

Tomasz Śliwa*, Krzysztof Starowiejski**

**WYKORZYSTANIE SIECI WODOCIĄGOWEJ
JAKO ŹRÓDŁA ENERGII NISKOTEMPERATUROWEJ
W INSTALACJACH Z POMPĄ CIEPŁA*****

1. WPROWADZENIE

Pompy ciepła są elementami systemu grzewczego przyjaznymi środowisku, nie emitują żadnych zanieczyszczeń do atmosfery, gleby i wody. Emisja zanieczyszczeń może wiązać się z wytwarzaniem energii napędowej pompy ciepła, jeżeli pochodzi z tradycyjnej elektrowni ciepłej lub z elektrociepłowni. Emisja hałasu i drgań jest minimalna. Ta zaleta sprawia, że pompy ciepła przewyższają w ogromnej mierze tradycyjne źródła energii cieplnej. Pozwalają na racjonalizację gospodarowania ciepłem (magazynowanie, odzysk ciepła odpadowego).

Dzięki zastosowaniu pomp ciepła możliwe jest wykorzystanie różnych form niskotemperaturowej energii ze źródeł odnawialnych (np. z kolektora słonecznego, energii geotermalnej, wód powierzchniowych i innych) lub ze strumienia odpadów (ścieki, wentylacja). W pompie ciepła zachodzi proces podnoszenia potencjału energetycznego, polegający na pobieraniu ciepła ze źródła o temperaturze niższej i przekazywania go do odbiornika wymagającego temperatury wyższej. Efektywność pompy ciepła rośnie ze wzrostem temperatury źródła ciepła niskotemperaturowego oraz ze spadkiem wymaganej temperatury w systemie grzewczym odbiorcy ciepła [2]. Determinuje ona ilość energii napędowej, jaką należy dostarczyć do pompy ciepła w celu uzyskania wymaganej ilości użytkowego ciepła grzewczego. Wpływa tym samym na jednostkowy koszt ciepła grzewczego.

Efektywność tę definiuje wzór

$$\frac{T_g}{T_g - T_d} \frac{P_u}{P_n} = \frac{P_n}{P_n} \frac{P_d}{P_n} \quad (1)$$

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

** PWSZ w Krośnie, Instytut Politechniczny

*** Artykuł zrealizowano w ramach badań własnych w Zakładzie Wiertnictwa i Geoinżynierii WWiNiG AGH

gdzie:

- T_g – temperatura źródła górnego pompy ciepła (temperatura skraplania czynnika roboczego), K,
- T_d – temperatura źródła dolnego pompy ciepła (temperatura parowania czynnika roboczego), K,
- f – współczynnik doskonałości termodynamicznej obiegu, –,
- h – współczynnik efektywności pompy ciepła, –,
- P_u – moc grzewcza (użytkowa), W,
- P_n – moc napędowa pompy ciepła, W,
- P_d – moc źródła ciepła niskotemperaturowego, W.

Pompa ciepła jest urządzeniem umożliwiającym wykorzystanie rozproszonego ciepła o niskiej temperaturze. Jedną z możliwości pozyskiwania ciepła niskotemperaturowego jest wykonanie w gruncie układu rurek [3], przez które przepływa nośnik ciepła (rys. 1 i 2). Odpowiednio niska temperatura nośnika ciepła powoduje, że ciepło słoneczne i geotermalne zgromadzone w gruncie przenika do wnętrza rurek. Nośnik transportuje energię do pompy ciepła, która podnosi jej stan energetyczny na wyższy, użyteczny poziom poprzez podniesienie temperatury.



Rys. 1. Gruntowy wymiennik ciepła jako źródło zasilania pompy ciepła w energię niskotemperaturową (połączenie równoległe)



Rys. 2. Gruntowy wymiennik ciepła jako źródło zasilania pompy ciepła w energię niskotemperaturową (połączenie szeregowe)

Funkcję gruntowego wymiennika ciepła może pełnić istniejąca sieć wodociągowa. Jednym z argumentów przemawiających za stosowaniem takich rozwiązań, gdzie tylko to jest możliwe, jest fakt, iż instalacje wodociągowe powinny być tak zaprojektowane, aby w każdym odcinku przewodu trwał ciągły przepływ wody. Rury wodociągowe wykonywane są z żeliwa, stali ocynkowanej, polichlorku winylu, stali izolowanej oraz tak jak rurki wymienników gruntowych z polietylenu.

Istnieje jednak w tej koncepcji szereg ograniczeń. Wszystkie materiały instalacyjne mające bezpośredni kontakt z wodą powinny mieć świadectwo PZH o dopuszczeniu do kontaktu z wodą pitną. Elementy instalacji, urządzenia, wyposażenie wbudowane w instalację powinny odpowiadać normom przedmiotowym lub mieć świadectwo o dopuszczeniu do stosowania w budownictwie. Urządzenia wbudowane w instalację podlegające dozorowi technicznemu powinny mieć świadectwo dopuszczalności do stosowania, a urządzenia energetyczne – atest energetyczny [1].

2. TECHNICZNO-EKONOMICZNE ORAZ INNE PROBLEMY WYKORZYSTANIA SIECI WODOCIĄGOWEJ DO POZYSKIWANIA CIEPŁA

Przy analizie możliwości wykorzystania wody wodociągowej jako niskotemperaturowego źródła ciepła należy uwzględnić wiele ważnych problemów, które muszą być spełnione, by realizacja instalacji z pompą ciepła miała ekonomiczne i techniczne uzasadnienie.

Stopień rozbudowania sieci rozdzielczej

Możliwość wykorzystania wody wodociągowej jako niskotemperaturowego źródła ciepła zależy od stopnia rozbudowania sieci rozdzielczej. Przewody wodociągowe powinny znajdować się w najbliższym sąsiedztwie budynku tak, aby zminimalizować koszt podłączenia do sieci.

Rozbudowa sieci wodociągowej umożliwi również redukcję ryzyka powracania oziębionej wody do pompy ciepła. Najkorzystniej jest zamontować pobór i zrzut wody na całkowicie niezależnych od siebie przewodach.

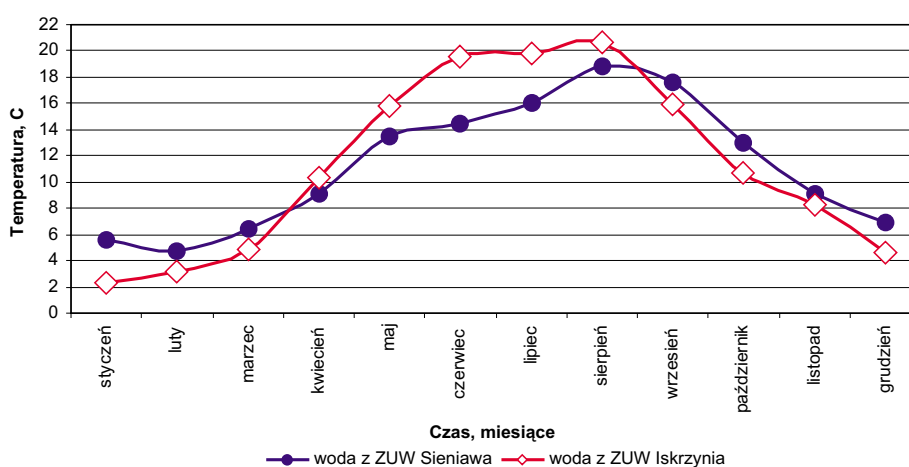
Konfiguracja sieci może umożliwić działanie wodociągów podobne do gruntowego wymiennika ciepła (rys. 1 i 2), w postaci pętli otwartej – z możliwymi przyłączami odpływowymi i dopływowymi wody. Najkorzystniej jest, jeśli woda przepływa przez pompę ciepła jednokrotnie. Jest to możliwe przy odpowiednio wysokim i nieprzerwanym rozbiorze wody. Zamknięta pętla wodociągowa uniezależnia jednak odbiorcę ciepła od nieregularności rozbioru wody.

Czasem wykonanie pętli (zamknięcie obiegu) musi wiązać się z pracami ziemnymi. Muszą one zapewnić położenie rurociągu zamykającego istniejące rozgałęzienia sieci w pętłę. Na obszarze zabudowanym realizację takiego odcinka można wykonać bezwypowymi metodami układania rurociągów.

Temperatura wody wodociągowej i jej wahania w ciągu roku

O możliwości wykorzystania wody wodociągowej do celów grzewczych w systemie z pompą ciepła decyduje przede wszystkim jej temperatura oraz zmienność temperatury w ciągu roku. Temperatura wody jest istotną cechą wpływającą na współczynnik wydajności pompy ciepła, zgodnie z zależnością (1), a jej zmienność wpływa na koherentność źródła energii niskotemperaturowej.

Temperatura wody wodociągowej pobieranej z ujęcia powierzchniowego wykazuje słabą koherentność, tzn. przy szczytowym zapotrzebowaniu na moc cieplną do ogrzewania (przy najniższych temperaturach powietrza atmosferycznego) jest ona niska, co powoduje zmniejszenie efektywności pracy i mocy pompy ciepła. Woda pobierana z ujęcia powierzchniowego charakteryzuje się sporymi wahaniami temperatury w ciągu roku (rys. 3). W przypadku poboru wody z ujęcia głębinowego sytuacja jest znacznie bardziej korzystna, gdyż woda taka charakteryzuje się stałą wartością temperatury w ciągu roku, a jej wartość związana jest z głębokością zalegania warstwy wodonośnej. Najlepszym przykładem jest instalacja pompy ciepła w Pijarskiej Szkole w Łowiczu, odbierająca ciepło z wody wodociągowej, która eksploatowana jest z warstw głębinowych i posiada temperaturę około 15°C.



Rys. 3. Zestawienie średnich miesięcznych temperatur wody wodociągowej z ujęć powierzchniowych dla Krosna (uzdatnionej w Zakładzie Uzdatniania Wody w Iskrzyni oraz w Sieniawie w 2003 r.)

Średnica rur wodociągowych

Przekrój rur powinien umożliwiać zapewnienie odpowiedniego strumienia objętości wody przez parownik pompy ciepła. Przepływający przez parownik strumień może być jedynie częścią strumienia wody w magistrali wodociągowej. Przy zrzucie wody średnica rurociągu nie może być mniejsza od średnicy przewodu zrzutowego, gdyż wpływa to na zwiększenie prędkości wody w sieci i zabieranie osadów. Istnieją określone dopuszczalne wartości prędkości wody w sieci wodociągowej.

Prędkość wody i ciśnienie w sieci

Woda schłodzona musi mieć odpowiednią prędkość, a co za tym idzie ciśnienie, aby mogła „włączyć się” w przepływ wody w głównym przewodzie. Jeśli nie będzie to możliwe, instaluje się pompę, która stwarza odpowiednie podciśnienie. Pompa zapewnia również odpowiedni przepływ wody przez parownik w pompie ciepła.

Zrzut wody należy zainstalować współprądowo, tzn. schłodzona woda musi podczas wpływania do wodociągu mieć kierunek zgodny z przepływem wody wodociągowej.

Ułatwi to włączanie się wody schłodzonej w istniejący przepływ i umożliwi zastosowanie pompy tłocznej o mniejszej mocy.

Parametry przepływowe wody sieciowej

Pobór i zrzut wody do sieci nie może powodować zakłóceń w przepływie wody wodociągowej. Instalacja wodociągowa jest zaprojektowana pod względem wysokości zapotrzebowania na wodę odbiorców na danym obszarze. Tak zaprojektowany wodociąg posiada określone parametry przepływowe, które nie mogą być w dużym stopniu zmieniane.

Instalacja pompy ciepła nie może wpływać na zmianę tych parametrów, czyli nie może powodować zwiększenia prędkości przepływu i ciśnienia wody ponad określone wartości. Zwiększenie prędkości wody w rurociągu może spowodować wymywanie osadów z rur i transportowanie ich do instalacji odbiorczych.

Zanieczyszczenia wody

Woda musi spełniać warunki jakościowe określone w normach, a także zgodne z wymaganiami użytkowników. Warunki te różnią się w zależności od sposobu wykorzystania wody. W normach znajdują się wytyczne dotyczące wielkości maksymalnego zanieczyszczenia wody. Określona jest zawartość zawiesin, zawartość poszczególnych pierwiastków, związków chemicznych, a także bakterii. Szczególne wymagania obowiązują wodę przeznaczoną do picia i na cele gospodarcze oraz do skomplikowanych procesów przemysłowych. Każda forma zanieczyszczenia wody jest niepożądana i niekorzystnie wpływa na jej wykorzystywanie.

Wodę do celów technicznych oraz w ciepłownictwie również obowiązują normy jakościowe. Woda zanieczyszczona, niespełniająca warunków jakościowych może powodować negatywne skutki w działaniu urządzeń technicznych (korozja, obniżenie współczynnika przenikania ciepła itd.). Obniżenie temperatury wpływa korzystnie na jakość wody ze względu na to, że ogranicza rozwój bakterii i drobnoustrojów. Ponadto w niższej temperaturze generalnie mniejsza jest prędkość korozji.

Wpływ systemu pompy ciepła na jakość wody wodociągowej

Instalacja pompy ciepła oraz samo urządzenie nie wywierają negatywnego wpływu na stan jakościowy wody wodociągowej. Woda z sieci przepływa przez przewody, pompę obiegową oraz parownik pompy ciepła. Elementy te wykonane są z materiałów, z których wykonuje się sieci wodociągowe, więc ich wpływ na jakość wody jest podobny. Parownik pompy ciepła jest wykonany ze stali nierdzewnej lub tytanu, więc należy wykluczyć korozję tych materiałów oraz zanieczyszczenie wody osadem korozyjnym. Pompy ciepła zgodnie z normą PN-92/B-01706 muszą posiadać atest dopuszczający je do wykorzystania we współpracy z wodą zdatną do picia.

Wpływ rodzaju gruntu na temperaturę wody wodociągowej

Grunt bezpośrednio wpływa na temperaturę wody w przewodach wodociągowych. Podobnie jak w gruntowych wymiennikach ciepła, grunt przekazuje ciepło wodzie w rurociągach. Sieć wodociągową można potraktować jako gruntowy wymiennik ciepła, w którym

nośnikiem ciepła jest woda. Temperatura wody zależy od rodzaju jej ujęcia (ujęcia powierzchniowe, studnie głębinowe) i wzrasta lub maleje ze względu na wymianę ciepła z gruntem. Kierunek przepływu ciepła zależy od wielu czynników, do których należą przede wszystkim pora roku i głębokość ułożenia wodociągu.

Współczynnik przewodzenia ciepła gruntu zależy od jego rodzaju, a zwłaszcza od stopnia nasycenia wodą. Wielkości te są do siebie wprost proporcjonalne.

Wpływ długości wodociągów na temperaturę wody

Uzyskanie odpowiedniej ilości ciepła w wymiennikach gruntowych wymaga wyznaczenia długości rurek i odpowiedniej powierzchni gruntu. Im większa sumaryczna długość rur, tym więcej ciepła odebrać można z gruntu, ponieważ rośnie powierzchnia wymiany ciepła. Podobnie wygląda sytuacja z siecią wodociągową. Różnica jest taka, że w wodociągach większa jest objętość wody w porównaniu z ilością nośnika ciepła w gruntowym wymienniku ciepła. Tym samym akumulacja ciepła w wodociągach jest większa.

Zagadnienia legislacyjne

Największym problemem w wykorzystaniu wody wodociągowej jako dolnego źródła ciepła jest uzyskanie odpowiednich pozwoleń. Ze strony zarządów wodociągów istnieją wobec takiego rozwiązania duże opory. Związane jest to z troską o zapewnienie odpowiednich parametrów przepływowych w sieci rozdzielczej, za ciągłość dostaw wody i wszelkie inne aspekty związane z eksploatacją wody wodociągowej.

Często obawy te wynikają z niechęci ingerowania w rozdzielczą sieć wodociągową, a także z niewiedzy na temat systemów z pompami ciepła i opisywanego innowacyjnego rozwiązania. Zarządy wodociągów muszą przestrzegać założeń zawartych w projektach sieci oraz planów przyszłościowej rozbudowy rurociągów. Plany te mogą jednak uwzględnić możliwość wykonania instalacji z pompami ciepła. Wykonanie takiej może też wpływać korzystnie na funkcjonowanie sieci i parametry wody.

3. WNIOSKI

- Wodociągi mogą stanowić źródło energii niskotemperaturowej po spełnieniu wielu wymagań techniczno-legislacyjnych związanych głównie z zapewnieniem odpowiedniej jakości wody.
- Zbyt niska temperatura wody (w okresie zimowym) w sieci wodociągowej może uniemożliwić wykorzystanie jej do celów grzewczych w układzie z pompą ciepła w ciągu całego roku.
- Ciepło najkorzystniej wykorzystać do ogrzewania wody użytkowej w układzie pojemnościowym.
- Utworzenie pętli w sieci wodociągowej umożliwia stabilizację przepływu wody przez pompę ciepła. W układzie rozgałęzionym połączenie gałęzi można zrealizować za pomocą metod bezwykopowych, dzięki czemu uniknie się większych prac ziemnych w terenie zabudowanym.

- Stabilność temperatury wody wodociągowej jest większa, gdy sieć zasilana jest ze studni głębinowych. Zasilanie z ujęć powierzchniowych daje gorsze parametry. Rozbudowana sieć wodociągowa, poprzez wymianę ciepła między gruntem a wodą wpływa również na temperaturę wody. Powoduje wzrost jej zmienności, gdy woda pochodzi z ujęcia głębinowego i spadek, gdy pochodzi z ujęcia powierzchniowego.
- Pompa ciepła nie emituje żadnych zanieczyszczeń do atmosfery i nie wpływa negatywnie na jakość wody w sieci wodociągowej.
- Pompy ciepła wraz z instalacjami do pozyskiwania ciepła niskotemperaturowego są urządzeniami względnie drogimi i dlatego decyzja o ich zastosowaniu powinna być poprzedzona wnikliwą analizą uwzględniającą wszelkie uwarunkowania ekonomiczne, energetyczne, jak i środowiskowe.

LITERATURA

- [1] PN-92/B-170: *Instalacje wodociągowe. Wymagania w projektowaniu*
- [2] Rubik M.: *Pompy ciepła. Poradnik*. Warszawa, Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej „Instal” 1996
- [3] Sanner B.: *Technologie i rozwój zastosowania geotermalnych pomp ciepła*. Kraków, TPGGiG, nr 5–6, 2004