

0 WYŻSZOŚCI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA NAD KOTŁEM GAZOWYM

# Kto jest zwycięzcą

Starsi czytelnicy zapewne pamiętają cykliczne felietony prof. Stanisławskiego „O wyższości Świąt Bożego Narodzenia nad Świątami Wielkiej Nocy”. Kolejność w tytule była zmieniana w zależności od tego, które święta były bliżej na horyzoncie.

Każdy z nas, budowlańców, jest odwiedzany przez rzesze przedstawicieli handlowych z konkurujących marek i... jest zobowiązany zaproponować inwestorowi optymalne rozwiązanie. Kiedyś, w jakimś piśmie zagranicznym widziałem dowcip rysunkowy przedstawiający klienta i sprzedawcę w sklepie RTV, przez okno widać witrynę z naprzeciwka, firmy konkurencyjnej. Klient, wskazując ręką przez ulicę mówi: Ale tydzień temu, tam pracując, zarzącał się pan, że jest to najlepszy sprzęt na świecie. Na to sprzedawca: bo oni zrobili mi zdjęcie z przyjaciółką i zagrozili, że pokażą mojej żonie. Średnio śmieszne, ale znamienne i globalne.

Z własnej woli, czy nie, producenci, handlowcy, przedstawiciele zachwalają swój towar. Tak było, jest i będzie więc, jeśli chcesz mieć wewnętrzne przekonanie o wyższości produktu A nad produktem B wykonaj własne porównanie. Czemu akurat pompa i kocioł. Aktualnie projektujemy na życzenie klientów kilka źródeł

ciepła i chłodu z powietrznymi pompami ciepła. Przyznam się, że z racji wieku, czy wychowania jestem sceptyczny do urządzeń intensywnie promowanych w myśl zasady, że dobra rzecz (w oryginale prawda) obroni się sama. Zaciekawiało mnie odpowiedź na pytanie: co jest lepszym źródłem ogrzewania: powietrzna pompa ciepła, czy gazowy kocioł kondensacyjny.

Nawiązując do panującej mody na gotowanie, chciałbym koleżankom i kolegom podać przepis na samodzielne porównanie sezonowej(!) efektywności energetycznej tych obu urządzeń. Skąd ten wykrzyknik. Cała trudność tkwi w słowie „sezonowej”. Karty katalogowe podają sprawność nominalną kotłów kondensacyjnych zwykle w dwóch punktach pracy uogólniając dla temperatur projektowych instalacji grzewnikowej (mniejsza wartość) i instalacji podłogowej (większa). Generalnie sprawność kondensatu nie jest silnie zmienna od obciążenia, temperatur pracy, itp., więc nie

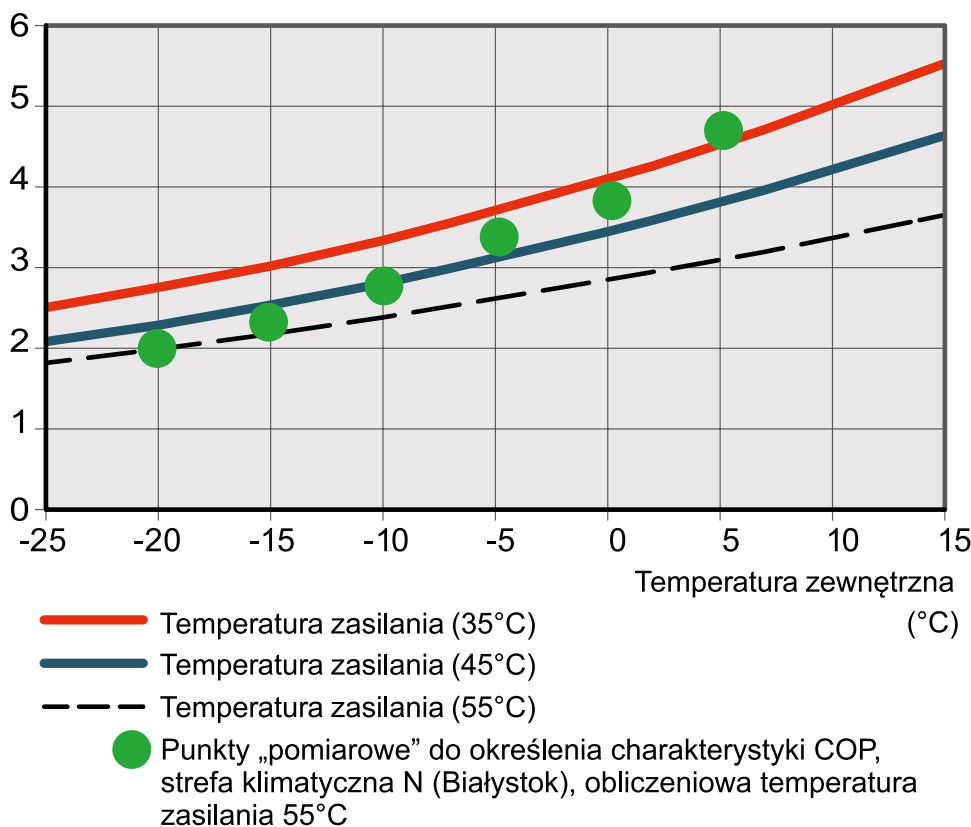
szukajmy tu problemu, bo leży on gdzie indziej. Sprawność pompy ciepła, w funkcji grzania, oznaczana symbolem COP jest standardowo podawana w punkcie 7/35 st. C, czyli przy temperaturze powietrza zewnętrznego równej 7 st. C i temperaturze zasilania instalacji grzewczej równej 35 st. C co odpowiada ok. 30% projektowego obciążenia cieplnego tej pompy w układzie monoenergetycznym i monowalentnym (samodzielnie i bez dodatkowej grzałki). Czemu tak? Przyznam, że nie wiem. Może dlatego, że w takich warunkach pompa osiąga najwyższą sprawność i dobrze to się komponuje w karcie katalogowej? Czy nie można przyjąć tej sprawności do określania jej mocy i konsumpcji energii przy innych temperaturach powietrza i wody? Nie można, gdyż współczynnik COP jest silnie (silnie!) zmienny od obu tych temperatur. Zauważyła to Komisja Europejska, wprowadzając metodologię obliczeń średniorocznego współczynnika sprawności nazwanego SCOP. Czy tą metodą przyszedł użytkownik z Białegostoku, Gdańska i Suwałk może wyliczyć w miarę realny sezonowy koszt ogrzewania własnego domu? Nie może, gdyż jest to metoda standaryzowana, służąca do pewnych porównań odniesienia, podobnie jak nie spodziewajmy się wyniku możliwego do przeliczenia na złotówki po charakterystyce energetycznej budynku. Proponuję Państwu przepis na samodzielne wyliczenie kosztów ogrzewania budynku pompą ciepła, konkretnego budynku w konkretnym miejscu i konkretną pompą, a w dodatku porównanie wyniku z ogrzewaniem kotłem gazowym.

W tym celu potrzebny nam będzie:

- | budynek, a w zasadzie wystarczy wiedza o jego projektowym obciążeniu cieplnym,
- | konkretny typ pompy ciepła, w postaci karty katalogowej,
- | lokalizacja budynku na mapie, to jest nazwa najbliższej większej miejscowości.

Czas przyrządzenia i stopień trudności? Mi wykonanie obliczeń w sześciu wariantach zajęło 7 h i 27 min, ale gros czasu poświęciłem na stworzenie arkusza i wyszukanie danych do obliczeń. Gotowy już arkusz udostępniam na swojej stronie internetowej, a wykonanie nim obliczeń przy pewnej wprawie może zająć pół godziny. Stopień trudności? Trzeba odświeżyć wiadomości ze studiów z zakresu analizy matematycznej – aproksymacji wielomianem metodą najmniejszych kwadratów, ale nie przerażajmy się, są programy w przepastnym internecie. Najtrudniejsze

## F2120-20 Współczynnik sprawności (COP)



10 kW	projektowa moc grzewcza przy $T_e = -20^\circ\text{C}$
0,55 zł/kWh	opłata za dystrybucję i cena prądu łącznie taryfa G11
1,56 zł/m <sup>3</sup>	cena zakupu gazu ziemnego taryfa W-3.6
34,4 [MJ/m <sup>3</sup> ]	wartość opalowa gazu ziemnego GZ-50

\*- przyjęto z publikacji Portu PC: „dane klimatyczne PORTPC.xls”

\*\* -  $\text{COP} = 0,00171428571428572 \cdot x^2 + 0,130285714285714 \cdot x + 3,90571428571428$

temp zewn	temperatura zasilania	zapotrzebowanie mocy grzewczej	liczba godzin z daną temperaturą *	produkcja ciepła		COP pompy powietrznej**	pompa ciepła		kocioł gazowy	
				[kWh]	[MJ]		pobierana moc elektryczna	pobrana energia elektryczna	sprawność kotła gazowego	zużycie gazu
[C]	[C]	[kW]				[-]	[kW]	[kWh]	[-]	[m <sup>3</sup> ]
-22	55,0	10,5	0	0	0	1,87	5,6	0	0,973	0,0
-21	54,2	10,3	0	0	0	1,93	5,3	0	0,973	0,0
-20	53,4	10,0	0	0	0	1,99	5,0	0	0,973	0,0
13	26,6	1,8	180	315	1 134	5,89	0,3	53	0,973	33,9
14	25,8	1,5	153	230	826	6,07	0,2	38	0,973	24,7
15	25,0	1,3	132	165	594	6,25	0,2	26	0,973	17,7
			5959	25 326	91 172			6 558		2 724
								Koszt [zł/sezon]	3 607	4 249
								Różnica [zł]	642	

szej do największej, w drugiej odpowiadające im temperatury zasilania instalacji grzewczej. W trzeciej, z prostej proporcji, możemy wyliczyć wymaganą moc grzewczą w danej temperaturze zewnętrznej. W czwartej, sięgamy do internetu do publikowanych (choćby przez PORTPC) danych klimatycznych, znajdziemy tam „rozkład godzinowy temperatur zewnętrznych” dla poszczególnych miejscowości zawierający statystyczny, pochodzący z pomiarów meteo łączny czas występowania poszczególnych temperatur zewnętrznych (co stopień) w sezonie grzewczym. Dla każdej z temperatur zewnętrznych wyliczamy w kolejnej kolumnie wyprodukowaną energię cieplną, mnożąc przez siebie moc odpowiadającą danej temperaturze i czas jej występowania (kWh! – moc razy czas). Gdybyśmy jeszcze znali sprawność pompy w poszczególnych temperaturach zewnętrznych, moglibyśmy wyliczyć odpowiadające temperaturom zewnętrznym pobory energii elektrycznej. Sumując cząstkowe pobory energii i mnożąc sumę przez jednostkową cenę zakupu uzyskamy cenę energii pobranej w sezonie do ogrzewania.

Do wyznaczenia współczynnika COP co stopień musimy odnaleźć wykres sprawności w funkcji temperatury zewnętrznej, publikowany przez każdego wiarygodnego producenta pomp ciepła i przekształcić we wzór matematyczny. Łatwo, szybko i skutecznie można to zrobić, stosując aproksymację kwadratową wielomianem, nie panikujmy, metoda pochodzi, o ile pamiętam, z XVIII w., więc cóż to dla nas, ludzi epoki wczesnej komórki. By nie łamać sobie głowy proponuję pobrać z Internetu odpowiednią aplikację. Z wykresu zamieszczonego w karcie katalogowej należy odczytać wartości COP dla poszczególnych par temperatur: zewnętrznej (na przykład co 5 st. C) i zasilania po czym wpisać je do programu jako

punkty pomiarowe, podając jako zmienną niezależną temperaturę zewnętrzną, a zależną wartość COP. Pozostaje wybrać stopień wielomianu (sugeruję drugi) i nacisnąć klawisz „licz”, po czym sprawdzić pro forma dokładność aproksymacji i formułę do arkusza w kolumnę „COP pompy powietrznej” mamy gotową! Niestety, jeśli zmieniamy istotnie strefę klimatyczną, albo obliczeniową temperaturę zasilania (nastąpi przesunięcie w parach temperatur, 55 st. C może występować przy -16 st. C albo przy -24 st. C a to zasadnicza różnica dla sprawności pompy), albo zmieniamy typ pompy (każdy typ pompy ma specyficzną jak odcisk palca charakterystykę COP), to musimy powtórzyć proces wyznaczenia wzoru.

Obliczenia dla kotła gazowego są analogiczne (magiczne słowo które nic nie mówi, prawda?).

Zwrócę jedynie uwagę na to, by nie przyjmować sprawności nominalnej, a średnioroczną, można znaleźć w internecie wyniki takich badań dla kotw kondensacyjnych. Trudniejsze znacznie jest wyznaczenie jednej wartości liczbowej, określającej jednostkową cenę zakupu gazu, ale to już może innym razem.

Tyle teorii, teraz praktyka. Wykonałem obliczenia dla hipotetycznego budynku, który wymaga 10 kW mocy grzewczej w temperaturze -20 st. st. C. Więc moc projektowa w trzech przyjętych przeze mnie do obliczeń miastach: Gdańsk, Białystok, Suwałki będzie wynosiła odpowiednio 9 kW, 10,5 kW i 11 kW. Do obliczeń przyjąłem konkretną pompę ciepła (bo nie można inaczej) jest to Nibe F2120-20 i bliżej nieokreślony kocioł gazowy kondensacyjny. Czemu ta pompa powietrzna? Musiałem znaleźć urządzenie, które będzie zdolne samodzielnie zmierzyć się z kotłem gazowym w całym zakresie obliczeniowych temperatur zewnętrznych występujących w Polsce. Wiercie mi, nie

jest to łatwe. Pompy powietrzne są przez producentów dedykowane do pracy biwalentnej, zwykle sugerowana minimalna temperatura ich pracy leży w zakresie od -5 do -7 st. C. Przystępując do obliczeń nie wiedziałem, kto wygra, dodam, że tendencyjnie przyjąłem instalację grzejnikową (nie podłogową), na starcie pogarszając sprawność pompy powietrznej. Wyniki obliczeń przedstawia tabela.

Przyznam się, że nie spodziewałem się tak dużych różnic w opłatach za sezon grzewczy. Widać, że pompa ciepła daje relatywnie tym więcej oszczędności w im łagodniejszym klimacie pracuje, jest to jeden z powodów dla którego klienta z Europy zachodniej łatwiej na nią namówić. Bezwzględna oszczędność w sezonie to jednak nie wszystko, inwestycja w pompę ciepła to większy koszt, decydujący więc jest czas zwrotu inwestycji. Jednak jego kalkulacja również nie jest prosta. Po jednej stronie mamy pompę ciepła i droższy niż przy kotle podgrzewacz ciepłej wody. W przypadku kotłowni, oprócz kotła, jest oczywiście zasobnik, komin i instalacja gazowa. W tym omawianym wypadku instalacje centralnego ogrzewania są takie same. Oszacowanie porównawczego kosztu kotłowni jest trudne, rozpiętość cen kotłów jest bardzo duża (nie ma to jednak istotnego przełożenia na ich sprawność energetyczną) również instalacja gazowa i komin mogą być bardzo różne. Szacując możliwy zakres zmienności czasu zwrotu inwestycji w pompę ciepła względem kotłowni gazowej otrzymałem przedział pomiędzy 5 a 10 lat. Kto jest zwycięzcą?



JACEK SZUMSKI,  
ISANITARNE.PL