

punktu widzenia doboru pompy ciepła do wykonanego źródła. Określa ona trzy podstawowe parametry studni, jak: dopuszczalną wydajność, poziom zwierciadła statycznego wody i depresję. Tych parametrów nie można przekraczać w czasie eksploatacji studni. Załatwienie wszystkich formalności wymaga, jak widać, sporo wysiłku, czasu i nakładów finansowych.

## Wykonanie w terenie

Dalsze koszty związane są z wykonaniem obu studni w terenie. Ich usytuowanie powinno być zgodne z kierunkiem przepływu wód podziemnych; studnia czerpalna wyżej, studnia chłonna niżej, tak by woda oddana do studni chłonnej nie wracała z powrotem do studni czerpalnej. Obie studnie muszą sięgać tej samej warstwy wodonośnej i powinny znajdować się w odległości minimum 15 m od siebie. Prawidłowe wykonanie tych robót wymaga dobrego projektu, dobrej firmy studniarskiej i stałego nadzoru hydrogeologa. Dopiero po wykonaniu studni można i należy ocenić praktycznie jej cechy eksploatacyjne, w tym szczególnie: poziom zwierciadła, wydatek i czystość wody. W tabeli podano przykładowe, niezbędne wydatki wody dolnego źródła dla pomp ciepła w zależności od ich mocy nominalnej.

Moc nominalna pompy ciepła w kW	6	10	14	17
Wydatek wody dla $\Delta T = 3^\circ\text{C}$ w $\text{m}^3/\text{h}$	1,8	3	4,3	5

Od głębokości lustra wody zależeć będzie rodzaj niezbędnej pompy do tłoczenia wody do parownika pompy ciepła. Przy stabilnym lustrze wody do głębokości ok. 8 m możliwe jest użycie poziomej, samozasysającej pompy z zaworem stopowym, podobnej do stosowanych w zestawach hydroforowych. Taka pompa może znajdować się w pomieszczeniu pompy ciepła. Przy niższych poziomach wody gruntowej konieczne będzie zastosowanie pompy głębinowej o odpowiedniej wysokości podnoszenia i odpowiednim wydatku, zanurzonej w studni. Zastosowanie pompy głębinowej w przeciwieństwie do pompy poziomej ma tę zaletę, że unika się źródła hałasu i drgań w budynku.

## Jakość wody

Ogromne znaczenie dla efektywności działania pompy ciepła ma skład chemiczny wody, a zwłaszcza zawartość żelaza, manganu i innych związków chemicznych. Żelazo zawarte w wodzie gruntowej bardzo łatwo utlenia się i tworzy zawiesiny tlenków żelaza. Na skutek tego następuje zanieczyszczenie parownika pompy ciepła, którym najczęściej jest wymiennik płytowy, i znaczne obniżenie jej wydajności i sprawności energetycznej. Oczyszczenie parownika pompy ciepła wymagałoby remontowania całego agregatu pompy, co byłoby związane z ogromnym nakładem pracy i wysokimi kosztami. Temu szkodliwemu zjawisku można przeciwdziałać na kilka sposobów.

## Bez przecieków

W pierwszej kolejności należy zadbować o szczelność instalacji dostarczającej wodę gruntową do parownika. Chodzi tu o szczelność gazową, tak by tlen nie miał dostępu do wody i nie utleniał zawartego w niej żelaza. Ta szczelność powinna być również zachowana w instalacji powrotnej do studni chłonnej. Woda zwrócona powinna zachować niezmienny skład chemiczny ze względu na wymogi


czystości środowiska naturalnego. Niezależnie od szczelności instalacji stosuje się dodatkowy wymiennik ciepła dla wody dolnego źródła. Jest to zwykle rozbieralny wymiennik płytowy, możliwy do okresowego czyszczenia wewnątrz. Woda gruntowa oddaje ciepło w dodatkowym wymienniku do czystego medium, które transportuje dalej ciepło do parownika. Takie rozwiązanie konstrukcyjne chroni parownik przed zanieczyszczeniem, ale w pewnym stopniu obniża sprawność pompy ciepła ze względu na straty ciepła na dodatkowym wymienniku.

Niektórzy producenci oferują pompy ciepła z parownikami w specjalnym wykonaniu, z wymiennikiem ko-

aksjalnym (rys.), zamiast płytowego. Cechą charakterystyczną tych wymienników ciepła jest większy i regularny przekrój przepływu czynnika roboczego, dzięki któremu wszelkie zanieczyszczenia zawarte w wodzie nie zatrzymują się, lecz mogą swobodnie przepływać przez wymiennik. Wymienniki koaksjalne charakteryzują się również wysoką sprawnością wymiany ciepła i odpornością na korozję.

Ważną rolę odgrywa studnia chłonna. Jej zadaniem jest odebrać i wchłonąć skutecznie całą ilość wody z pompy ciepła. Nie zawsze jest to możliwe ze względów hydrogeologicznych lub na skutek zamulenia studni chłonnej po pewnym okresie jej eksploatacji. W takim wypadku może się okazać, że pewnego dnia wokół domu utworzyło się jezioro. Eksploatacja pompy ciepła z dolnym źródłem w postaci wody gruntowej wymaga od użytkownika stałego nadzoru, zarówno studni odbiorczej, jak i chłonnej. Tylko w ten sposób można odpowiednio szybko zaobserwować niekorzystne zmiany dolnego źródła ciepła i w porę właściwie zareagować, chroniąc się przed przykrymi skutkami nieprawidłowego działania całej instalacji pompy ciepła.

W naszym rozwijającym się dynamicznie kraju należy liczyć się również z jeszcze innym niebezpieczeństwem, jakie może zagrozić pompie ciepła z dolnym źródłem w postaci wody gruntowej. Jeśli w odległości kilkudziesięciu lub nawet kilkuset metrów od studni powstanie inwestycja budowlana, która będzie wymagać głębokich wykopów, w efekcie może nastąpić obniżenie poziomu wód gruntowych na tyle nisko, że wyschną wszystkie studnie w okolicy. W takiej sytuacji rekompensaty za poniesione szkody, otrzymane zwykle po długotrwałym procesie odszkodowawczym, nie pokrywają wszystkich wydatków związanych z przywróceniem funkcjonowania podziemnych instalacji.

 dr inż. Jan Siedlaczek

Rys. Przekroje wymienników stosowanych jako parowniki w pompach ciepła: 1) wymiennik płytowy, 2) wymiennik koaksjalny.