

STRONA TYTUŁOWA		Egz. /3	
<h1 style="text-align: center;">PROJEKT</h1> <h1 style="text-align: center;">TECHNICZNY</h1>			
ZADANIE:		WYMIANA NIEEKOLOGICZNEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA W BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W PIŃCZYCACH NA POMPĘ CIEPŁA	
KATEGORIA OBIEKTU		IX	
ADRES INWESTYCJI		42-350 Pińczyce ul. Śląska 3	
INWESTOR		Gmina Kozięglowy Ul. Pl. Moniuszki 14 42-350 Kozięglowy	
BRANŻA		SANITARNA	
JEDNOSTKA PROJEKTOWA			
<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <h1 style="margin: 0;">ENVITERM</h1> <p style="margin: 10px 0 0 0;">ul. Szwedzka 2, 42-612 Tarnowskie Góry tel.: +48 531 877 335; e-mail: biuro@enviterm.pl NIP: 645 255 19 31; REGON: 367531084</p> </div> </div>			
AUTORZY			
Funkcja/ Branża	Imię Nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Projektant Sanitarny	mgr inż. Kamila Kucharska	WKP/0424/POOS/19	
	DATA: CZERWIEC 2023 r.		

II. Spis zawartości opracowania

SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA

I. Strona tytułowa		str. 1
II. Spis zawartości opracowania		str. 2
III. Część opisowa		
1. Opis techniczny		str. 3-11
V. Część rysunkowa		
1. S-01 Plan Zagospodarowania Terenu	skala 1:500	
2. S-02 Rzut parteru – lokalizacja maszynowni	skala 1:100	str. 13
3. S-03 Rzut maszynowni	skala 1:50	str. 14
4. S-04 Schemat maszynowni	skala -	str. 15

OPIS TECHNICZNY

Do projektu technicznego o wymiany nieekologicznego źródła ciepła na pompę ciepła w szkole podstawnej w Pińczycach

1. Podstawa opracowania

Podstawę opracowania stanowią:

- projekt audyt energetyczny sporządzony przez mgr inż. Dawida Zielonkę z dnia 24.03.2023r.
- ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2020r poz. 1333 z późniejszymi zmianami)
- wytyczne i zalecenia Inwestora

2. Zakres opracowania

Zakres niniejszego opracowania wchodzi wykonanie:

- projekt wymiany źródła ciepła z nieekologicznego na pompę ciepła gruntową .

3. Charakterystyka obiektu budowlanego

Budynek, w którym modernizowane jest źródło ciepła jest budynkiem jednokondygnacyjnym niepodpiwniczonym z poddaszem użytkowym. Obecnym źródłem ciepła jest kotłownia na paliwo stałe – węgiel. Planuje się wymianę źródła ciepła na odnawialne źródło ciepła pompę ciepła gruntową.

4. Opis projektowanych rozwiązań

Źródłem ciepła dla istniejącego budynku szkoły jest obecnie kocioł na paliwo stałopalne, projektuję się wymianę istniejącego źródła na ekologiczne źródło ciepła – pompę ciepła gruntową z odwiertami pionowymi w ilości 30 odwiertów po 99m każdy z odwiertów.

Zgodnie z audytem energetycznym zapotrzebowanie na ciepło dla przedmiotowego budynku wynosi $Q = 123,91\text{kW}$ (124kW). Dobrano kaskadę pomp ciepła gruntowych o następujących mocach 52 kW i 73,5 kW aby zapewnić wymagane zapotrzebowanie na ciepło dla budynku.

Podstawowe dane pomy ciepła o mocy 52 kW :

- | | |
|--|---------------------------|
| • Max. temperatura zasilania | 62°C +/-2 |
| • Nośnik ciepła | glikol monoetylenowy |
| • Wymiary (szer.xwys.xgł.) | 1000x1660x782mm |
| • Masa całkowita | 465kg |
| • Pojemność wodna urządzenia | 13l |
| • Pojemność cieczy przenoszącej ciepło | 13l |
| • Napięcie zasilania sprężarek/zabezpieczenie | 3/N/PE ~ 400V, 50 Hz/C40A |
| • Napięcie zasilania sterownika/zabezpieczenie | 1/N/PE ~230V, 50Hz/C13A |
| • Stopień ochrony | IP21 |
| • Pobór mocy grzałki | 90W |
| • Pobór mocy pompy | 0,6kW |

Podstawowe dane pompy ciepła o mocy 73,5kW

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| • Max. temperatura zasilania | 62°C +/-2 |
| • Nośnik ciepła | glikol monoetylenowy |
| • Wymiary (szer.xwys.xgł.) | 1350x1890x784mm |
| • Masa całkowita | 565kg |
| • Pojemność wodna urządzenia | 18l |

- Pojemność cieczy przenoszącej ciepło 18l
- Napięcie zasilania sprężarek/zabezpieczenie 3/N/PE ~ 400V, 50 Hz/C50A
- Napięcie zasilania sterownika/zabezpieczenie 1/N/PE ~230V, 50Hz/C13A
- Stopień ochrony IP21
- Pobór mocy grzałki 90W
- Pobór mocy pompy 1,0kW

Zabezpieczenie układu zgodnie z częścią rysunkową.

5. Wykonanie instalacji w pomieszczeniu maszynowni

Rurociąg

Wykonać z rur stalowych ze szwem przewodowych czarnych ze stali St3S wg PN-79/H-74244, łączone przez spawanie. Przewody poziome prowadzić ze spadkiem 30/100 w kierunku kotłów. W najniższych punktach instalacji zamontować korki odwadniające, w najwyższych automatyczne zawory odpowietrzające Taco Hy - Vent.

Armatura

Zastosowano następującą armaturę:

- przy kotłach jako armaturę odcinającą zastosowano zawory odcinające z siłownikiem pn = 6 bar, t = 110°C
- zawory zwrotne do c.o. pn = 0,6 MPa, t = 110 °C
- zawory bezpieczeństwa membranowe SYR
- zabezpieczenie stanu wody SYR
- odpowietrzniki automatyczne Taco Hy-Vent
- manometry tarczowe M -160 R/0-0,6/1,6 z rurką syfonową
- kurki manometryczne z kielichami gwintowanymi i kołnierzami kontrolnymi nr kat. 523
- termometry techniczne rtęciowe w oprawach prostych o zakresie 0-1200C
- termometry techniczne rtęciowe zgięty pod kątem 90° o zakresie 0-1200C
- tuleje ochronne termometrów wg BN-71/8473-02
- filtry siatkowe

Wykonanie i próba instalacji

Wykonanie, próby i odbiór instalacji wykonać wg „Warunków technicznych wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych cz. II Instalacje sanitarne i przemysłowe”.

Montaż kotła z automatyką, pomp oraz układu odprowadzenia spalin przeprowadzić ściśle wg DTR i instrukcji montażu dostarczonych przez producentów.

Zabezpieczenie przed korozją

Przed wykonaniem izolacji termicznej przewody z rur stalowych czarnych oczyścić z brudu i rdzy do drugiego stopnia czystości powierzchni wg PN-63/H-84607, a następnie pomalować farbą krzemianowo-cynkową Korsil 92 NaW.

Izolacja termiczna i p.poż

Izolację termiczną przewodów projektuje się zgodnie z PN-85/B-02421, otuliną z pianki poliuretanowej Steinonorm 300 o grub. 25 mm.

Zabezpieczenie przeciwpożarowe przejść elementów instalacji przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego.

Dla rur stalowych lub miedzianych wszystkie przejścia rurociągów instalacji przechodzące przez przegrody pomiędzy strefami pożarowymi wypełnić ognioochronną masą uszczelniającą np. typu CP610S firmy HILTI.

6. Wykonanie dolnego źródła ciepła dla pomp ciepła

6.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy zasilania w ciepło i chłód budynku zlokalizowanego w miejscowości Pińczyce, 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.

6.2. 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

6.3. Pompy ciepła w budynku

Jako źródło ciepła i chłodu dla budynku w miejscowości Pińczyce, została zaprojektowana gruntowa pompa ciepła. Pompy ciepła będą zasilane z pionowych sond gruntowych.

- Moc pomp ciepła: - 125,5 kW
- Obliczeniowa różnica temperatur na parowniku: 3,0 °K
- Ilość odwiertów obsługujących pompy ciepła 30 szt.
- Ilość studni rozdzielaczowych - 2 szt

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 28800 l/h.

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

6.3.1. Dane wyjściowe projektowania

- Lokalizacja budynku: Pińczycze
- Strefa przymarzania: strefa II,
- Głębokość przemarzania: 1,0 m ppt
- Głębokość układania instalacji (oś dla rur dobiegowych i dolotowych): 1,2 m ppt
- Studzienka rozdzielaczowa 20 sekcyjna – 1 szt.
- łączna ilość sond pionowych: 20 szt.
- Średnica sondy pionowej typu 1U: 40x3,7 PN16 SDR 11 TORBOCOLLECTOR
- Głębokość pojedynczej sondy pionowej: 99 mb

6.3.2. Uwagi wstępne

Dolne źródło ciepła będzie stanowił układ sond (odwiertów) pionowych o głębokości 150 mb każdy. Należy wykonać 30 szt. odwiertów i wprowadzić do nich sondy pionowe wykonane z tworzywa sztucznego PERC łączna długość każdego zwoju 297mb. 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 niewypełniania 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 11 PN16 DN40x3,7
--	--------------------------------

Przewody poziome (przewody główne w rejonie budynku i pod budynkiem)	Rura preizolowana PE100 SDR 17 PN10 z otuliną PUR i rurą osłonową karbowaną PE100 Lub Rura PE100 SDR 17 PN 10 DN125x7,4
Sondy pionowe	Pojedyncza u-rurka DN40x3,7 PE100RC PN16 SDR 11 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 odcięcie 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.

6.3.3. 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 surowców o kontrolowanym przemiale 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 przemiale, 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÷2.0 kg/l

Parametry reologiczne zawiesiny:

- lepkość (t_0) 50-70 s
- odstój wody < 2,0%

6.3.4. 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, 2x150m DN40x3,0 PERC SDR13,6 PN12,5 Turbocollector.

6.3.5. 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.

Przytroczone 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.

6.3.6. Studnia rozdzielaczowa

Projektowane pionowe sondy ciepła należy wpiąć do jednej studni rozdzielaczowej 20 sekcyjnej. Studnia wyposażona jest 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 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.
- Belki zbiorcze w studni rozdzielaczowych wykonane z rur PE o średnicy 125mm
- 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. 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 dopasowania 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 600mm. Studnia posiada kompensacyjne dno na wypadek występowania trudnych warunków geologicznych i wysokiego poziomu wód gruntowych.

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 zamrznięty 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 dobiegowych i rozprowadzających. Dla bezpieczeństwa zaleca się stosować rozpory zabezpieczające ścianki studni (np. krótkie odcinki desek).

Należy dopasować usytuowanie włazu studni do poziomu 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 studzience, 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.

6.3.7. 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 40x3,7 PN16 SDR11 PE100RC Turbocollector,
- rury rozprowadzające (Studnia - Odwiert) 40x3,7 PN16 SDR11 PE100RC opcjonalnie 40x3,0 PN12,5 SDR13,6 PERC;

- rury dobiegowe (Studnia – Kotłownia) DN125x7,4 PN10 SDR17 PERC
lub rura preizolowana DN125x7,4 PN10 SDR 17 PN10;

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 zagęszczonej do stopnia $Is=1,0$.

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

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 starannie 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 napełniania 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 wypłyca 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

Wyptyczenia 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.

6.3.8. Czynniki obiegu

UWAGA: Zabrania się rozcieńczania glikolu na budowie. Nie dopuszcza się napełniania i uzupełniania układu 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 obiegu (gęstość – temperaturę zamarzania) oraz odpowietrzyć układ. Parametry czynnika obiegu 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 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 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 mm ² /s (wariant „-15 $^{\circ}\text{C}$ ”)

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. układu.

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).

6.3.9. 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.

6.3.10. 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 przekazanym Inwestorowi.

6.3.11. 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.

6.3.12. 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 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.

7. 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.

8. 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.

9. Zestawienie podstawowych materiałów

Lp.	Opis	DN	Jedn.	Ilość
1	Sonda typ 1U - 2x150m PERC SDR 11 PN 16	40x3,7/99	[szt]	20
2	Studnia rozdzielaczowa – 20 sekcyjna	DN1600	[szt]	1
3	Mufa elektrooporowa DN125	DN125	[szt]	2

4	Kolano elektrooporowe DN40/90°,	DN40	[szt]	40
5	Kolano elektrooporowe DN125/90°	DN125/90	[szt]	4
6	Mufa elektrooporowa DN 40	DN40	[szt]	40
7	Rura rozprawdzająca, PERC SDR 11 PN16	DN 40x3.7	[m]	660
8	Rura rozprawdzająca, PERC SDR 13,6 PN12,5*	DN 40x3.0	[m]	660
9	Rura dobiegowa PE100 SDR17 PN10 DN 125x7,4 (sztangi-6m)*	DN 125x7,4	[m]	114
10	Rura preizolowana PE100 SDR 17 PN10 DN125x7,4	DN 125x7,4	[m]	60
11	Glikol propylenowy (roztwór 33% do -15°C)	200/1000 l	[l]	6600
12	Wypełniacz do odwiertów (średnica wiercenia 139mm)	1000 kg	[t]	30

*opcjonalnie