
-15	98.80	36.10	2.59	50	b.d.	b.d.			47	b.d.
-10	109.40	38.20	2.86	50	b.d.	b.d.			50	b.d.
-7	116.50	39.30	3.04	55	117.70	54.60	2.16		55	b.d.
-5	121.60	38.30	3.17	55	121.90	54.70	2.29		55	b.d.
-2	129.80	38.40	3.38	55	128.70	54.80	2.35		57	b.d.
0	135.70	38.50	3.53	55	133.60	54.90	2.43		60	b.d.
3	142.00	38.50	3.69	60	139.60	60.20	2.32		60	b.d.
7	159.40	38.70	4.12	60	153.20	60.40	2.54		60	b.d.
10	171.10	38.70	4.42	60	162.40	60.60	2.69		60	b.d.
15	193.00	38.90	4.96	60	179.60	60.80	2.95		60	b.d.
20	218.50	39.00	5.60	60	199.50	61.00	3.27		60	b.d.

(źródło: Program WP-OPT wersje 4.9.0.0, licencja MABeko-Term Artur Karczmarczyk)

Tabela 2. Przykład bazy danych technicznych w ograniczonym zakresie temperatur zastosowania – koperta pracy

Dane pompy ciepła (1) Dane pompy ciepła (2) Taryfa i czasy blokady										
Temp. zasil. [°C]	35	35	35	35		x	x	x	x	
Temp. źródła [°C]	Moc grzewcza [kW]	Pobór mocy el. [kW]	Moc chłodn. [kW]	COP	Temp. zasil. [°C]	Moc grzewcza [kW]	Pobór mocy el. [kW]	Moc chłodn. [kW]	COP	maks. zasilanie [°C]
2	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	50	b.d.	b.d.	b.d.		55
5	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	50	b.d.	b.d.	b.d.		55
7	41.00	7.80	33.20	5.26	50	40.00	10.80	29.20	3.70	55
10	44.00	7.90	36.10	5.57	50	43.00	10.80	32.20	3.98	55

(źródło: Program WP-OPT wersje 4.9.0.0, licencja MABeko-Term Artur Karczmarczyk)



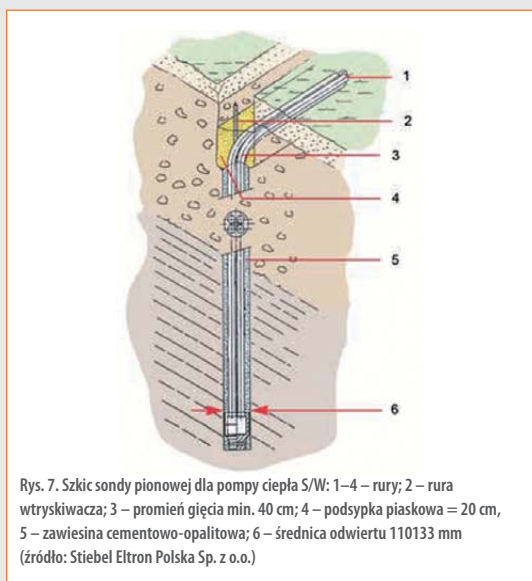
Rys. 4. Przykład montażu pompy ciepła A/W typu monoblok (źródło: Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o.)



Rys. 5. Przykład montażu pompy ciepła A/W typu split (źródło: Viessmann Polska Sp. z o.o.)



Rys. 6. Przykład wykonania sond pionowych dla pompy ciepła S/W Z lewej: Roto-max M, z prawej: Hutte HBR 205 (źródło: Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o.)



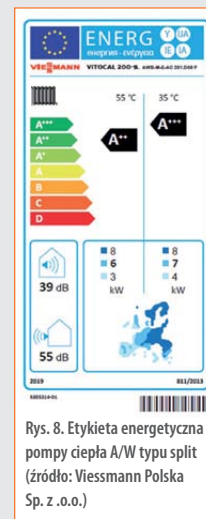
Rys. 7. Szkic sondy pionowej dla pompy ciepła S/W: 1 – rura; 2 – rura wtryskiwacza; 3 – promień gięcia min. 40 cm; 4 – podsyпка piaskowa = 20 cm, 5 – zawieszina cementowo-opalutowa; 6 – średnica otworu 110/133 mm (źródło: Stiebel Eltron Polska Sp. z o.o.)

Dane te mają wpływ na dokładność obliczeń i analizy. Szczególnie ważne dla PC A/W, które posiadając dobrą klasę energetyczną regularnie osiągają podobne wyniki lub nawet lepsze od pomp ciepła na bazie gruntu S/W. Łatwo pokazać, że w zakresie dużych mocy systemy S/W mają poważny problem szczególnie tam, gdzie są potrzebne systemy biwalentne oraz aktywne chłodzenie lub równoczesne grzanie i chłodzenie, mam tutaj na myśli szczególnie koszty inwestycyjne i prostą stopę zwrotu. Ważne by mieć aktualną wersję 4.9.0.0 i własną licencję z regularnie uzupełnianą bazą danych technicznych pomp ciepła.

Przed analizą i wyborem, ze względu na zmiany w przepisach, wróć jeszcze na chwilę do czynników roboczych. Wprowadzane aktualnie zmiany legislacyjne dotyczące redukcji emisji CO₂ (globalnego ocieplenia, ochrony warstwy ozonowej, stosowania gazów fluorowanych tzw. F-gazów regulacja F-Gas w Unii Europejskiej z czerwca 2013 roku – zakaz stosowania HFC (GWP>150) po

	SEER ①	SCOP ②
A+++	SEER ≥ 8.5	SCOP ≥ 5.1
A++	6.1 ≤ SEER < 8.5	4.6 ≤ SCOP < 5.1
A+	5.6 ≤ SEER < 6.1	4.0 ≤ SCOP < 4.6
A	5.1 ≤ SEER < 5.6	3.4 ≤ SCOP < 4.0
B	4.6 ≤ SEER < 5.1	3.1 ≤ SCOP < 3.4
C	4.1 ≤ SEER < 4.6	2.8 ≤ SCOP < 3.1
D	3.6 ≤ SEER < 4.1	2.5 ≤ SCOP < 2.8
E	3.1 ≤ SEER < 3.6	2.2 ≤ SCOP < 2.5
F	2.6 ≤ SEER < 3.1	1.9 ≤ SCOP < 2.2
G	SEER < 2.6	SCOP < 1.9

Rys. 9. Klasy efektywności energetycznej SCOP i SEER (źródło: AER07).



Rys. 8. Etykieta energetyczna pompy ciepła A/W typu split (źródło: Viessmann Polska Sp. z o.o.)

2020 roku, Rozporządzenie KE z kwietnia 2014 roku w sprawie gazów fluorowanych UE nr 517/2014 r) wymuszają stosowanie urządzeń – pomp ciepła – napełnionych czynnikami chłodniczymi o niskim GWP – współczynnik globalnego ocieplenia na przykład R290 (GWP 3), CO₂ (GWP 1), HFO-1234ze, HFO-1234yf (GWP 1-4).

Jeśli kwestie rodzaju oraz ilości stosowanego w urządzeniu czynnika chłodniczego pozostają w gestii konstruktora oraz producenta i są regulowane obowiązującymi przepisami, tak kwestie prawidłowego doboru i montażu – już nie. By uzyskać możliwe największe efekty zastosowania pomp ciepła i zadowolenie inwestora, należy mieć na względzie wiele aspektów technicznych dotyczących nie tylko samej konstrukcji urządzenia, ale obszaru jego wykorzystania (tabela 1.). Pamiętać należy, że pompy ciepła, by uzyskać wysoką efektywność COP, SCOP/SPF, preferowane są dla systemów nisko- lub średnotemperaturowych (ogrzewanie powierzchniowe) z małą delta T zasilania (powrót po stronie górnego źródła/installacji). Niska temperatura zasilania i mała delta T powoduje, że systemy z pompą ciepła wymagają w instalacji ogrzewania większych przepływów, co za tym idzie większych przekrojów/średnic instalacji rozpraszających.

Podsumowanie

Podsumowując, ze względu na wzrost efektywności COP/SCOP, EER/SEER pomp ciepła A/W i osiągniętych klas energetycznych A+++ , A++ (rys. 8 i 9), warto zastanowić się nad typem pompy ciepła oraz typem ogrzewania (powierzchniowe, grzejnikowe) szczególnie ze względu na koszty inwestycyjne, eksploatacyjne, czas montażu i dostępność miejsca.

Oczywiście w obu przypadkach bardzo ważne są standardy wykonania i montażu, na przykład w przypadku rozwiązań A/W typu split staranność wykonania połączeń kielichowych lub lutowanych (lut twardy), wykonanie próby pod- i nadciśnieniowej oraz napełnienie całego układu termodynamicznego czynnikiem roboczym. W przypadku sond pionowych (rys. 7.) konieczność zastosowania wypełniania górotworu masą uszczelniającą, separującą ewentualne poziomy wodonośne. Obowiązkowe wypełnianie ma istotny wpływ na cenę 1 mb. sondy oraz otaczające nas środowisko naturalne, którego zgodnie z przepisami nie wolno nam degradować i niszczyć.