

### ■ Trzy aspekty stosowania pomp ciepła:

1. uwagi na temat porównywania pomp różnych producentów,
2. dlaczego głębokość odwiertów (wymienników pionowych) powinna wynosić co najmniej 80-100 m?
3. dlaczego pompa ciepła nie osiąga mocy, jaką podaje producent?

Odpowiada:

**Leszek Przybyła**

Prezes zarządu

Solis



ad. 1

Porównując dane pomp ciepła różnych producentów należy się upewnić, że porównujemy te same dane.

Parametry pomp ciepła pochodzących od rozmaitych producentów różnią się znacząco. Na przykład podawana przez jednego wytwórcę moc grzewcza dla tych samych punktów pracy (np. 0/35°C) może być inna od deklarowanej przez konkurencyjną firmę stosującą taką samą sprężarkę. Dzieje się tak, ponieważ jedni producenci podają parametry dla temperatury parowania, inni dla temperatury źródła/zasilania, jeszcze inni dla wartości średnich.

Dlatego warto wiedzieć, co oznaczają terminy, których używają w swoich ofertach firmy. Jeżeli oferent nie zdefiniował

w sposób precyzyjny, co oznacza np. 0/35°C – 10 kW należy poprosić o wyjaśnienie czego dotyczą liczby, szczególnie ta pierwsza.

**Temperatura źródła:** temperatura wody/glikolu zasilającej pompę ciepła. Niektórzy producenci podają moce dla temperatury średniej (zasilania i powrotu).

**Temperatura parowania:** temperatura odparowania czynnika chłodniczego, z reguły jest o 3-6 K niższa od temperatury powrotu do źródła, a 7-11 K niższa od temperatury zasilania źródła. Czasami nazywana jest też temperaturą odparowania. Temperatura parowania jest wyliczana z ciśnienia czynnika panującego w parowniku.

**Temperatura zasilania:** temperatura wody wychodzącej z pompy ciepła. Dla ogrzewań ściennego i podłogowego do 45°C, dla grzejnikowego do 65°C.

**Temperatura skraplania:** temperatura, w której następuje w skraplaczu przemiana czynnika gazowego na ciekły. W dobrze dobranym skraplaczu i właściwych przepływach jest ok. 2-4 K wyższa od temperatury zasilania. Temperatura skraplania jest wyliczana z ciśnienia skraplania.

**COP (Coeficiency Of Performance) – współczynnik wydajności/sprawności.**

Dla pomp ciepła jest wynikiem dzielenia mocy grzewczej przez ilość dostarczonej energii elektrycznej. Informuje o efekcie zysku energetycznego tj. ile jednostek energii uzyskujemy, dostarczając jedną jednostkę energii elektrycznej. Reszta energii pobierana jest z otoczenia.

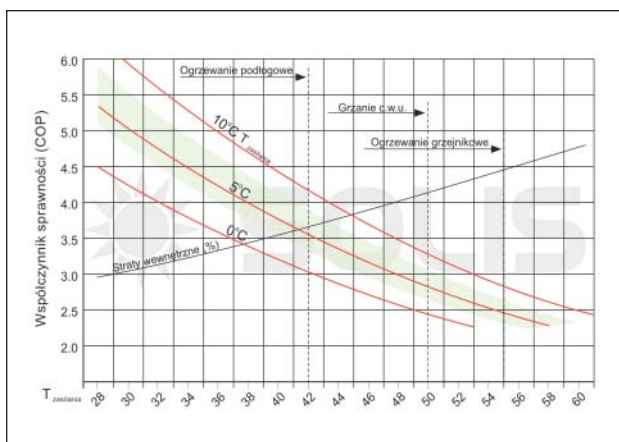
W pompach ciepła moc chłodnicza dodana do mocy elektrycznej nigdy nie może być równa mocy grzewczej. Jak każde

urządzenie pompa ciepła traci energię (silnik sprężarki, opory przepływu itp.). Dodatkowo potrzebna jest energia dla sterowania pracą (sterownik, styczniki itp.). W przypadku pomp ciepła straty te z reguły wynoszą od 3 do 7% (wykres sprawności) i powinny być ujęte w szczegółowych tabelach doboru. Producenci pomp często podają moc grzewczą, jako moc chłodniczą dodaną do mocy elektrycznej, co nie może być prawdą. Należy wówczas założyć, że rzeczywista moc grzewcza jest 5-10% niższa od deklarowanej w zależności od warunków pracy. Współczynnik sprawności będzie również niższy o ww. wartość.

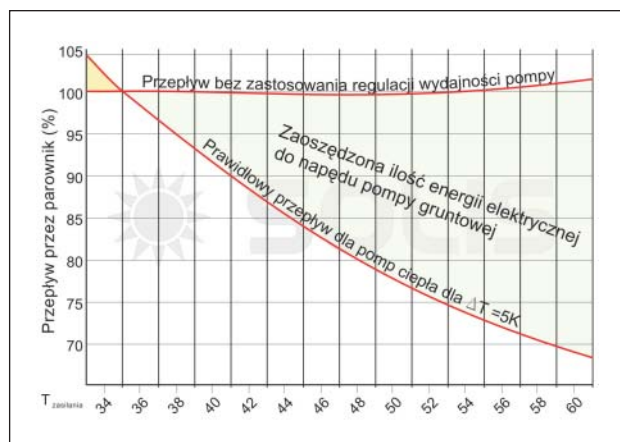
W większych instalacjach nie należy zapominać o energii cieplnej wytwarzanej przez silniki pomp obiegowych.

**Pompa źródła dolnego** ma za zadanie przetłoczenie wody bądź roztworu wody z glikolem ze źródła dolnego (kolektora, studni) do wymiennika pompy ciepła (parownika), gdzie następuje proces parowania czynnika (odbioru energii). W większości analiz sprawności energia elektryczna niezbędna do napędu pompy źródła jest pomijana, a jest drugim (po sprężarce) największym konsumentem energii elektrycznej. Analizując energię pompy ciepła wraz z pompą gruntową, zmienia się kalkulacja oszczędności, a współczynniki sprawności nie wyglądają tak, jak pokazują to katalogi producentów.

**Dobór pompy źródła dolnego.** Zadaniem pompy źródła dolnego jest przepompowanie mieszaniny glikolu z wodą przez kolektor gruntowy lub sondę głębinową w takiej ilości, aby uzyskać różnicę tempe-



Rys. 1 Wykres strat i sprawności pomp ciepła



Rys. 2 Wykres wymaganego przepływu przez parownik w funkcji temperatury zasilania

## Ankieta rynkowa

1. 1500-2000 szt. rocznie
2. moc sprzedanych przez firmę pomp ciepła to 2.5 MW (116 szt.)
3. rok 2007 charakteryzował się dużym wzrostem zainteresowania klientów
4. dalszy wzrost, przyspieszający

ratury pomiędzy zasilaniem i powrotem pompy na poziomie z reguły 5 K. Przy spadku  $T$  zasilania poniżej  $5^{\circ}\text{C}$  przepływ powinien być zwiększony.

W powszechnie stosowanych rozwiązaniach pompy obiegowe dobiera się na najwyższe obciążenie cieplne parownika (100% na wykresie). W nowoczesnych pompach ciepła przepływ przez parownik (obwód źródła) jest dopasowywany do faktycznego zapotrzebowania i jest stale nadzorowany przez sterownik za pomocą czujników i falownika. W niskiej temperaturze skraplania wymagany przepływ jest do 40% większy niż w wysokiej temperaturze rzędu  $55-60^{\circ}\text{C}$ . Pompy gruntowe sterowane za pomocą falowników dobiera się na 90% wydatku nominalnego. Sterownik za pośrednictwem falownika w sposób ciągły steruje wydatkiem pompy obiegowej w zakresie 75-120% mocy nominalnej, zapewniając wymagany przepływ przez parownik. Z takiego rozwiązania wynika wiele korzyści dla inwestora: zaoszczędzona energia do napędu pompy, niższy koszt inwestycyjny, większa trwałość pompy.

### ad. 2

Pierwsze 5 m w okresie zimy należy traktować jako stratę energetyczną. Średnia temperatura zasilania pompy ciepła w okresie sezonu grzewczego wynosi ok.  $5^{\circ}\text{C}$ . Ponieważ temperatura gruntu do 5 m głębokości często nie przekracza  $5^{\circ}\text{C}$  następuje wręcz utrata energii. Kolejne ok. 10 m jest regionem neutralnym. Ponieważ temperatury zasilania pompy ciepła i gruntu są na podobnym poziomie, nie następuje wymiana energii (ciepła) lub jeżeli występuje, to na pomijalnie niskim poziomie. Przyjmuje się, że od ok. 10-12 m następuje pobór energii z gruntu. Ograniczeniem głębokości dla odwiertów jest poziom ok. 140 m – nie jest to ograniczenie techniczne, a raczej wynikające z faktu, iż dla stosowanych rur PE opory przepływu znacznie wzrastają dla długości powyżej 300 m.b. (150x2). Wiercenie głębiej okupione byłoby więc nad-

miernym zużyciem energii elektrycznej do napędu pomp obiegowych (źródła) podczas eksploatacji. Decydując się na odwierty np. 60 m, należy pamiętać, że 20% takiego odwiertu jest wydatkiem nieprzynoszącym prawie żadnych korzyści energetycznych.

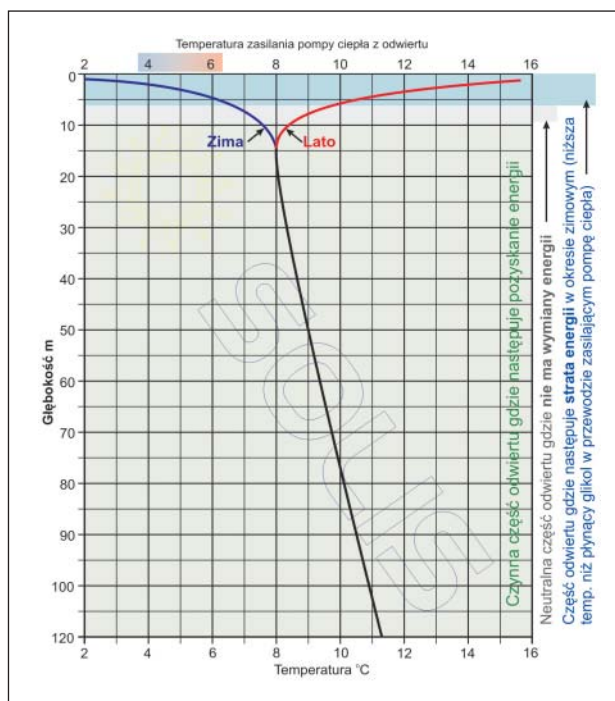
### ad. 3

Przyczyn może być wiele. Poniżej zostaną omówione te, z którymi spotykam się najczęściej.

**Napięcie zasilania.** Oferowane na rynku pompy ciepła są przystosowane do zasilania napięciem trójfazowym 400 V. Zdarza się, że obiekt inwestora jest zasilany napięciem 380 V. W takim przypadku wydajność sprężarki będzie ok. 5% mniejsza. Przed dokonaniem wyboru modelu pompy ciepła należy się upewnić, jakie napięcie jest w naszej rozdzielni. Dobrą praktyką jest dokonanie pomiarów pod obciążeniem.

### Źle dobrane pompy obiegowe

- Zadaniem pompy źródła dolnego jest przepompowanie mieszaniny glikolu z wodą przez kolektor gruntowy lub sondę głębinową w takiej ilości, aby uzyskać różnicę temperatury pomiędzy zasilaniem i powrotem pompy na poziomie z reguły  $\Delta T = 5\text{ K}$ . Jeśli spadek temperatury jest większy, parownik nie osiąga swojej wydajności i zalecam wtedy wymianę pompy (czasami wystarczy tylko zwiększenie prędkości obrotowej). Dla spadku  $T$  zasilania ze źródła poniżej  $4^{\circ}\text{C}$ , zalecałbym zwiększenie przepływu.
- Zadaniem pompy odbioru jest przetłaczanie wody z pompy ciepła do np. zbiornika buforowego/sprężarki. Właściwie dobrana pompa powinna zapewnić różnicę temperatury na poziomie  $\Delta T = 5-7\text{ K}$ .



Rys. 3 Profil temperaturowy gruntu

Zbyt niska różnica temperatury na najniższym biegu oznacza przewymiarowanie pompy, a co za tym idzie zbyt duże zużycie energii elektrycznej. W przypadku, gdy na najwyższym biegu różnica temperatury jest większa niż 7 K, należy pompę bezwzględnie wymienić na większą.

### Instalacja bez zbiornika buforowego

W celu zapewnienia odpowiedniego przepływu wody przez pompę ciepła oraz instalację grzewczą zaleca się stosowanie zbiornika buforowego pełniącego rolę sprzęgła hydraulicznego i bufora zarazem. Spotkałem kilka instalacji bez takiego zbiornika i żadna nie pracowała wg parametrów założonych przez producenta. Zbiornik buforowy pełni kilka zadań:

- najważniejsze to rozdzielenie przepływu objętościowego obiegu pompy ciepła z wymaganym utrzymaniem różnicy temperatury na poziomie  $5-7^{\circ}\text{C}$  i obiegu grzewczego, w którym różnica temperatury może wahać się od 7 do  $15^{\circ}\text{C}$ ;
- w niewielkim stopniu zezwala na buforowanie energii w okresach, gdy energia elektryczna jest tańsza (taryfa nocna);
- eliminuje częste włączanie i wyłączenie się sprężarki w okresach niskiego zapotrzebowania na energię cieplną, zwiększając trwałość wszystkich jej elementów;
- w układach biwalentnych zabezpiecza pompę ciepła przed nadmierną temperaturą powrotu wody.