

OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO

Układ dolnego źródła ciepła na potrzeby zasilania budynku Centrum Konferencyjno-Hotelowego

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	1
1. PODSTAWOWE DANE.....	3
1.1 PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA.....	3
1.2 PODSTAWA OPRACOWANIA.....	3
2. POMPY CIEPŁA W BUDYNKU.....	4
3. POMPY CIEPŁA W BUDYNKU.....	6
3.1 DANE WYJŚCIOWE PROJEKTOWANIA.....	6
3.2 UWAGI WSTĘPNE.....	6
3.3 PRACE WIERTNICZE I MONTAŻOWE SOND GRUNTOWYCH, WYPEŁNIENIE ODWIERTU.....	7
3.4 SONDA PIONOWA.....	9
3.5 MOC CHŁODNICZA DOLNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA.....	10
3.6 STUDNIA ROZDZIELACZOWA.....	11
3.7 RUROCIĄGI POZIOME.....	14
3.8 CZYNNIK OBIEGOWY.....	17
3.9 UZUPEŁNIENIE SOLANKI.....	19
3.10 REGULACJA HYDRAULICZNA.....	19
3.11 PRÓBY SZCZELNOŚCI.....	19
3.12 WYMOGI WYKONAWCZE.....	20
4. WYTYCZNE MIĘDZYBRANŻOWE.....	20
5. UWAGI KOŃCOWE.....	21
6. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW.....	22

1. Podstawowe dane

1.1 Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy zasilania w ciepło i chłód budynku Centrum konferencyjnego z Hotelem zlokalizowanego w miejscowości Wiselka, poprzez wykorzystanie 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. Pompy ciepła w budynku

Jako źródło ciepła dla budynku Centrum Konferencyjno Hotelowego, została zaprojektowana kaskada jedenastu gruntowych pomp ciepła o łącznej nominalnej mocy grzewczej 737 kW. Pompy ciepła będą zasilane z pionowych sond gruntowych.

- Zapotrzebowanie na chłód dla budynku: - 596,3kW
- Zapotrzebowanie na ciepło dla budynku: - 699,3kW
- Ilość odwiertów obsługujących pompy ciepła 121 szt.

Przyjęto, że różnica temperatur na dolnym źródle będzie wynosić 5°K i na taką różnicę temperatur (docelowo przepływ) zostało zwymiarowane dolne źródło. Obliczeniowy sumaryczny przepływ przez dolne źródło 122 436 l/h. Szczegółowe przepływy i straty ciśnienia podane są poniżej. Opory zostały obliczone dla najniekorzystniejszej drogi przepływu dla 3 obiegów.

	Rodzaj materiału	Opór jed- nostkowy	Długość	Opór cał- kowity	Opór całko- wity
	-	[Pa/m]	[m]/[szt]	[Pa]	[kPa]
Rurociąg dobiegowy 1	Rura 200x11,9 PE 100 SDR 17 PN 10	62,26	14,00	1743,28	1,74
Rurociąg dobiegowy 2	Rura 125x7.4 PE 100RC SDR 17 PN 10	87,56	59,00	10332,08	10,33
Sonda Pionowa	Rura 40x3.0 PE 100RC SDR 13,6 PN 12,5	98,45	100,00	19690	19,69
Rurociąg rozprowadzają- cy	Rura 40x3.0 PE 100RC SDR 13,6 PN 12,5	98,45	36,00	7088,4	7,09
Studnia Zbiorcza	Studnia zbiorcza 3 sekcyna	-	1	13125	13,13
Studnia rozdzielaczowa	Studnia 22 - sekcynjna	-	1	8010	8,01
Inne (zastosowana arma- tura, elementy na instala- cji DŻ itp.)	-	-	-	10000	10,00
		Opory dolnego źródła ciepła		69988,76	69,99
	Jednostka	Jednostka			
	[l/min]	[m^3/h]			
Przepływ całościowy	2040,6	122,436			
Przepływ przez pojedyn- czą sondę	16,86	1,012			

UWAGA: Bilans oraz dobór pomp ciepła został określony wg odrębnej dokumentacji, powyższe założenia pełnią funkcję informacyjną dla dalszej części opracowania.

3. Pompy ciepła w budynku

3.1 Dane wyjściowe projektowania

- Lokalizacja budynku: Wiśłka
- Strefa przymarzania: strefa I,
- Głębokość przemarzania: 0,8 m ppt
- Głębokość układania instalacji (oś dla rur dobiegowych i dolotowych): 1,2 m ppt
- Studzienka rozdzielaczowa 8 sekcyjna – 2 szt.
- Studzienka rozdzielaczowa 22 sekcyjna – 3 szt.
- Studzienka rozdzielaczowa 14 sekcyjna – 1 szt.
- Studzienka rozdzielaczowa 24 sekcyjna – 1 szt.
- Łączna ilość sond pionowych: 121 szt.
- Średnica sondy pionowej typu 1U: 40x3,0 PERC SDR 13,6 PN12,5
- Głębokość pojedynczej sondy pionowej: 100 mb

3.2 Uwagi wstępne

Dolne źródło ciepła będzie stanowił układ sond (odwiertów) pionowych o głębokości 100 mb każdy. Należy wykonać 121 szt. odwiertów i wprowadzić do nich sondy pionowe wykonane z tworzywa sztucznego PERC łączna długość każdego zwoju 200mb. Rozstaw pomiędzy poszczególnymi odwiertami powinien być zachowany min. 7-10 m, na której rozmieszone będą sondy. W omawianym opracowaniu minimalna odległość pomiędzy sondami wynosi 7m. Tak wykonany odwiert będzie w mniejszym stopniu oddziaływał na pozostałe sondy. Dodatkowo w omawianym opracowaniu będzie wykorzystywany latem chłód z DŻ, co pozwoli na regenerację DŻ w okresie letnim. 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 PO-
ROZUMIENIU 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 17 PN10
Przewody poziome (przewody główne w rejonie budynku i pod budynkiem)	Rura preizolowana PE100 SDR 17 PN10 z otuliną PUR i rurą osłonową karbowaną PE100
Sondy pionowe	Pojedyncza U-rurka (2x) z rur PERC SDR13.6 PN12.5 o średnicy 40x3,0

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 odcięcie i ew. wymianę odpowietrznika.

Zabezpieczenie dolnego źródła

Dla zabezpieczenia obiegu dolnego źródła przed wzrostem ciśnienia i objętości zastosowano naczynia zbiorcze 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 napełnione wodą lub glikolem 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 \approx 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 \approx 1.80 kg/l.

Zakres gęstości zawiesiny: 1.65÷2.0 kg/l

Parametry reologiczne zawiesiny:

- lepkość (t_0) 50-70 s
- odstój 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 85 – 95mm.

Zaprojektowano sondę pojedynczą tzw. 1U - składającą się z 1 rur 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 pojedynczej – 1U, 2x100m DN40x3,0 PERC SDR13,6 PN12,5.

3.5 Moc Chłodnicza dolnego źródła ciepła

Wydajność dolnego źródła ciepła świadczy o wydajności całego układu z pompami ciepła. Aby uzyskać satysfakcjonującą wydajności 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.

3.6 Studnia rozdzielaczowa

Projektowane pionowe sondy ciepła należy wpiąć do siedmiu studni rozdzielaczowych, o różnej konfiguracji i różnej ilości sekcji co w konsekwencji pozwoli na połączenie 121 odwier-tów pionowych.

Każda studnia wewnątrz wyposażona będzie w:

- Armaturę odcinającą, zawory kulowe mosiężne z atestem do glikolu DN 25 na belce zasilającej.
- Armaturę regulacyjną, przepływomierze kątowe DN 25 na belce powrotnej z góro-tworu - analogowy pomiar przepływu na każdej sekcji.
Aby wszystkie sondy pracowały z jednakową wydajnością, należy na przepływo-mierzach, na poszczególnych sekcjach, ustawić jednakowy przepływ. Zastosowane przepływomierze mają możliwość regulacji przepływu w zakresie 5 – 50 l/min. Do-datkową zaletą przepływomierzy kontowych jest fakt, że skala jest poza linią prze-pływu. Minimalna temperatura pracy przepływomierzy – 20 °C.
- Za przepływomierzem trójnik mosiężny redukcyjny 1” / ½” w który można zainsta-lować dodatkowy sensor temperatury i w sposób cyfrowy monitorować temperaturę pracy dolnego źródła.
- Analogowy pomiar ciśnienia na głównych belkach zbiorczych w studni poprzez za-stosowanie manometru - zakres pomiaru 0-10 bar.
- Belki zbiorcze w studni rozdzielaczowych wykonane z rur PE w zależności od wiel-kości studni o średnicy od 90-125mm.
- W najwyższym punkcie belek zbiorczych będą zastosowane zawory do napełniania (DN 25) i odpowietrzania (DN 20) instalacji dolnego źródła. Stosować zawory mo-siężne z atestem do glikolu.

Przejścia sekcji kolektora przez ścianki studni szczelne (ekstruzja PE), uniemożliwiając przedostawanie się wód gruntowych do wnętrza. Sekcje kolektorowe wyprowadzone ze studni parami (zasilanie/powrót). Studnie powinny mieć możliwość wykonania nadstawki w celu do-pasowania posadowienia do warunków gruntowych i wymogów głębokościowych.

Obudowa studni rozdzielaczowej z PE100 o wymiarach DN 1600mm i wysokości H1500mm powinna posiadać wejście do studni przez komin o średnicy 800mm. Studnia posia-

da kompensacyjne dno na wypadek występowania trudnych warunków geologicznych i wysokiego poziomu wód gruntowych. W przypadku usytuowania studzienek rozdzielaczowych w terenie przejezdnym, studzienki rozdzielaczowe należy wyposażać w właz żeliwny okrągły typu ciężkiego D400, wraz z zestawem pierścieni odciążających.

Dodatkowo poszczególne studnie rozdzielaczowe należy połączyć w dwie studzienki zbiorcze: 3 i 4 sekcyjne, które należy wprowadzić do kotłowni.

Każda studnia wewnątrz wyposażona będzie w:

- Armaturę odcinającą, przepustnica międzykołnierzowa na belce zasilającej, średnica dopasowana do rurociągu dobiegowego i przepływu z poszczególnych studni rozdzielaczowych.
- Armaturę regulacyjną, regulator przepływu Staf na belce powrotnej, analogowy pomiar przepływu na każdej belce. Aby wszystkie studnie rozdzielaczowe pracowały z jednakową wydajnością
- Analogowy pomiar ciśnienia na głównych belkach zbiorczych w studni poprzez zastosowanie manometru - zakres pomiaru 0-10 bar.
- Belki zbiorcze w studni rozdzielaczowych wykonane z rur PE w zależności od wielkości studni o średnicy od 90-125mm. Wyjście zbiorcze ze studni DN 200 PE.
- W najwyższym punkcie belek zbiorczych będą zastosowane zawory do napełniania (DN 25) i odpowietrzania (DN 20) instalacji dolnego źródła. Stosować zawory mosiężne z atestem do glikolu.

Wymogi montażowe studni

Przy wykonywaniu wykopów dla studni z użyciem sprzętu zmechanizowanego, należy zwrócić uwagę, aby nie dopuścić do nadmiernego rozluźnienia podłoża oraz aby nie przekroczyć określonej głębokości. Wykop powinien być przynajmniej 15 cm głębszy i 60 cm szerszy niż gabaryty studni kolektorowej. Dno wykopu powinno być równe, pozbawione kamieni i grud, wypełnione piaskiem na wysokość około 15 cm i zagęszczone.

W normalnych warunkach pracy na gruntach stabilnych studnie nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia lub zamocowania. Na gruntach niestabilnych, nawodnionych, w miejscach występowania wód gruntowych, na terenach gdzie istnieje możliwość osiadania gruntu, na dnie

wykopu, należy ułożyć ławę z betonu o grubości ok. 10 cm z kotwami służącymi do mocowania studni. Na kotwy należy założyć wsporniki wykonane z blachy i skręcić nakrętkami.

W terenach silnie nawodnionych należy dodatkowo:

- na bieżąco prowadzić odwodnienie wykopu,
- ustabilizować podłoże pod studnią (np. płytą betonową lub poprzez wymianę podłoża na kamień drogowy itp.),
- do wysokości występowania wód gruntowych stosować obsypkę piasku z cementem (chudym betonem),
- do czasu ustabilizowania obsypki studnię obciążyć zabezpieczając ją przed wypłynięciem.

Zasypywanie wykopów powinno być przeprowadzane bezpośrednio po wykonaniu w nich określonych prac. Przed rozpoczęciem zasypywania, dno powinno być oczyszczone, a w razie potrzeby odwodnione. Do zasypywania powinien być użyty piasek nie zamarznięty i bez zanieczyszczeń (np. korzeni, odpadów budowlanych). Przed wykonywaniem zasypywania i zagęszczania gruntu, należy wypoziomować studnie kolektorowe. Każda warstwa piasku w nasypach przy zasypywaniu, powinna być zagęszczona ($I_s=100\%$).

Zaleca się zagęszczanie warstwami piasku o grubości ok. 15 cm.

Przestrzeń pomiędzy studzienką a ścianą wykopu o szerokości min. 30 cm wypełnić piaskiem. Piasek należy dokładnie ubijać zaczynając od ścianki studni w kierunku ściany wykopu. Zagęszczanie prowadzić tak, aby nie doprowadzić do deformacji studni oraz rur doprowadzających i rozprowadzających. Dla bezpieczeństwa zaleca się stosować rozpory zabezpieczające ścianki studni (np. krótkie odcinki desek).

Należy dopasować usytuowanie wjazdu studni do poziomego terenu poprzez wydłużenie elementu górnego studni za pomocą dopasowywanych (docinanych) nadstawek.

Zastosowanie odpowiedniego przykrycia studni zależy od miejsca posadowienia i przewidywanego obciążenia zewnętrznego. Włazów nie należy umieszczać w miejscach ściekania i wypływania wody, ścieków itp.

Charakterystyka zastosowanych włazów w zależności od miejsca użytkowania:

- Standardowa pokrywa PE, zastosowanie: montowane bezpośrednio na studziencie, tylko dla zastosowania na obszarach zielonych i powierzchniach niebrukowanych

- D400 (PN-EN 124), wytrzymałość obciążeniowa: do 400 kN, zastosowanie: montowane z zastosowaniem pierścieni odciążających i dystansowych, chodniki i obszary dla pieszych, powierzchnie równorzędne, parkingi samochodów osobowych, jezdnie dróg.

Pierścień odciążający (płyta betonowa) spełniający funkcję oparcia dla korpusu z włazem kanałowym klasy D400, osadzony jest bezpośrednio na gruncie obok górnej krawędzi studni. Wykonany może być na miejscu montażu "na mokro" lub prefabrykowany jako żelbetowy (zbrojony) z betonu o odpowiedniej klasie. Pierścień odciążający, oraz ewentualnie pierścień dystansowy, muszą być oddzielone od studzienki, aby przenosiły obciążenia pionowe, a studzienka jedynie obciążenia naporu gruntu. Górna powierzchnia pierścienia prefabrykowanego powinna być równa i gładka, gdyż na nią montowany jest korpus z włazem kanałowym klasy D400. Przestrzeń między pierścieniem betonowym a studzienką należy uszczelnić.

Posadowienie studni rozdzielaczowych w miejscu wskazanym na planie sytuacyjnym należy wykonać zgodnie z wytycznymi i szczegółową instrukcją producenta.

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 40x3,0 PN16 SDR11 PERC,
- rury rozprowadzające (Studnia - Odwiert) 40x3,0 PN12,5 SDR13,6 PERC;
- rury dobiegowe (Studnia rozdzielaczowa – Studnia zbiorcza) od średnicy 75 do 125mm PN10 SDR17 PERC;
- rury dobiegowe (Studnia zbiorcza – Kotłownia) DN200PE PN10 SDR17 PERC;

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. $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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.,
- zbliżenia do studni rozdzielaczowej,
- podejścia do budynku min. 2,0 m przed linią fundamentów lub ścianą fundamentową oraz wypłyenia 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 zakańczać 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)
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 mieszaninę 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 ($^{\circ}\text{C}$):	(-) 15
Temperatura wrzenia ($^{\circ}\text{C}$), min:	103
Gęstość, min.:	$1,02-1,06 \text{ g/cm}^3$ (w 20°C)
Rozpuszczalność w wodzie:	całkowita
Inne rozpuszczalniki:	alkohole, aldehydy, kwas octowy, ketony, eter
Ciśnienie par:	$0,08 \text{ mm Hg}$ (w 200°C)
Temperatura samozapłonu ($^{\circ}\text{C}$):	> 370
Granice wybuchowości:	Dolna $2,4 \%$, Górna $17,4\%$
Temperatura rozkładu ($^{\circ}\text{C}$):	ok. 500
Lepkość kinematyczna (przy 20°C):	$3,25 \text{ mm}^2/\text{s}$ (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 dobicia 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 włączanie 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 niezwłocznie 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 te 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 wykonanie 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 „Wytycznymi stosowania wewnętrznych instalacji wodociągowych 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.

6. Zestawienie podstawowych materiałów

Lp.	Opis	DN	Jedn.	Ilość
1	Sonda typ 1U - 2x100m PERC SDR 13,6 PN 12,5	40x3,0/100	[szt]	121
2	Studnia rozdzielaczowa – 8 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	2
3	Studnia rozdzielaczowa – 14 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	1
4	Studnia rozdzielaczowa – 22 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	3
5	Studnia rozdzielaczowa – 24 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	1
6	Studnia zbiorcza – 3 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	1
7	Studnia zbiorcza – 4 sekcyjna	DN1600/H1500	[szt]	1
8	Kolano elektrooporowe DN40/90°,	DN40	[szt]	242
9	Mufa elektrooporowa DN40	DN40	[szt]	242
10	Rura rozpraszająca, PERC SDR 13,6 PN12,5	DN 40x3.0	[m]	3764
11	Rura dobiegowa, PERC SDR 17 PN10	DN 75x4,5	[m]	140
12	Rura dobiegowa, PERC SDR 17 PN10 (sztangi 12m)	DN 90x5,4	[m]	54
	Rura dobiegowa, PERC SDR 17 PN10 (sztangi 12m)	DN 110x6,6	[m]	248
	Rura dobiegowa, PERC SDR 17 PN10 (sztangi 12m)	DN 125x7,4	[m]	70
	Rura dobiegowa, PERC SDR 17 PN10 (sztangi 12m)	DN 200x11,9	[m]	62
	Kolano elektrooporowe DN75/90°,	DN75/90	[szt]	10
	Mufa elektrooporowa DN75	DN75	[szt]	8
	Kolano elektrooporowe DN90/90°,	DN90/90	[szt]	6
	Mufa elektrooporowa DN90	DN90	[szt]	6
	Kolano elektrooporowe DN110/90°,	DN110/90	[szt]	10
	Mufa elektrooporowa DN110	DN110	[szt]	30

BUDOWA BUDYNKU CENTRUM KONFERENCYJNO HOTELOWEGO WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ PRZY
UL. WARNOWSKIEJ W MIEJSCOWOŚCI WISŁKA

	Kolano elektrooporowe DN125/90°,	DN125	[szt]	2
	Mufa elektrooporowa DN125	DN125	[szt]	8
	Kolano elektrooporowe DN200/90°,	DN125	[szt]	6
	Mufa elektrooporowa DN200	DN125	[szt]	4
	Glikol propylenowy (roztwór 33% do -15°C)	200/1000 l	[l]	30510
	Wypełniacz do odwiertów (średnica wiercenia 125mm)	1000 kg	[t]	121
	Taśma znakująca	-	[m]	4338