

► Jakub Koczorowski*

Sondy do gruntowych pomp ciepła Montaż i praca pionowych sond: coraz głębiej, coraz wydajniej

Dolne źródło ciepła to płuca instalacji z gruntową pompą ciepła – jakość wykonania instalacji dolnego źródła ciepła ma fundamentalne znaczenie dla poprawnej i efektywnej pracy gruntowej pompy ciepła.

■ Wykonanie odwiertu

Wykonanie odwiertów pod sondy pionowe ma na celu wprowadzenie na zadaną głębokość sondy w postaci U-kształtnej rurki

o określonej średnicy. Najczęściej stosuje się rury o średnicy DN32 lub DN40. Wyróżnia się różne metody wiercenia, głębokości odwiertów i średnice wiercenia. Wybór określonej metody wiercenia zależy przede wszystkim

Wykorzystywanie energii geotermalnej za pomocą pionowych sond geotermalnych przeżywa rozkwit w ostatnich latach. Najczęściej montuje się sondy pojedyncze lub rzadziej podwójne U na głębokości do 100 m. Ze względu na wzrost temperatury gruntu wraz ze wzrostem głębokości i związaną z tym większą efektywnością oraz stabilnością pracy pompy ciepła obserwujemy tendencję do stosowania coraz dłuższych sond geotermalnych np. 200 m. Znajduje to swoje zastosowanie szczególnie w termomodernizacji starego budownictwa, gdzie dostępna przestrzeń jest ograniczona ze względu na otaczającą zabudowę. Obecnie technicznie możliwy jest montaż na głębokości kilkuset metrów, jednak powoduje to znacznie wyższe wymagania w stosunku do materiału oraz profesjonalnego wykonania instalacji dolnego źródła ciepła.

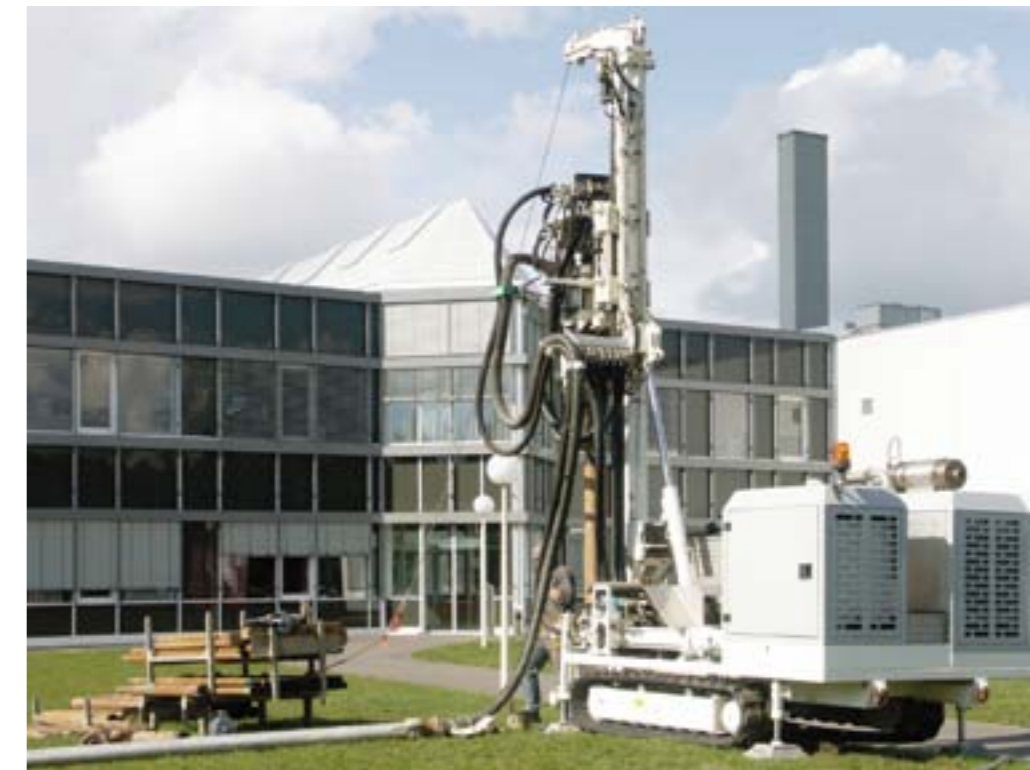
od warunków gruntowych. Wśród metod wiercenia wyróżnia się: okrętne, obrotowe, udarowe oraz obrotowo-udarowe.

W przypadku odwiertów pod sondy pionowe najczęściej stosuje się wiercenie obrotowe z płuczką przy gruntach miękkich lub wiercenie obrotowo-udarowe z młotkiem dolnym przy gruntach twardych (np. skały). Głębokość odwiertu wynika najczęściej z doboru projektowego dolnego źródła ciepła (w tym symulacji długoterminowej poboru ciepła z gruntu), na który wpływ mają następujące czynniki: dostępność miejsca, ilość energii potrzebnej do uzyskania z gruntu, możliwości techniczne firmy wykonawczej oraz względy ekonomiczne.

Zrozumiałym jest, że wykonanie 1 odwiertu na 100 m będzie tańsze niż wykonanie 10 odwiertów po 10 m. Z tego względu zaleca się wiercenie otworu tzw. jednym marszem – bez wyciągania narzędzia. Przy wierceniu sond pionowych w większości przypadków planuje się wiercenie jedną średnicą na całej długości otworu, tak żeby zagwarantować bezproblemową aplikację sondy w otwór (fot. 1). Wobec powyższych aspektów wiercenia najważniejszym wydaje się być rozpoznanie geologiczne podłoża, w którym planujemy wykonać odwiert. Skuteczne zdefiniowanie warstw górotworu pozwoli dobrać optymalną metodę wiercenia, głębokość oraz średnicę odwiertu.

Kontrola sondy

Po dostawie należy sprawdzić, czy sondy nie zostały uszkodzone podczas transportu. Nie wolno montować sond z widocznymi uszko-



1 Wiertnica do wykonywania wierceń na sondy pionowe

dzeniami. Bezpośrednio przed wprowadzeniem sondy w odwiert należy przeprowadzić próbę ciśnieniową (zgodnie z PN-EN 805:2002), aby sprawdzić, czy sonda jest nie naruszona oraz wykluczyć uszkodzenia powstałe podczas magazynowania i transportu. Sondę można montować dopiero po uzyskaniu pozytywnego wyniku testu ciśnieniowego. Warunki badania oraz wyniki należy wpisać do protokołu badań.

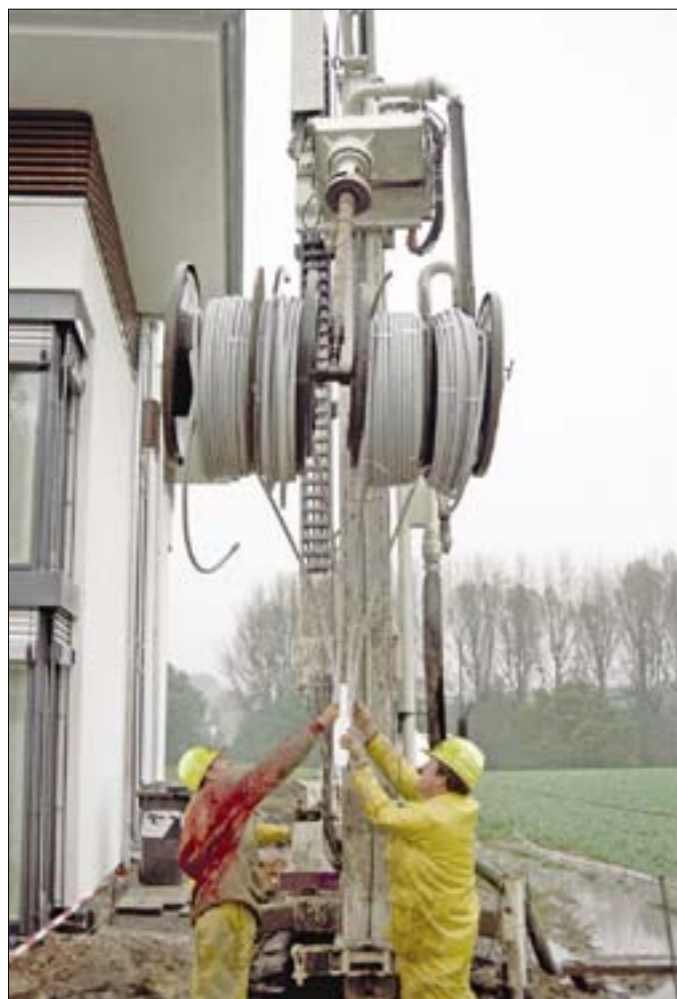
Wprowadzanie sondy do otworu wiertniczego

W celu kompensacji siły wyporu podczas wprowadzania sondy w otwór i wypełniania otworu wiertniczego należy zamontować odpowiedni obciążnik. Rury sondy muszą być szczelnie zamknięte aż do wykonania przyłącza, aby zapobiec dostaniu się zanieczyszczeń do środka.

* Jakub Koczorowski, Ekspert ds. OZE, członek PORT PC oraz SPW, Manager Grupy Produktów OZE w firmie REHAU

Aby ułatwić wprowadzanie sondy w przypadku wypełnionego wodą otworu wiertniczego, zaleca się napęlić sondę wodą. W przypadku suchych otworów wiertniczych wprowadzamy do otworu pustą sondę, a następnie wypełniamy ją wodą najpóźniej przed wypełnieniem otworu wiertniczego. Jeżeli przystąpimy do wprowadzania w suchy odwiert napęlionej wodą sondy, to celem zapobieżenia zgnieceniu rur sondy, należy wypełnić odwiert wodą. Dzięki ww. zabiegom unikniemy uszkodzenia sondy pionowej przez działanie ciśnienia hydrostatycznego (np. na głębokości 150 m aż 15 bar).

Sondę pionową aplikuje się do otworu wiertniczego za pomocą rozwijarki, która przymocowana jest do wieży wiertniczej (fot. 2). Rura wypełniająca wsuwana jest wraz z sondą do otworu wiertniczego. Przy większej głębokości może być potrzebna dodatkowa rura wypełniająca, aby zapewnić równomierne wypełnienie.



2 Specjalna rozwijarka do aplikacji sondy w otwór wiertniczy

Wypełnienie otworu wiertniczego

Wypełnianie otworu wiertniczego należy przeprowadzić zgodnie z VDI 4640 cz. 2 tak, aby zapewnić trwałe, stabilne fizycznie i chemicznie połączenie sondy z otoczeniem skalnym. Fachowcy z branży pomp ciepła powołują się w tym zakresie najczęściej na wytyczne niemieckiego stowarzyszenia inżynierów VDI, ponieważ w polskich regulacjach budowlanych niestety brakuje podobnych zapisów. Dopiero od niedawna funkcjonuje na polskim rynku nowa pozycja literaturowa w tej materii. Są to „Wytyczne projektowania, wykonania i odbioru instalacji z pompami ciepła Cz.1 Dolne źródła do pomp ciepła”, wydane przez Polską Organizację Rozwoju Technologii Pomp Ciepła (PORT PC) w październiku 2013 r. Zapisy w tych wytycznych



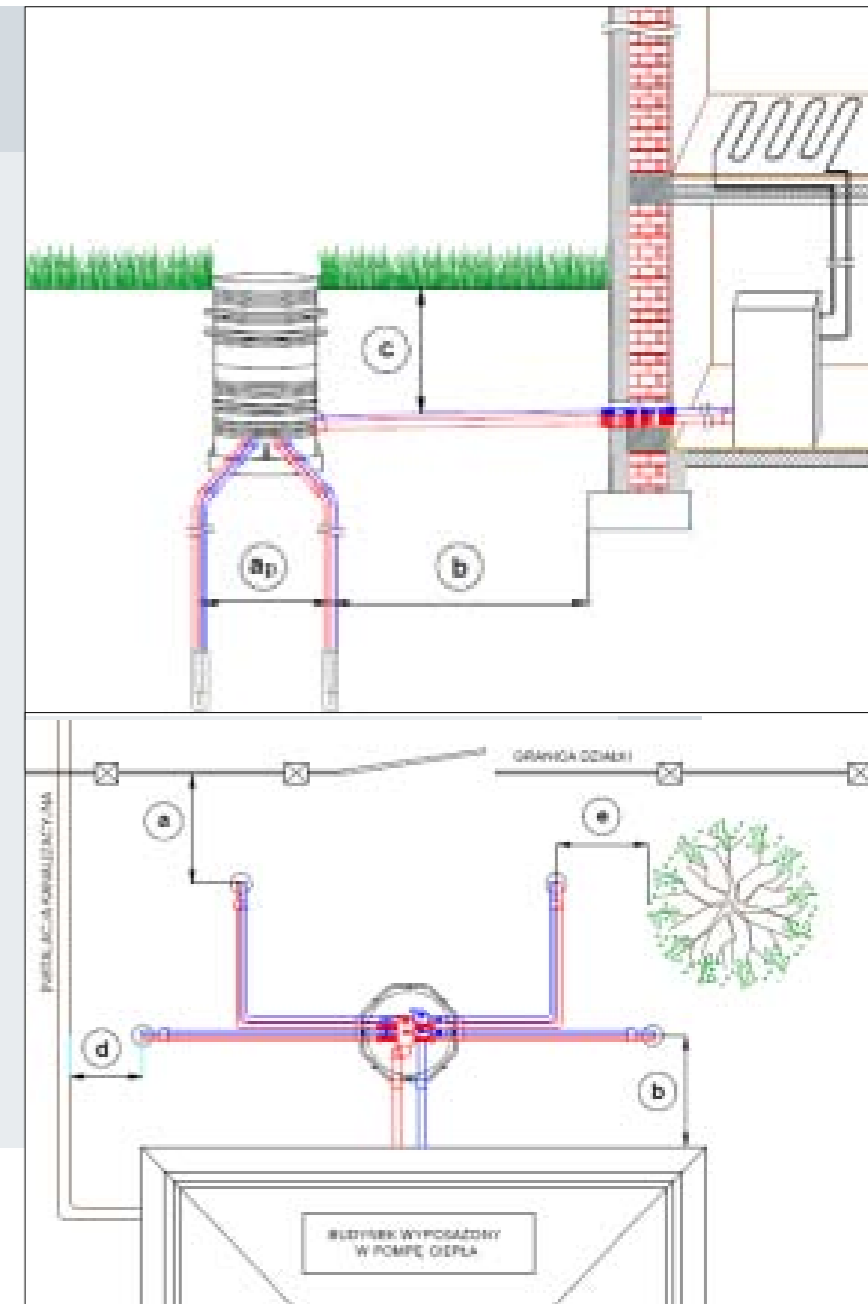
3 Wypełnienie otworu wiertniczego dedykowanym materiałem wypełniającym

Minimalne odległości dla sondy pionowej

Zgodnie z zaleceniami wytycznych PORT PC oraz niemieckich VDI 4640 należy zachować minimalną odległość od fundamentów budynku wynoszącą 1,5 m. Przy montażu sond pod budynkiem nie wolno naruszyć jego stabilności. W przypadku zastosowania kilku sond ciepła geotermalnego minimalna odległość między nimi powinna wynosić:

- 6 m dla długości sond > 70 m;
 - 8 m dla długości sond 70-100 m;
 - min. 8% głębokości odwiertu dla długości sond > 100 m (np. 8% x 150 m = 12 m).
- Odległość sond od pozostałych sieci zaopatrzenia powinna wynosić 1,5 m. W przypadku zmniejszenia tej odległości rury należy zaopatrzyć w odpowiednią ochronną izolację lub zastosować rury preizolowane. Minimalna odległość odwiertów od granicy sąsiedniej działki powinna wynosić 3 m.

bazują w dużej mierze na ww. wytycznych VDI i stanowią niewątpliwie „kamień milowy” dla polskiego rynku pomp ciepła. Dlatego w umowie inwestora z firmą wykonawczą warto powołać się na zapisy tych wytycznych, żeby zagwarantować sobie odpowiednie wykonanie dolnego źródła ciepła oraz uniknąć w przyszłości ewentualnych problemów z ich eksploatacją. Wypełnienie otworu wiertniczego należy wykonać od głowicy sondy w górę otworu z wykorzystaniem rury wypełniającej. W literaturze branżowej opisuje się tę procedurę jako metodę kontraktor. Proces wypełniania



4 Zalecane odległości sond pionowych od innych elementów infrastruktury – źródło Wytyczne PORT PC

odwiertu „od dołu” gwarantuje całkowite usunięcie płuczki (powstałej podczas wiercenia otworu) i musi trwać do momentu, gdy gęstość aplikowanego materiału wypełniającego oraz tego, który wypływa na górze otworu, będzie jednakowa (fot. 3). Rurę wypełniającą można wyciągać z otworu sukcesywnie w trakcie wypełniania lub pozostawić



5 Podłączenie sondy pionowej do rur dobiegowych

wypełnioną na stałe w otworze. W przypadku suchych otworów wiertniczych należy wypełnić sondę wodą najpóźniej przed wypełnieniem otworu. Aby nie przekroczyć dopuszczalnego ciśnienia zaleca się, szczególnie dla sond o długości powyżej 150 m, całkowite odpowietrzenie sond przed wypełnieniem otworu, dokładne uszczelnienie i użycie ciśnieniomierza do kontroli ciśnienia wewnętrznego. Podczas wypełniania otworu nie może ono przekroczyć 21 bar.

W wypełnieniu otworu sondy nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrzne ani puste przestrzenie. W przypadku ich powstania będą one izolować przewód sondy pionowej, ograniczając w znaczący sposób efektywność wymiany ciepła pomiędzy czynnikiem roboczym (np. glikolem) a gruntem. Współczynnik przewodzenia ciepła dla powietrza ($\lambda = 0,02 \text{ W/mK}$) jest kilkudziesięciokrotnie niższy niż dla dedykowanego materiału wypełniającego. Z tego względu należy dołożyć wszelkich starań, żeby uniknąć pustych przestrzeni w odwiercie z sondą. Wyłącznie należy przeprowadzić aplikację sondy i wypełnienie otworu zgodnie z wytycznymi PORT PC lub VDI 4640 zapewnia odpowiednie funkcjonowanie szczególnie głębszych sond.

WSKAZÓWKA!

Jaki wybrać materiał wypełniający?

Warto zwrócić uwagę na stosowany przez firmę wierzącą materiał do wypełnienia przestrzeni otworu wiertniczego. Należy zweryfikować jego właściwości w zakresie następujących parametrów:

- przewodność cieplna – współczynnik λ min. 1 W/mK, a najlepiej ok. 2 W/mK – sprawdzony w warunkach laboratoryjnych,
- brak szkodliwego wpływu na środowisko –

przystosowanie do nieograniczonego stosowania w wodzie gruntowej oraz znikoma zawartość chromu zg. z Dyrektywą UE 2003/53/WE,

- brak kurczenia się w czasie poprzez proces oddawania wody – najlepiej znikoma lub całkowity brak zawartości bentonitu. Bentonit w przypadku zbytniego wysuszenia ma właściwość kurczenia się i oddawania wody, co powoduje powstawanie pustych przestrzeni.

- niski współczynnik przepuszczalności wody $k_f < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ – co zapewnia dobry efekt uszczelnienia i szybkie twardnienie, również pomiędzy poszczególnymi warstwami wodonośnymi,
- właściwość tiksotropowa, która gwarantuje szybkie krzepnięcie po iniekcji w otworze wiertniczym oraz brak roznoszenia materiału wypełniającego do wód gruntowych,
- mrozoodporność przy 10 cyklach zamrażania i odmrażania dla -15°C – zapewnia długotrwałe i całkowite związanie sondy z górotworem.

Zaleca się stosowanie wyłącznie dedykowanych materiałów wypełniających, które spełniają powyższe parametry. Przygotowywanie tzw. mieszanek na budowie jest obciążone możliwym błędem przy doborze i utrzymaniu odpowiednich proporcji poszczególnych składników. Ponadto tego typu mieszanka nie będzie zweryfikowana laboratoryjnie pod kątem optymalnego, z góry założonego, współczynnika przewodności cieplnej.

Przylącze sondy/próba szczelności

Po wypełnieniu otworu wiertniczego przeprowadza się kontrole końcowe sondy napętnionej i odpowietrzonej za pomocą wody o nadciśnieniu minimum 6 bar zgodnie z normą PN-EN 805: 2002. Wynik badania należy zapisać w protokole i przekazać inwestorowi. Jeżeli sonda nie może zostać bezpośrednio

podłączona i występuje niebezpieczeństwo zamarznięcia, należy opróżnić sondę do 2 m poniżej powierzchni terenu. Można to wykonać poprzez otwarcie na jednej stronie przylącza sprężonego powietrza i zapewnienie niskiego ciśnienia. Wówczas na drugiej stronie dojdzie do wypłynięcia wody. Gdy zabraknie ciśnienia, słup wody ustabilizuje się na żądanym poziomie we wnętrzu sondy. Rury sondy muszą być szczelnie zamknięte i zabezpieczone przed zabrudzeniami aż do momentu podłączenia. Przewody zasilające i powrotne sond należy podłączyć do belki rozdzielacza. Rury należy poprowadzić do rozdzielacza w równoległych obwodach (fot. 5). Rozdzielacz z urządzeniem odpowietrzającym należy zainstalować w najwyższym miejscu. Rozdzielacze należy koniecznie wyposażyć w przepływomierze (fot. 6) służące do regulacji przepływu medium w sondach oraz termo-manometr do kontroli temperatury i ciśnienia za zasilaniu i powrocie. Przed uruchomieniem całego systemu dolnego źródła ciepła należy przeprowadzić próbę szczelności, np. zgodnie z PN-EN 805. Należy również sprawdzić, czy we wszystkich sondach odbywa się równomierny przepływ i sporządzić protokół z próby szczelności. Dopiero w taki sposób wykonane dolne źródło ciepła do gruntowych pomp ciepła ma prawo optymalnie, efektywnie i bezpiecznie pracować przez wiele lat, nie przysparzając problemów np. z wymrożeniem gruntu czy przebiciem warstw wodonośnych. Zwracajmy zatem szczególną uwagę na jakość wykonania tego bardzo ważnego elementu instalacji z pompą ciepła, bo jak wielokrotnie powtarzam: pompa ciepła jest sercem układu grzewczo-chłodzącego, ale jego płucami jest dolne źródło ciepła. **Dbajmy o te płuca!** ■



6 Podłączenie rur dobiegowych do studni rozdzielaczowej z przepływomierzami