

Dookoła pompy ciepła - 1

Układ
z dolnym źródłem

W artykułach przybliżone będą aspekty montażu i użytkowania instalacji z pompą ciepła. Szczególna uwaga zwrócona będzie nie na samą pompę ciepła, lecz na komponenty instalacji dolnego oraz górnego źródła.

Stosunkowo często w rozmowach wśród branżystów, a także inwestorów pojawia się temat pomp ciepła. Producenci prześcigają się w prezentowaniu coraz to nowszych i bardziej efektywnych rozwiązań, modeli o wyższych sprawnościach, COP, SPF, funkcjach zdalnego sterowania i możliwościach automatyki. Jest to jak najbardziej dobry trend, który owocuje tym, iż na naszym rynku pojawiają się coraz częściej urządzenia wysokiej jakości, z dużymi możliwościami sterowania, niskoemisyjne. Równocześnie wiedza odnośnie montażu i użytkowania, zarówno wśród branżystów, jak i inwestorów, nieustannie wzrasta. W tym artykule chciałbym przybliżyć aspekty montażu i użytkowania instalacji z pompą ciepła, zwracając szczególną uwagę nie na samą pompę ciepła, lecz na komponenty instalacji dolnego oraz górnego źródła. Jako użytkownik domu jednorodzinnego, gdzie jedynym źródłem ciepła jest pompa ciepła, oraz osoba zajmująca się tą tematyką również zawodowo, postaram się nakreślić, na co należy zwrócić uwagę oraz jakie konsekwencje się z tym wiążą.

W instalacji użytkowanej przeze mnie oraz w instalacjach, z którymi spotykam się na co dzień w pracy zawodowej, zauważam, jak ważny jest dobór osprzętu dodatkowego, który dobrany w sposób nie do końca właściwy może negatywnie wpłynąć na koszty eksploatacji pracy maszynowni.

Pobór energii

W tej części skoncentrujemy się na układzie dolnego źródła ciepła.

Przy rozpatrywaniu tego elementu instalacji musimy zdać sobie sprawę, iż to właśnie z niego pompa ciepła pobiera darmową energię. Im wyższy będzie udział energii pobranej z dolnego źródła do wytworzonej energii cieplnej, tym wyższy współczynnik efektywności uzyskamy. Z pozoru trywialny wzór przedstawiony poniżej obrazuje w sposób ideowy składowe energii w układzie z pompą ciepła. Pomimo jego prostoty zachęcam do zapoznania się z nim, gdyż dosyć często rzeczy najprostsze jest nam stosunkowo trudno zaakceptować:

$$E_g = E_{cl} + E_{dz},$$

gdzie:

E_g - energia grzewcza na wyjściu z pompy ciepła,

E_{cl} - energia elektryczna potrzebna do pracy sprężarki,

E_{dz} - energia, którą za darmo pozyskujemy z dolnego źródła.

Wzór ten nie obrazuje jednak wszystkich składowych w układzie, czyli pomp obiegowych dolnego i górnego źródła, grzałek, zaworów mieszających itd. Jasne jest wszakże to, że im większa część energii pobierana jest z dolnego źródła, tym mniej energii będzie potrzebnej do napędu sprężarki.

W związku z tym musimy zagwarantować, iż w każdych warunkach pracy układu ilość energii dostarczonej z dolnego źródła będzie wystarczająca. Ma to szczególne znaczenie przy pompach ciepła typu solanka/woda oraz woda/woda, gdzie komponenty dolnego źródła są instalowane w miejscu instalacji, a nie - jak w przypadku pomp ciepła powietrze/woda - tam, gdzie wentylator i parownik są już fabrycznie wbudo-

wane w urządzenie. Należy pamiętać, że im niższa jest wymagana temperatura górnego źródła (instalacja c.o.), tym dolne źródło powinno dostarczyć większą ilość energii. Na przykład w przypadku instalacji ogrzewania podłogowego o temperaturze zasilania 35°C dolne źródło powinno dostarczać więcej energii niż w przypadku instalacji grzejnikowej wymagającej temperatury zasilania np. 55°C. Również zupełnie inaczej będzie wyglądał dobór dolnego źródła w przypadku rewersyjnych pomp ciepła i będzie ono zazwyczaj znacząco większe niż w przypadku pomp nierwersyjnych.

Najlepiej na przykładzie...

Poniżej przedstawię przykład doboru dolnego źródła pomp ciepła typu solanka/woda. Jest to pogładowe i uproszczone obliczanie wielkości dolnego źródła przy następujących założeniach:

- moc grzewcza pompy ciepła: 10 kW,
- wydajność 1 m odwiertu: 40 W,
- COP: przyjęte dla prostoty obliczeń 4,0 (dla B0/W35) oraz 3,0 (dla B0/W50),

- ogrzewanie podłogowe: COP = 4,0 => $P_{cl} = 2,5$ kW, $P_{dz} = 7,5$ kW; odwiert przy założeniu 40 W/m => 190 m,

- ogrzewanie grzejnikowe: COP = 3,0 => $P_{cl} = 3,33$ kW, $P_{dz} = 6,66$ kW; odwiert przy założeniu 40 W/m => 167 m,

- pompa rewersyjna - moc chłodzenia 10 kW, $P_{cl} = 2,4$ kW, $P_{dz} = 10$ kW + 2,5 kW = 12,5 kW; odwiert przy założeniu 40 W/m => 313 m.

Powyższy przykład nie ma na celu pokazania wytycznych doboru dolnego źródła w poszczególnych systemach z pompami ciepła, a jedynie ma za zadanie zwrócić uwagę na istotne różnice w projektowaniu

i doborze dolnych źródeł w zależności od konkretnej instalacji. Różnice w poszczególnych przypadkach są zauważalne, a przy systemach o wyższych mocach różnice będą stosunkowo wyższe i mogą przynieść wymierne korzyści finansowe.

Pompa solanki

W przypadku pomp ciepła typu solanka/woda głównym elementem napędzanym energią elektryczną w dolnym źródle jest pompa obiegowa tzw. solanki. Służy ona do wymuszenia przepływu roztworu glikolu w obiegu dolnego źródła. Pompa ta



pracuje zawsze wtedy, kiedy pracuje sprężarka, czyli jej czas pracy w układzie monowalentnym (pompa ciepła pracuje samodzielnie) jest zbliżony do czasu pracy sprężarki i wynosi 1800 h rocznie. Zarówno pompa, jak i dolne źródło powinny być tak dobrane, zaprojektowane i wykonane, aby różnica temperatury na dolnym źródle podczas pracy pompy ciepła wynosiła około 3K. Jeżeli pompa jest przewymiarowana, to pobór mocy będzie większy niż konieczny i



wpłynie to negatywnie na koszty eksploatacji. Np. dla pompy 11 kW pompa dolnego źródła to np. 25-7,5, która na pierwszym stopniu pobiera 113 W, na drugim 164 W a na trzecim 201 W. W zależności od ustawionego i wymaganego stopnia zużycie energii zwiększa się o połowę. Koszt pracy pompy dolnego źródła w domu jednorodzinnym jest na poziomie 10% kosztu pracy systemu z pompą ciepła. Jest to znaczący koszt w utrzymaniu systemu. Koszt ten, oczywiście, należy minimalizować przez optymalizację wykonania i pracy pompy dolnego źródła. Mieszanie glikolu ma również wpływ na pracę pompy dolnego źródła, gdyż stężenie na poziomie 30% zwiększa opory hydrauliczne w porównaniu z wodą o 150%. Nie jest jednak zalecane czy mądre, by zmniejszać koncentrację roztworu glikolu poniżej 25%, gdyż wówczas granica zamarzania obniża się i w przypadku zbyt niskiego stężenia może dojść do zamarznięcia parownika, co z kolei może doprowadzić do rozszczelnienia układu chłodniczego pompy ciepła.

Studnia zbiorcza

Elementem, który nie ma bezpośredniego wpływu na bieżące koszty eksploatacji, a może przyczyniać się do kłopotów z użytkowaniem systemu, jest studnia zbiorcza kolektora dolnego źródła ciepła. Jest to studnia wykonana najczęściej z tworzywa sztucznego, która służy do połączenia pętli kolektora płaskiego lub odwiertów poza budynkiem. Jest ona zakopywana pod poziomem gruntu, wyposażona najczęściej w fabrycznie zainstalowany rozdzielacz zasilania i powrotu poszczególnych pętli dolnego źródła oraz króćce wyjściowe do podłączenia poprzez złącza elektrooporowe poszczególnych pętli oraz głównych rur zasilania i powrotu. W przypadku nieprawidłowego montażu takiej studzienki może dojść do jej osiadania lub wypychania, co może spowodować nieszczelności w układzie. Należy również zwrócić uwagę na szczelność takiej studni. W przypadku nieszczelności i wysokiego poziomu wód gruntowych woda może przedostać się do jej wnętrza, zamarznąć i doprowadzić do rozszczelnienia rozdzielacza. Wymiana



lub naprawa takiej studni jest zawsze kłopotliwa i najczęściej dosyć kosztowna. Jako alternatywę można zastosować rozdzielacz zamontowany wewnątrz pomieszczenia gospodarczego, co jest stosowane przy instalacjach mniejszych mocy. Przy takim rozwiązaniu należy pamiętać o konieczności zaizolowania i zabezpieczenia przepustów ściennych lub podłogowych, zbyt duża ilość przepustów ściennych może mieć negatywny wpływ na parametry ścian nośnych, należy każdorazowo przeanalizować to z architektem. Również niezbędny jest fakt wykonania izolacji elementów dolnego źródła w pomieszczeniu kotłowni. Różnica temperatur pomiędzy elementami dolnego źródła a powietrzem może doprowadzić do wykraplania się wody na tychże elementach, ich korozję i niezadowolenie inwestora.

Ważne elementy

Aby układ dolnego źródła pracował bezawaryjnie i był bezproblemowy w utrzymaniu, każdorazowo należy wyposażać go w filtr zanieczyszczeń, separator powietrza, układ opróżniania/napełniania, a także armaturę zabezpieczającą. Po wykonaniu procedury pierwszego uruchomienia należy okresowo sprawdzać stan filtra dolnego źródła w czasie eksploatacji systemu.



Przemysław Radzikiewicz

Fot. 1. Rozdzielacz dolnego źródła zainstalowany w pomieszczeniu gospodarczym. Poprawnie wykonana izolacja, pompa ciepła typu solanka/woda.

Fot. 2. Studnia zbiorcza dolnego źródła, instalowana na zewnątrz budynku, zdjęcie przed zasypaniem studni.