

ZESTAWIENIE ZAWARTOŚCI

1. Strona tytułowa
2. Zestawienie zawartości
3. Oświadczenie
4. Izba i uprawnienia projektanta
4. Opis techniczny do projektu
5. Rysunki wg spisu:
 - 5.1. Plan sytuacyjny – odwierty dolnego źródła ciepła rys. nr 1
 - 5.2. Plan sytuacyjny – trasy przewodów podziemnych rys. nr 2
 - 5.3. Schemat technologiczny – instalacja pompy ciepła rys. nr 3

**OŚWIADCZENIE O SPORZĄDZENIU PROJEKTU WYKONAWCZEGO, ZGODNIE
Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI ORAZ ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ**

**Oświadczam, że sporządziłam projekt techniczny – INSTALACJI POMP CIEPŁA dla inwestycji pn.:
„Budowa instalacji pomp ciepła na potrzeby Budynku Przychodni Lekarzy Rodzinnych W Krynkach”
zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.**

OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU TECHNICZNEGO

Projekt pompy ciepła w budynku Przychodni Lekarzy Rodzinnych W Krynkach.

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWOWE DANE
 - 1.1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA
 - 1.2. PODSAWA OPRACOWANIA
2. GRUNTOWA POMPA CIEPŁA
3. POMPY CIEPŁA W BUDYNKU
 - 3.1. DANE WYJŚCIOWE PROJEKTOWANIA
 - 3.2. UWAGI WSTĘPNE
 - 3.3. PRACE WIERTNICZE I MONTAŻOWE SOND GRUNTOWYCH, WYŁNIENIE ODWIERTU
 - 3.4. SONDA PIONOWA
 - 3.5. MOC CHŁODNICZA DOLNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA
 - 3.6. STUDNIA ROZDZIELACZONA
 - 3.7. RUROCIĄGI POZIOME
 - 3.8. CZYNNIK OBIEGOWY
 - 3.9. UZUPEŁNIENIE SOLANKI
 - 3.10. REGULACJA HYDRAULICZNA
 - 3.11. PRÓBY SZCZELNOŚCI
 - 3.12. WYMOGI WYKONAWCZE
4. WYTYCZNE MIĘDZYBRANŻOWE
5. Uwagi końcowe

1. Podstawowe dane

1.1 Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt pompy ciepła na potrzeby istniejącej instalacji ogrzewania w Budynku Przychodni Lekarzy Rodzinnych W Krynkach przy wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii za pomocą gruntowych pomp ciepła współpracujących z dolnym źródłem w postaci odwiertów pionowych.

Wykonana instalacja zawiera optymalne rozwiązania technologiczne, o wysokiej jakości zastosowanych urządzeń w instalacji.

ROZWIĄZANIA ZAWARTE W NINIEJSZYM PROJEKCIE SĄ OBOWIĄZUJĄCE. WSZELKIE ZMIANY W PROJEKCIE WYNIKAJĄCE NP. Z PODMIANY URZĄDZEŃ, ZAISTNIENIA PROBLEMÓW TECHNICZNYCH CZY NIEJASNOŚCI, NALEŻY UZGODNIĆ Z PROJEKTANTEM W RAMACH REALIZACJI NADZORU AUTORSKIEGO ORAZ OTRZYMAĆ AKCEPTACJĘ INWESTORA.

SAMODZIELNE ODSTĘPSTWA WYKONAWCY OD ZAŁOŻEŃ PROJEKTOWYCH ZWALNIAJĄ PROJEKTANTA Z ODPOWIEDZIALNOŚCI ZA PROJEKTOWANY I REALIZOWANY OBIEKT ORAZ PRZENOSZĄ ODPOWIEDZIALNOŚĆ W CAŁOŚCI NA WYKONAWCĘ.

1.2 Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- Informację na temat ilości oraz głębokości sond pionowych;
- Planowana lokalizacja sond wraz z przebiegami rur dobiegowych;
- Plan zagospodarowania terenu wraz z projektowaną infrastrukturą w gruncie (Mapa zasadnicza w skali 1:500).
- Planowany rodzaj czynnika roboczego do transportu ciepła / chłodu w gruncie;
- Ilości rodzaj oraz lokalizację pomp ciepła w budynku
- Uzyskana akceptacja wersji roboczej rysunków
- Wytyczne i uzgodnienia z Inwestorem
- Normy, przepisy, literatura fachowa oraz wytyczne projektowania instalacji sanitarnych;
- Programy komputerowe;
- Informacje techniczne oraz katalogi producentów wykorzystanych urządzeń oraz elementów instalacyjnych

2. Gruntowa pompa ciepła

Jako źródło ciepła i chłodu dla budynku Budynku Przychodni Lekarzy Rodzinnych W Krynkach, została zaprojektowana gruntowa pompa ciepła. Pompa ciepła będzie zasilana z pionowych sond gruntowych.

DOBORU POMPY DOKONANO NA PODSTAWIE OBLICZONEGO ZAPOTRZEBOWANIA NA CIEPŁO BUDYNKU.

- Moc chłodnicza dolnego źródła ciepła – 12 kW
- Obliczeniowa różnica temperatur na parowniku: 3,0 °K
- Ilość odwiertów obsługujących pompy ciepła 5 szt.
- Ilość rozdzielaczy – 1 sztuka

Wymagane parametry techniczne pompy ciepła		
L.P.	Opis wymagań	Parametry wymagane
1	Typ pompy ciepła	Solanka/woda
2	Nominalna moc grzewcza - w punkcie B0/W35 wg EN 14511	Min. 12 kW w jednym urządzeniu
3	Pobór mocy elektrycznej - w punkcie B0/W35 wg EN 14511	Max 22 kW
4	COP - w punkcie B0/W35 wg EN 14511	Min 4,6
5	Zastosowana technologia	Sprężarka spiralna (Scroll), z geometrią dostosowaną do pracy grzewczej oraz ze zintegrowanym systemem ochrony sprężarki. Wykonanie hermetyczne.
6	Ilość obiegów chłodniczych	1
7	Ilość sprężarek	1
8	Max. temperatura na zasilaniu	60°C
9	Dopuszczalne nadciśnienie robocze Strona pierwotna (dolne źródło) Strona wtórna (obieg grzewczy)	10 bar 10 bar
10	Prąd rozruchowy na 1 sprężarkę	Max 110 A
11	Układ rozruchowy	Elektroniczny softstarter ze zintegrowaną kontrolą faz
12	Zabezpieczenie sprężarki i układu sterowania	zintegrowane
13	Automatyka pompy ciepła	Umożliwiająca bilansowanie energii w połączeniu z systemem RCD pompy ciepła oraz bezpośrednie sterowanie jednym obiegiem grzewczym bez mieszacza i dwoma obiegami z mieszaczem
14	Czynnik chłodniczy	R 410A
15	Ilość napełnienia czynnikiem chłodniczym	Max. 13,5 kg
16	Dodatkowe wymagania	- elektroniczny zawór rozprężny z systemem kontroli RCD - zgodność z CE

Przyjęto, że różnica temperatur na dolnym źródle będzie wynosić 3°K i na taką różnicę temperatur (docelowo przepływ) zostało zwymiarowane dolne źródło. Obliczeniowy sumaryczny przepływ przez dolne źródło 3580 l/h.

Szczegółowe przepływy i straty ciśnienia podane są poniżej. Opory zostały obliczone dla najniekorzystniejszej drogi przepływu.

	Rodzaj materiału	Opór jednostkowy	Długość	Opór całkowity	Opór całkowity
	-	[Pa/m]	[m]/[szt]	[Pa]	[kPa]
Rurociąg dobiegowy	Rura 50x3,0 PE 100 SDR 17 PN 10	421	4,0	1684	1,68
Rurociąg rozprowadzający	Rura 40x3,0 PE 100RC SDR 13,6 PN 12,5	91,60	38	3480,8	3,48
Sonda Pionowa 1U	Rura 40x3,0 PE 100RC SDR 13,6 PN 12,5	91,60	180	16488	16,49
Studnia rozdzielacza	Rozdzielacz 5 sekcyjna	-	1	2431	2,43
Inne (zastosowana armatura, elementy na instalacji DŻ itp.)	-	-	-	2400	2,40
Opory dolnego źródła ciepła				26483,8	26,48
	Jednostka	Jednostka			
	[l/min]	[m ³ /h]			
Przepływ całkowity	85,5	5,13			
Przepływ przez pojedynczą sondę	17,1	1,026			
	[l]				
Pojemność Instalacji	955,00				
Rodzaj medium	Glikol propylenowy 33% (-15C)				
Różnica temp DŻ (deltaT)	3 K				

UWAGA: Bilans oraz dobór pomp ciepła został określony w dalszej części dokumentacji, powyższe założenia pełnią funkcję informacyjną.

3. Pompy ciepła w budynku

3.1. Dane wyjściowe projektowania

- Lokalizacja budynku: Krynki
- Strefa przymarzania: strefa IV,
- Głębokość przemarzania: 1.2 m ppt
- Głębokość układania instalacji (oś dla rur dobiegowych i dolotowych): 1,4 m ppt
- Łączna ilość sond pionowych: 5 szt.
- Średnica sondy pionowej typu 1U: 45x3.3 PN12,5 SDR 13,6 TORBOCOLLECTOR lub 40x3.7 PN16 SDR 11 TORBOCOLLECTOR
- Głębokość pojedynczej sondy pionowej: 65 mb

3.2. Uwagi wstępne

Dolne źródło ciepła będzie stanowił układ sond (odwiertów) pionowych o głębokości 65 mb każdy. Należy wykonać 5 szt. odwiertów i wprowadzić do nich sondy pionowe wykonane z tworzywa sztucznego PERC łączna długość każdego zwoju 300mb. W omawianym opracowaniu minimalna odległość pomiędzy sondami wynosi 8m. Tak wykonany odwiert będzie w mniejszym stopniu oddziaływał na pozostałe sondy. W razie konieczności zmiany lokalizacji odwiertów należy wykonać na etapie budowy na podstawie ustaleń Kierownika budowy oraz Dozoru wiertniczego.

Bardzo ważnym elementem przy wykonywaniu dolnego źródła ciepła jest wypełnienie otworów geologicznych, dlatego wypełnienie należy wykonać substancją uszczelniającą (np. cement termiczny). Substancję wiążącą należy wprowadzić metodą iniekcji poprzez „wstrzykiwanie” jej za pomocą rury PE (średnica ok. 32 mm), na dno wykonanego odwiertu. Działanie takie doprowadzi do wypchnięcia płuczki

żwirowej (która użyta była do wiercenia) i wypełnienie w całości odwiertu substancją wiążącą. Dodatkowo pozwoli to na odseparowanie od siebie wód podziemnych, które najczęściej występują na płytkich głębokościach. W przypadku nie wypełniania otworu substancją wiążącą może następować mieszanie się wód głębinowych.

POWYŻSZE WYTYCZNE DOTYCZĄCE ODCINKA NA KTÓRYM ZOSTANIE UMIESZCZONA SUBSTANCJA WIĄŻĄCA W ODWIERCIE NALEŻY SKONFRONTOWAĆ NA BUDOWIE W POROZUMIENIU Z INSPEKTOREM NADZORU ORAZ KIEROWNIKIEM WIERTNI.

Zastosowane materiały, rurociągi i armatura

Do wykonawstwa przewodów instalacji dolnego źródła ciepła należy zastosować rury:

Przewody poziome (przewody dobiegowe pomiędzy studzienką a pomieszczeniem pomp ciepła oraz przewody rozprowadzające do sond)	Rura PERC SDR 13,6 PN12,5 DN40x3,0
Przewody poziome (przewody główne w rejonie budynku i pod budynkiem)	Rura preizolowa otuliną kauczukowa lub inna PE100 DN50x3,0 PN10 SDR 17
Sondy pionowe	Pojedyncza u-rurka DN40x3,0 PE100RC PN12,5 SDR 13,6 Turbocollector

W pomieszczeniu pomp ciepła należy zastosować zawory odcinające oraz filtry, separatory powietrza min. PN6. W obrębie budynku, w najwyższych miejscach instalacji oraz w miejscach zasyfonowania przewodów należy stosować odpowietrzniki automatyczne odporne na działanie glikolu propylenowego z dodatkowym zaworem kulowym umożliwiającym odciecie i ew. wymianę odpowietrznika.

Zabezpieczenie dolnego źródła

Dla zabezpieczenia obiegu dolnego źródła przed wzrostem ciśnienia i objętości zastosowano naczynia wzbiorcze przeponowe wraz z zaworem bezpieczeństwa 1'' o ciśnieniu otwarcia 3 bary.

3.3. Prace wiertnicze i montażowe sond gruntowych, wypełnienie odwiertu

Całość prac wiertniczych wykonać zgodnie z projektem prac geologicznych i obowiązującymi przepisami. Podczas realizacji prac wiertniczych dla wykonania reprezentatywnego otworu należy wykonać badania polegające na pobieraniu próbek zwiercin co 1 m wiercenia. Po wykonaniu robót wiertniczych wskazanym jest określenie profilu litologicznego z odwierconego otworu na podstawie próbek zwiercin. Do przygotowanych otworów wiertniczych należy wprowadzić sondę gruntową zakończoną głowicą. Proces uzbrajania otworu w sondę należy przeprowadzić z zachowaniem należytej staranności, tak aby nie uszkodzić sondy i głowicy oraz tak aby otwór był w całości (na pełną głębokość) uzbrojony w sondę. Sonda gruntowa przed wprowadzeniem do otworu powinna być poddana wstępnej próbie ciśnienia. Rury wprowadzane do odwiertów powinny być wstępnie napełnione wodą dla zwiększenia sztywności i wytrzymałości.

Bardzo ważnym elementem przy wykonywaniu dolnego źródła ciepła jest wypełnienie otworów geologicznych, dlatego wypełnienie należy wykonać substancją uszczelniającą. Do tego celu należy zastosować związek mineralnych, naturalnych i neutralnych dla środowiska z surowców o kontrolowanym przemiele z dodatkiem spoiw hydraulicznych. Substancję wiążącą należy wprowadzić metodą iniekcji poprzez „wstrzykiwanie” jej za pomocą rury PE (średnica ok. 32 mm), na dno wykonanego odwiertu, rurę należy stopniowo wyciągać w trakcie procesu napełniania. Działanie takie doprowadzi do wypchnięcia płuczki żwirowej (która użyta była do wiercenia) i wypełnienie w całości odwiertu substancją wiążącą. Substancja ta zapewni równomierny kontakt między ścianą otworu a zainstalowaną w nim sondą, co zapewni wysoki współczynnik przenikalności cieplnej. Niedopuszczalne jest zasypywanie odwiertów żwirem, urobkiem lub tym podobnym.

Do wypełnienia odwiertu zastosować gotową mieszankę dostępną na rynku która spełnia poniższe właściwości.

- Jest mineralną mieszaniną naturalnych i neutralnych dla środowiska surowców o kontrolowanym przemiele, z dodatkiem spoiw hydraulicznych. Wypełnienie mineralne o odpowiednim uziarnieniu zapewnia wytworzenie matrycy o wysokim przewodnictwie cieplnym. Wybór odpowiednich spoiw gwarantuje odporność na wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia chemiczne wody, w tym również na siarczany. Przenikalność cieplna min. 2,0W/mK
- Jest produktem ekologicznym, może być stosowany w bezpośredniej strefie ochrony ujęcia wody pitnej. Zastosowane minerały ilaste zapewniają elastyczność i wysoką szczelność.
- Dzięki swoim parametrom reologicznym, w mieszaninie z wodą szczelnie wypełnia otwór, izolując horyzonty wodonośne i zapewniając silne połączenie sondy z górotworem. Takie związanie sondy z górotworem zapewnia optymalne przewodnictwo ciepła i zabezpiecza sondę przed nierównomiernym obciążeniem.

- Izoluje warstwy geologiczne zapobiegając niekontrolowanemu przepływowi wód gruntowych.

Parametry zawiesiny:

Minimalna koncentracja wypełniacza do przygotowania 1m³ zawiesiny gotowej do wtłoczenia do otworu: 1050 kg wypełniacza + 631 litrów wody. Gęstość tak przygotowanej zawiesiny ≈ 1.65 kg/l.

Zalecana koncentracja wypełniacza do sporządzenia 1m³ zawiesiny gotowej do wtłoczenia wynosi: 1280 kg wypełniacza + 512 litrów wody. Gęstość tak przygotowanej zawiesiny ≈ 1.80 kg/l.

Zakres gęstości zawiesiny: $1.65 \div 2.0$ kg/l

Parametry reologiczne zawiesiny:

- lepkość (t_0) 50-70 s
- odstęp wody $< 2,0\%$

3.4. Sonda Pionowa

Zdolność przenikania ciepła w instalacji dolnego źródła zasilania, mierzona jest parametrem oporu termicznego odwiertu. Opór termiczny odwiertu z zainstalowanym kolektorem z wewnętrznymi lamelami jest do 20% mniejszy, od oporu termicznego odwiertu z zainstalowanym kolektorem laminarnym. Czynniki mające wpływ na opór termiczny odwiertu: **charakter przepływu medium**, rodzaj czynnika roboczego, rodzaj wypełniacza odwiertu, rodzaj gruntu i jego wilgotność, charakterystyka przepływu wód gruntowych. Jako sondy pionowe dobrano sondy z wewnętrznym profilem, który wymusza przepływ turbulentny medium (**przy niezmiennych parametrach pracy pomp obiegowych**). Charakterystyczny profil wewnętrzny instalacji, gwarantuje większą sprawność systemu, przy niższych kosztach eksploatacji i przy niezmiennych kosztach instalacji. Przyrost ΔT o 1 °C powoduje wzrost parametry COP o około 3%. Niska wartość oporu termicznego odwiertu dla przepływu burzliwego (turbulentnego) w technologii z wewnętrznymi lamelami sondy pionowej. Małe spadki ciśnienia instalacji. Spadek ciśnienia jest proporcjonalny do kwadratu wartości przepływu instalacji. Jeżeli wartość przepływu w instalacji laminarnej zostanie zwiększona dwukrotnie, w celu uzyskania przepływu burzliwego wartość spadku ciśnienia w instalacji wzrasta 4 razy. Zwiększona wartość spadku ciśnienia, wymusza zwiększenie zużycia energii na prace pomp obiegowych, jednocześnie zwiększając koszty eksploatacji systemu laminarnego. Ta sytuacja nie dotyczy technologii z wewnętrznymi lamelami.

Zaprojektowano Głowicę typ 1 (standard) oprócz pojedynczej U-rurki dodatkowo wyposażona jest w dodatkową rurę DN 32 wprowadzoną do głowicy. Ma ona za zadanie ułatwić aplikację sondy pionowej w odwiercie i służy do popychania sondy żerdziami wiertniczymi. W przypadku innych warunków geologicznych niż zakładane, ostateczny wybór głowicy dokonuje kierownik wiertni w zależności od geologii. Głowica sondy pionowej ma długość 550mm, natomiast średnica głowicy dostosowana do warunków geologicznych w przedziale od 90 – 110mm.

Zaprojektowano sondę pojedynczą tzw. 1U - składającą się z 1 rury zasilającej i 1 rur powrotnej. Przewody powinny być odpowiednio oznakowane z podaniem materiału, wymiarów, producenta i daty produkcji. Sonda gruntowa powinna być wykonana z pojedynczych odcinków rur a jedyne łączenia będą z elementami zakończającymi bezpośrednio w fabryce producenta. Sonda przed opuszczeniem fabryki przechodzi próbę szczelności oraz próbę przepływu.

Należy zastosować sondę charakteryzującą się o możliwie najniższym z pośród wszystkich dostępnych wymienników oporem termicznym odwiertu, dla wszystkich dostępnych wartości przepływu medium w instalacji. Typ sondy pionowej – 1U, 2x100m DN40x3,0 PERC SDR13,6 PN12,5 Turbocollector.

3.5. Moc Chłodnicza dolnego źródła ciepła

Wydajność dolnego źródła ciepła świadczy o wydajności całego układu z pompami ciepła. Aby uzyskać satysfakcjonującą wydajność całego układu, projektowany uzysk cieplny z sond gruntowych powinien wynosić około 30-40 W/mb odwiertu. Dla tych wartości została skalkulowana wielkość dolnego źródła ciepła. Należy także wziąć pod uwagę fakt, że wydajność dolnego źródła ciepła jest zmienna w czasie i zależy od ilości godzin pracy pomp ciepła. Projektowane pompy ciepła na cele grzewcze nie powinny pracować dłużej niż 2400 h/rok. W systemie do obsługi pomp musi być dostępna informacja o ilości przepracowanych godzin przez pompy w trybie grzewczym.

Przytoczone wartości należy traktować tylko jako informację, pozwalającą całościowo opisać temat uzysku odnawialnej energii z dolnego źródła ciepła w postaci odwiertów pionowych. Przed rozpoczęciem budowy dolnego źródła należy wykonać test TRT, który pozwoli w sposób rzeczywisty określić warunki uzysku energetycznego z 1 mb pionowego odwiertu. Czas trwania testu 72h. Na podstawie wyniku testu należy skorygować ilość odwiertów dla inwestycji.

3.6. Rozdzielacz naścienny

Projektowane pionowe sondy ciepła należy wpiąć do rozdzielacza 5 sekcyjnego. Rozdzielacz wyposażony jest w:

- Armaturę odcinającą, zawory kulowe mosiężne z atestem do glikolu DN 25 na rozdzielaczu zasilającym.
- Armaturę regulacyjną, przepływomierze kątowe DN 25 na belce powrotnej z górotworu - analogowy pomiar przepływu na każdej sekcji. Aby wszystkie sondy pracowały z jednakową wydajnością, należy na przepływomierzach, na poszczególnych sekcjach, ustawić jednakowy przepływ. Zastosowane przepływomierze mają możliwość regulacji przepływu w zakresie 5 – 50 l/min. Dodatkową zaletą przepływomierzy kontowych jest fakt, że skala jest poza linią przepływu. Minimalna temperatura pracy przepływomierzy – 20 °C.
- Za przepływomierzem trójnik mosiężny redukcyjny 1" / ½" w który można zainstalować dodatkowy sensor temperatury.

- W najwyższym punkcie rozdzielaczy będą zastosowane zawory do napełniania (DN 25) i odpowietrzania (DN 20) instalacji dolnego źródła. Stosować zawory mosiężne z atestem do glikolu.

Przejścia sekcji kolektora przez ściany budynku wykonać jako szczelne (zaizolowane łańcuchami uszczelniającymi), uniemożliwiając przedostawanie się wód gruntowych do wnętrza. Sekcje kolektorowe wyprowadzone z budynku parami (zasilanie/powrót). Przejście 10 rurami DN40x3,0 PN12,5 przez fundament wprost do piwnicy budynku.

3.7. Rurociągi poziome

Zadaniem kolektora gruntowego jest prowadzenie płynu niezamarzającego np. glikolu (np. w stężeniu 33%) przez grunt w celu pozyskania energii cieplnej (chłodniczej) dla pompy ciepła. W projekcie zastosowano następujące rodzaje rurociągów:

- sondy pionowe typu 1U 45x3,3 PN12,5 SDR13,6 PE100RC Turbocollector,
- rury rozprowadzające (Rozdzielacz - Odwiert) 45x3,3 PN12,5 SDR13,6 PERC;
- rury dobiegowe (Rozdzielacz – PC) DN50x3.0 PN10 SDR17 PERC preizolowana kauczukiem lub innym materiałem

Projektowane rurociągi dolnego źródła ciepła należy ułożyć w wykopie wąskoprzestrzennym wykonanym wg tras podanych na planie sytuacyjnym. W trakcie realizacji połączeń poziomych w wykopach należy zapewniać właściwe odwodnienie wykopów. Odwodnienie wykopów należy prowadzić na bieżąco (w zależności od występujących warunków).

Przed ułożeniem rur z wykopów należy usunąć wszystkie twarde materiały, takie jak kamienie, bryły ziemi czy korzenie.

Wszystkie przewody poziome (tj. dolotowe jak również dobiegowe) należy układać na podsypce piaskowej o grubości ok. 10-15 cm nad gruntem rodzimym na głębokości około 1,2 m poniżej projektowanego terenu. Przed zasypaniem przewodów gruntem rodzimym, należy zabezpieczyć je zasypką piaskową ok. 10 cm powyżej posadowionego rurociągu. W przypadku zastosowania rury na rurociągi poziome wykonane z materiału PERC, dopuszcza się wykonanie obsypki i zasypki wykonanej z ziemi rodzimej bez kamieni. Rurociągi rozprowadzające należy zabezpieczyć taśmą ostrzegawczą zakopaną 50 cm ponad poziomem ułożenia rur. Poszczególne odcinki rur PE zgrzewać za pomocą łączników elektrooporowych lub doczołowo.

Rurociągi poziome należy układać oraz obsypywać z zachowaniem odkrytych miejsc łączeń przez zgrzewanie.

Rury zasilające jak również rury powrotne od sond należy układać przy sobie przy czym nie wymagają aby pomiędzy nimi została ułożona izolacja termiczna, pod warunkiem zachowania odległości między powrotem a zasilaniem min. 15 cm (dla rur pojedynczych) i min. 30 cm (dla wiązki rurociągów).

Przewody powinny być odpowiednio oznakowane z podaniem materiału, producenta, wymiarów i daty produkcji. Wszelkie prace montażowe należy wykonywać zgodnie z ogólnymi zasadami i przepisami budowlanymi, projektem technicznym, instrukcją montażu oraz przepisami BHP.

Po ułożeniu rur i połączeniu ich z układem pompy ciepła przeprowadzić próbę szczelności kolektora wodą wg PN-EN 805:2002 i wytycznych PORT PC.

Następnie należy przeprowadzić inwentaryzację geodezyjną powykonawczą trasy kolektora gruntowego.

Po pozytywnym przeprowadzeniu próby szczelności można przystąpić do zasypywania odkrytych miejsc zgrzewów.

Miejsca zgrzewów należy nanieść na mapę sytuacyjno-wysokościową z narysowaną trasą kolektora dolnego źródła ciepła.

Rury dobiegowe oraz rury rozprowadzające należy oznaczyć odcinkami ciągłymi taśmy koloru niebieskiego.

W obszarze terenu docelowo utwardzonego zasypkę należy stosować na całej głębokości poniżej terenu zagęszczoną do stopnia $I_s=1,0$.

W terenach zielonych zasypka piaskowa wynosi 30 cm a pozostałe wypełnienie wykopów to grunt rodzimy zagęszczony do stopnia $I_s=0,95$.

W czasie robót związanych z zasypywaniem wykopu wewnątrz rur powinna znajdować się woda pod ciśnieniem 0,12-0,15 MPa.

Podczas układania rurociągów należy pamiętać o dopuszczalnym promieniu gięcia, który jest zależny od temperatury otoczenia i średnicy rurociągu.

Przed napełnianiem układu roztworem glikolu należy całą instalację dolnego źródła staranie wypłukać, lecz z pominięciem parowacza pompy ciepła (aby uniknąć zanieczyszczenia).

Po zamontowaniu pomp ciepła i układu hydraulicznego łączącego pompę ciepła z kolektorem dolnego źródła ciepła, całą instalację dolnego źródła ciepła należy wypełnić roztworem wodnym glikolu, zgodnie z procedurą opisaną w odrębnym punkcie.

Przejścia przez przegrody budynku należy wykonać w tulejach osłonowych min. 2cm dłuższych niż grubość przegrody. Należy zastosować systemowe uszczelnienie przed napływem wód gruntowych.

Rury kolektora gruntowego należy zaizolować izolacją termiczną o grubości min. 32 mm na długości min. 2m od budynku.

Po wypełnieniu kolektora roztworem glikolu, przed pierwszym uruchomieniem pompy ciepła kolektor należy bardzo dokładnie odpowietrzyć poprzez przetłaczanie czynnika obiegowego min. 24 godziny.

Całość prac związanych z wykopami, odwiertami i układaniem rur kolektora gruntowego poziomego powinna być wykonywana w okresie stabilnej pogody z wyraźnie dodatnimi temperaturami otoczenia. Również napełnianie kolektora roztworem glikolu musi być wykonane przy temp. otoczenia pow. +5 oC. Ze względu na możliwość wymieszania się wody (do prób szczelności) w kolektorze z gotowym roztworem glikolu proces napełniania należy przeprowadzić bardzo starannie do momentu całkowitego opróżnienia kolektora z wody i zastąpienia jej roztworem glikolu. Po procesie napełnienia i odpowietrzania należy sprawdzić końcowe stężenie roztworu glikolu w kolektorze za pomocą specjalnego przyrządu (refraktometru). Całość prac zrealizować zgodnie z Wytycznymi Projektowania Wykonania i Odbioru Instalacji z Pompami Ciepła – część 1 Dolne Źródła (wyd. PORT PC) i zakończyć protokołem odbioru z podaniem: parametrów roztworu, warunków i wyników przeprowadzonej próby ciśnienia, oraz wartości ciśnienia napełniania a także potwierdzeniem wykonania regulacji hydraulicznych. Zaleca się wykorzystanie wzorów protokołów ujętych w Wytycznych PORT PC.

Prace związane z wykonaniem dolnego źródła należy zakończyć, co najmniej na trzy miesiące przed terminem uruchomienia instalacji pomp ciepła, tak aby wypełnienie odwiertów mogło uzyskać stabilność końcową.

Izolacja cieplna

Odcinki rur:

- zbliżenia do sond gruntowych o dł. min. 2 m zanim rury osiągną właściwy rozstaw j.w.,
- podejścia do budynku min. 2,0 m przed linią fundamentów lub ścianą fundamentową oraz wypłylenia do strefy przemarzania rejonie budynku
- skrzyżowania z wodociągami i kanalizacją, przy odległości pionowej mniejszej niż 0,7 m,
- zbliżenia odcinków rur w wyniku bliskości innych mediów

należy izolować otuliną nienasiąkliwą, odporną na dyfuzję pary wodnej z płaszczem ochronnym z materiału nieprzepuszczającego wilgoć. Odcinki izolowane należy zakańczать systemowymi manszetami lub opaskami termokurczliwymi. Wymagana grubość izolacji dla przewodów dolnego źródła wg Wytycznych PORT PC tj. 19 - 32 mm (λ 0,036 W/mK):

Typoszereg DN	Minimalna grubość izolacji [mm] (λ 0,036 W/mK)
Do 25	19
32	19
40	25
50	25
65	25

80	32
100	32
>100	32

Wypłyenia w rejonie budynku i odcinki pod budynkiem w technologii gotowych rur preizolowanych j.w. Odcinki w budynku i pomieszczeniu pompy ciepła należy izolować w całości izolacją jak dla instalacji chłodniczych.

Podczas montażu izolacji należy przestrzegać wytycznych producenta.

3.8. Czynnik obiegowy

UWAGA: Zabrania się rozcieńczania glikolu na budowie. Nie dopuszcza się napełniania i uzupełniania zładu wodą wodociągową i stężonym glikolem. Glikol musi być dostarczony w odpowiednim stężeniu i posiadać odpowiednie atesty.

Dla zabezpieczenia układu dolnego źródła przed zamarzaniem należy stosować gotową mieszanekę na bazie wodnego roztworu glikolu propylenowego wraz z dodatkami uszlachetniającymi tj. inhibitorami korozji, przeciwutleniaczami i środkami antypiennymi o temperaturze krystalizacji -15°C, regulatorami pH, pigment. Należy po napełnieniu układów sprawdzać stan czynnika obiegowego (gęstość – temperaturę zamarzania) oraz odpowietrzyć układ. Parametry czynnika obiegowego powinny być ujęte w protokole odbioru końcowego instalacji. Poniżej zostały przedstawione właściwości podstawowe właściwości fizyko chemiczne roztworu glikolu propylenowego:

Postać:	Ciecz o barwie różowej (czerwonej)
Zapach:	Słaby – charakterystyczny
pH:	8,0 – 9,5
Temperatura krystalizacji (°C):	(-)15
Temperatura wrzenia (°C), min:	103
Gęstość, min.:	1,02-1,06 g/cm ³ (w 20°C)
Rozpuszczalność w wodzie:	całkowita
Inne rozpuszczalniki:	alkohole, aldehydy, kwas octowy, ketony, eter
Ciśnienie par:	0,08 mm Hg (w 200C)
Temperatura samozapłonu (°C):	> 370
Granice wybuchowości:	Dolna 2,4 %, Górna 17,4%
Temperatura rozkładu (°C):	ok. 500
Lepkość kinematyczna (przy 20°C):	3,25 mm ² /s (wariant „-15°C”)

W pomieszczeniu pomp ciepła należy dostarczyć w ramach zamówienia zbiornik transportowy i magazynowy typu IBC na palecie, z tworzywa, na glikol propylenowy o poj. 300L, służący uzupełnianiu medium w trakcie eksploatacji dolnego źródła ciepła i obiegów glikolowego odzysku ciepła w centralach. W ramach zadania inwestycyjnego należy dostarczyć dodatkowo 300L gotowego roztworu glikolu propylenowego, który zostanie wykorzystany w przyszłości na uzupełnienie ww. zładu.

Wytyczne napełniania i uruchomienia układu

Napełnianie obiegu czynnikiem glikolowym powinno odbywać się po zakończonych pozytywnie próbach szczelności.

Należy przestrzegać kolejność napełniania dolnego źródła.

W pierwszej kolejności należy napełniać poszczególne sekcje sond pionowych poprzez dodatkowe króćce na rozdzielaczach w studzienkach. W następnej kolejności przewody dobiegowe poziome poprzez zawory do napełniania i odpowiednio zamykając zawory główne.

Przed napełnieniem sprawdzić koncentrację roztworu glikolu. Zaleca się używanie refraktometru. Po pierwszym napełnieniu układu resztki czynnika przechować w odpowiednich pojemnikach w celu późniejszego dobitcia po zakończeniu procesu odpowietrzania układu. Po wypełnieniu kolektora roztworem glikolu, przed pierwszym uruchomieniem pompy ciepła kolektor należy bardzo dokładnie odpowietrzyć poprzez przetłaczanie min. 24 godziny. Całość prac zrealizować zgodnie z Wytycznymi Projektowania Wykonania i Odbioru Instalacji z Pompami Ciepła – część 1 (wyd. PORT PC).

3.9. Uzupełnienie solanki

Uzupełnienie dolnego źródła ciepła odbywać się będzie w sposób mechaniczny poprzez wtłaczanie czynnika do zładu instalacji za pomocą pompy dławnicowej. Solanka powinna mieć odpowiednie właściwości fizykochemiczne. Pierwsze uzupełnianie i płukanie instalacji należy wykonać niezależnie dla każdej sekcji dolnego źródła ciepła / chłodu.

3.10. Regulacja hydrauliczna

W trakcie uruchomienia instalację dolnego źródła należy hydraulicznie wyregulować tak, aby uzyskać jednakowe przepływy przez wszystkie otworowe wymienniki ciepła. Do tego celu służą rotametry na każdym odgałęzieniu do poszczególnych sond oraz zawory główne w studniach z możliwością wykonania nastawy i pomiaru przepływu. Regulacja hydrauliczna powinna zostać zakończona protokołem przekazany Inwestorowi.

3.11. Próby szczelności

Wszystkie elementy dolnego źródła (tj. sondy, rury rozprowadzające itd), które zostaną dostarczone na budowę muszą być poddane próbie szczelności przez producenta:

- Po dostarczeniu sond na budowę należy przeprowadzić próbę szczelności na ciśnienie ok. 3-5 bar.
- Następnie po zamontowaniu sondy w odwiercie próbę szczelności należy wykonać na ok. 2-3 bar.
- Przed uruchomieniem całego systemu należy przeprowadzić próbę szczelności przy ok. 1,5-krotnym ciśnieniu roboczym.
- Powyższe próby szczelności należy wykonywać pod obciążenie wstępne: 30 min; czas kontroli: 60 min; tolerowany spadek ciśnienia: 0,1 bar.
- Podane powyżej sposób przeprowadzenia próby szczelności należy potwierdzić u producenta elementów.

3.12. Wymogi wykonawcze

Przewody pionowe po dostarczeniu na miejsce budowy, a przed zamontowaniem w układ instalacyjny bezwzględnie należy poddać ponownym próbom ciśnieniowym w przedziale 3-5 bar, oraz próbie przepływu. Jedynie pozytywny wynik próby ciśnieniowej i przepływu pozwala na przystąpienie do montażu elementów instalacji. Jeżeli wynik prób jest negatywny, kategorycznie zabrania się montowania tych elementów w układzie instalacyjnym oraz należy bezzwłocznie zawiadomić o tym fakcie Serwis Dostawcy. Po aplikacji sondy należy przeprowadzić próbę ciśnieniową próbę przepływu. Każda próba szczelności i przepływu powinna być bezwzględnie potwierdzona obustronnym (Zamawiający i Wykonawca) podpisaniem protokołu odbioru. Ze względu na dynamikę poszczególnych warstw górotworu mogących wywołać mechaniczne uszkodzenia sondy (zgniecenie, ścięcie bądź zerwanie), wszystkie przewody rurowe wychodzące ze studni, powinny być prowadzone w sposób nie powodujący jakichkolwiek naprężeń. Nie zachowanie reżimu wynikającego z tej zasady może doprowadzić do uszkodzeń poszczególnych elementów rozdzielacza, skutkujących rozszczelnieniem i wyciekami medium krążącego w układzie instalacyjnym dolnego źródła.

Zjawisko to jest szczególnie niebezpieczne w okresie zimowym, kiedy to ze względu na niskie temperatury rośnie moduł sprężystości materiałów instalacyjnych, z których wykonany jest układ hydrauliczny dolnego źródła. Należy pamiętać również, iż niepoprawne wykonanie instalacji w okresie letnim może doprowadzić do jej uszkodzenia dopiero w sezonie zimowym. Producent/projektant nie ponosi odpowiedzialności za skutki wynikające z nieprzestrzegania wyżej wymienionych zaleceń. Wszelkie prace instalacyjne należy wykonywać przestrzegając właściwych przepisów, norm oraz zasad sztuki budowlanej.

4. Wytyczne międzybranżowe

- Odtworzyć (malowanie, ułożenie płytek) miejsca przekuć przez ścianę, posadzkę itp.;
- W każdym obiegu solanki powinien zostać zabudowany min. jeden zawór odcinający (zawory wbudowane w projektowaną studnię rozdzielaczową);

- Zaleca się, aby odwierty miały zbliżoną długość, aby zapewnić równomierny przepływ i wydajność (równomierny przepływ w analizowanym przypadku zapewniony będzie przez regulację przepływu za pomocą rotametrów);
- Prowadzone przez ściany instalacje solanki należy zaizolować paroszczelnie, aby zapobiec skraplaniu się pary wodnej, z tego powodu należy wypełnić pianką wodoodporną przestrzeń pomiędzy wprowadzoną rurą PE do budynku kanałami PVC (służącymi jako przepust instalacyjny) lub zastosować izolację z PE zabezpieczoną osłonką karbowaną;
- Przy wykonaniu przejść rur przez ścianę budynku należy zastosować uszczelnienie w postaci systemowych zabezpieczeń producenta rury lub łańcuchów uszczelniających;
- Wszystkie instalacje solanki muszą być wykonane z materiałów odpornych na korozję;
- Wszystkie dane (moce pomp ciepła, przepływy obliczeniowe, ilości urządzeń itp.) przekazane przez zamawiającego w celu wykonania niniejszego projektu należy raz jeszcze sprawdzić przed rozpoczęciem inwestycji – jeżeli dane wyjściowe zostaną zmienione to należy odpowiednio skorygować projekt wykonawczy dolnego źródła.

5. Uwagi końcowe

- Całość wykonać zgodnie obowiązującymi przepisami bhp i ppoż.;
- Całość wykonać zgodnie z "Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Robót Budowlano-Montażowych, zeszyt 1 do 10, „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru rurociągów z tworzyw sztucznych” SGGiK z 1994 roku oraz „Wytocznymi stosowania wewnętrznych instalacji wodociagowych i grzewczych z rur miedzianych” COBRTI INSTAL z 1994 roku;
- Jeżeli zdaniem Wykonawcy, w dostarczonej dokumentacji projektowej nie ujęto wszystkich koniecznych elementów zarówno w zakresie podstawowego zagadnienia jak i branż związanych to w ramach kompleksowej realizacji prac Wykonawca musi je wykonać;
- Montażu urządzeń dokonać zgodnie z dokumentacjami techniczno-ruchowymi;
- Odstępstwa od projektu należy uzgadniać w ramach nadzoru autorskiego;
- Przed zabudowaniem urządzeń należy sprawdzić ich wymiary na budowie.