

Dr inż. Krzysztof Kempkiewicz

Dolne źródło ciepła - Podstawy projektowania kolektora gruntowego poziomego

Wstęp

Pompy ciepła są urządzeniami wykorzystującymi odnawialne źródła energii. Pompa ciepła pobiera energię (ciepło) z ziemi, kumuluje je do odpowiedniej wysokości i przekazuje do wymiennika ciepła. Pozyskana energia może być przeznaczona na ogrzanie ciepłej wody użytkowej lub budynku. Stosunek energii włożonej do energii uzyskanej jest prawie jak 1:3. Energia włożona to energia elektryczna potrzebna do napędzania sprężarki pracującej w pompie. Pozostała część energii jest całkowicie darmowa i pochodzi z otaczającego nas środowiska (ciepło odpadowe z procesów technologicznych, woda czy też ciepło ziemi). W przypadku pomp ciepła z kolektorem gruntowym użytkownik jest całkowicie niezależny od warunków pogodowych. Całość układu sterowana jest elektronicznie i wykazuje się wysoką niezawodnością.

Przy zastosowaniu pomp ciepła koszty ogrzewania budynku lub przygotowania ciepłej wody użytkowej są znacznie mniejsze w stosunku do tradycyjnych metod ogrzewania (kotły gazowe, olejowe). W związku z tym można mówić o zwrocie kosztów zakupu pomp. Szacuje się, iż okres ten wynosi od 4-9 lat użytkowania urządzeń a jest tym krótszy im większe jest zapotrzebowanie energetyczne.

Stosowanie pomp ciepła jest nie tylko uzasadnione ekonomicznie ale i ekologicznie. Ograniczają one zużycie zasobów kopalń wykorzystując naturalną energię przyrody i nie degradują środowiska spalinami.

Pompy ciepła są dzisiaj najnowocześniejszym systemem grzewczym. Po piecach drzewnych i węglowych, ogrzewaniu koksowym, pompy ciepła z powodzeniem zastępują dziś ogrzewanie gazowe i olejowe.

1. Określenie rodzaju dolnego źródła ciepła dla pompy ciepła

Zastosowanie pompy ciepła jest uwarunkowane możliwością pozyskania energii cieplnej z tzw. dolnego źródła ciepła. Dolne źródło ciepła powinno charakteryzować się następującymi warunkami:

- powinno mieć możliwie stałą temperaturę w ciągu roku,
- temperatura źródła powinna umożliwiać ekonomiczny odzysk ciepła,
- powinno posiadać dużą akumulacyjność ciepła,
- możliwość odbudowy potencjału energetycznego w odpowiednim czasie,
- niskie koszty poboru ciepła,
- powinno funkcjonować sprawnie przez założony okres eksploatacji,
- możliwie jak najniższe koszty budowy.

Pompy ciepła współpracują z następującymi rodzajami dolnych źródeł ciepła:

- grunt (kolektor pionowy lub poziomy),
- woda,
- powietrze (pośrednio poprzez dodatkowy układ wymiany ciepła),
- procesy technologiczne (ciepło odpadowe możliwe do wykorzystania).

Wyboru rodzaju dolnego źródła ciepła dokonuje się uwzględniając lokalne warunki i możliwości, mając na uwadze to, aby dolne źródło ciepła miało jak najwyższą temperaturę, było możliwie tanie, a przede wszystkim należy sprawdzić, czy istnieje możliwość jego wykonania i późniejszej długoletniej pracy.

2. Kolektor gruntowy poziomy

Kolektor gruntowy poziomy jest najprostszą formą pozyskiwania ciepła z gruntu. Jest on stosunkowo prosty w wykonaniu, wymaga jednak dość dużej powierzchni terenu pod jego budowę.

Kolektor gruntowy poziomy wykonywany jest z rur polietylenowych, wypełnionych wodnym roztworem glikolu. Rury ułożone są 1,4 – 1,5m poniżej poziomu terenu w rozstawie 1m. Roztwór glikolu, którego przepływ wymuszany jest pompą obiegową dolnego źródła ciepła, ogrzewa się od gruntu i transportuje pobrane ciepło do pompy ciepła. W parowniku pompy ciepła następuje odebranie ciepła z roztworu glikolu (jego ochłodzenie).

Teren przeznaczony pod budowę kolektora poziomego musi być wolny od zabudowy trwałej, drzew i większych krzewów. Kolektora nie wolno lokalizować pod budynkiem lub w jego pobliżu (nie bliżej niż 2 - 4m). Najbardziej pożądanym jest grunt o charakterze wilgotnym a najmniej korzystny jest piasek. Teren przeznaczony pod budowę kolektora nie może mieć zbyt dużego spadku, ponieważ może to uniemożliwić jego wykonanie.

Po wykonaniu kolektora poziomego budowlę należy nanieść na mapę.

Szacunkowo można przyjmować, że na 1kW wydajności ziębniczej pompy ciepła powinno przypadać 50-60 m kolektora poziomego.

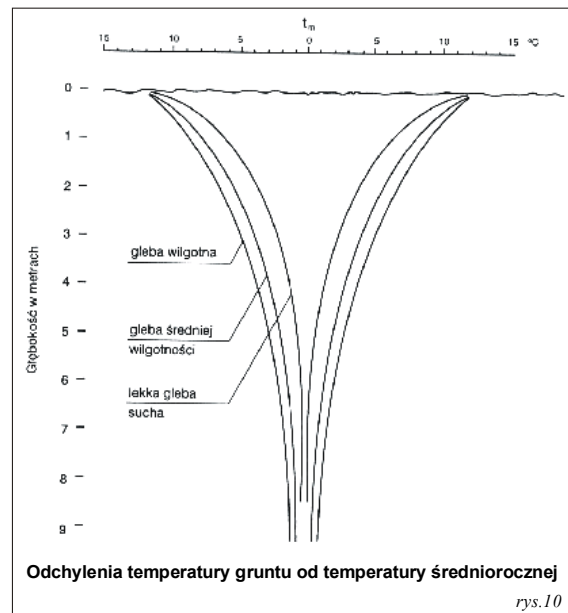
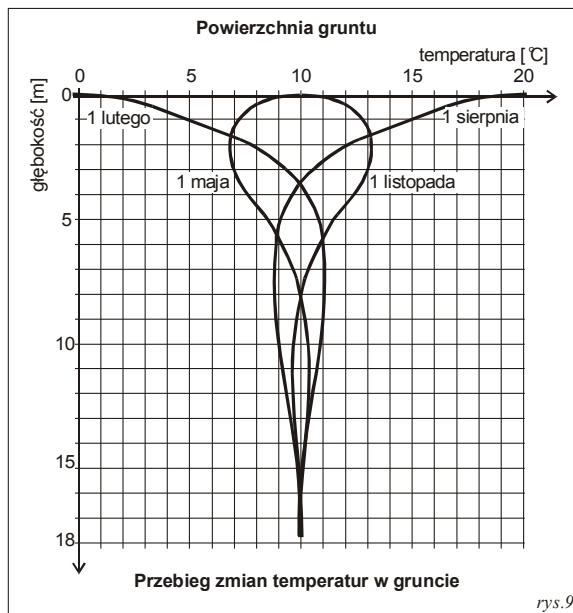
Z kolektorem gruntowym poziomym mogą współpracować wyłącznie pompy ciepła solanka-woda.

Budowa kolektora gruntowego poziomego musi być zgodna z przepisami prawa budowlanego, ochrony środowiska, itp.



Pozyskiwanie ciepła z gruntu następuje pośrednio poprzez wodny roztwór glikolu płynący wewnątrz rur polietylenowych. Roztwór ten ogrzewa się od gruntu i transportuje ciepło do pompy ciepła, która dokonuje transformacji ciepła na wyższy, użyteczny poziom temperaturowy.

Ponieważ temperatura powietrza zewnętrznego zmienia się w ciągu roku, zmianie ulega także temperatura gruntu. Przebieg zmian temperatury gruntu w ciągu roku przedstawia rys.9., natomiast odchylenia temperatury gruntu od temperatury średniorocznej rys.10.



2.1. Wyznaczenie długości kolektora gruntowego poziomego

W celu ułatwienia projektowania przedstawiona została uproszczona procedura wyznaczania długości rur wymiennika.

Po dokonaniu doboru typu pompy ciepła należy, z charakterystyk znamionowych, odczytać jej wydajność ziębniczą przy parametrach B0/W50.

Następnie czynną długość rur wymiennika wyznacza się z zależności:

$$L = \frac{P_C}{q_E} \cdot \delta [m]$$

gdzie:

P_C - wydajność ziębnicza pompy ciepła [W]

q_E - współczynnik zależny od rodzaju gruntu przyjęty wg tab.9 [W/m]

δ - współczynnik zależny od średnicy rury z tab.9

*Uwaga: Podany wzór pozwala tylko na szacunkowe wyznaczenie **czynnej** długości rur kolektora. Nie uwzględnia się w nim odcinków przyłączeniowych do rozdzielaczy oraz odcinków rur ułożonych bliżej niż 1,0m od siebie.*

W tabeli 1 podano wartości q_E dla rur produkcji Elplast + Sp. z o.o. ul. Kollątaja 2a, Jastrzębie Zdrój

- PE80 SDR-17 PN8 $\phi 63 \times 3,8$ mm
- PE80 SDR-17 PN8 $\phi 50 \times 3,0$ mm
- PE80 SDR-17 PN8 $\phi 40 \times 2,4$ mm
- PE80 SDR-17 PN8 $\phi 32 \times 2,0$ mm

Tabela 1

Rodzaj gruntu	wartość q_E	Wartość δ dla średnicy rury			
	[W/m]	32mm	40 mm	50mm	63mm
Gleba lekka piaszczysta sucha	10-12	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba lekka piaszczysta mokra	12-16	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba średniogliniasta sucha	16-18	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba średniogliniasta mokra	19-21	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba ciężka gliniasta sucha	18-19	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba ciężka gliniasta mokra	20-22	1,08	1,05	1,00	1,00
Gleba nasączona wodą	25-30	1,08	1,05	1,00	1,00

Wyznaczenie dokładnej długości kolektora poziomego wymaga przeprowadzenia obliczeń na podstawie wzoru:

$$L = \frac{Q_0 (R_p + \tau_h \cdot R_s)}{\Delta T_g} [m]$$

gdzie:

Q_0 - wydajność żębnicza pompy ciepła [W]

R_p - jednostkowy opór cieplny rury [mK/W]

R_s - opór cieplny gruntu [mK/W]

τ_h - poprawka uwzględniająca okresowość pracy pompy ciepła

ΔT_g - różnica między temperaturą gruntu o nienaruszonej strukturze a temperaturą nośnika ciepła na dopływie do pompy ciepła [K]

2.2. Wytyczne dotyczące wykonania kolektora gruntowego poziomego

Do wykonania kolektora należy stosować cienkościennie rury polietylenowe o dopuszczalnym ciśnieniu roboczym min. 6 bar (np. PE80 SDR17 PN8 $\phi 50 \times 3,0$ mm produkcji Elplast + -Jastrzębie).

Średnica rur oraz ilość pętli powinna być tak dobrana, aby zapewnić uzyskanie małych oporów przepływu roztworu glikolu.

Roboty ziemne związane z układaniem rurociągów kolektora powinny być prowadzone zgodnie z przepisami zawartymi w normie branżowej, ustanowionej przez Instytut Kształtowania Środowiska BN-83/8836-02 „Przewody podziemne. Roboty ziemne. Wymagania i badania przy odbiorze” w powiązaniu z PN-B-02480:1980 „Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia” oraz PN-B-10725:1981 „Wodociągi, przewody

zewnątrzne. Wymagania i badania przy odbiorze” z uwzględnieniem wytycznych podanych poniżej i przepisów BHP.

Należy zwrócić szczególną uwagę na istniejące sieci (np. gazową, wodociągową, kanalizacyjną, energetyczną, teletechniczną) i wymiennik zaplanować tak, aby nie kolidował z nimi.

Roboty montażowe kolektora dolnego źródła ciepła powinny być tak zaplanowane, aby zakończyć wszystkie prace związane z ułożeniem i próbami technicznymi przed wystąpieniem ujemnych temperatur powietrza zewnętrznego.

Projektowany kolektor dolnego źródła ciepła należy ułożyć na głębokości 1,4-1,5m w wykopie wąskoprzestrzennym wykonanym wg trasy podanej w odpowiednim projekcie budowlanym. Odległość pomiędzy rurami kolektora dolnego źródła ciepła w jego części czynnej powinna wynosić 1m.

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

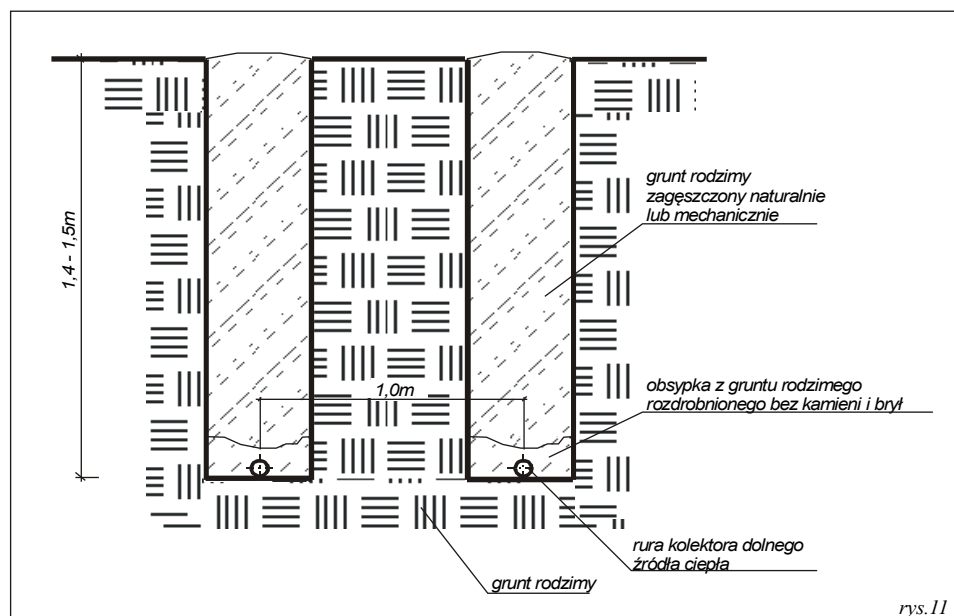
Poszczególne odcinki rur zgrzewać za pomocą łączników elektrooporowych lub za pomocą zgrzewania doczołowego.

Po ułożeniu kolektora dolnego źródła ciepła rury należy przykryć 20cm warstwą gruntu rodzimego bez kamieni i brył z zachowaniem odkrytych miejsc łączeń przez zgrzewanie. Obsypkę należy wykonać ręcznie ze szczególną uwagą.

Po ułożeniu rur i połączeniu ich z układem pompy ciepła przeprowadzić próbę szczelności kolektora wodą pod ciśnieniem 0,80MPa zgodnie z „Warunkami Technicznymi Wykonania i Odbioru Rurociągów z Tworzyw Sztucznych”.

Następnie należy przeprowadzić inwentaryzację geodezyjną powykonawczą trasy kolektora gruntowego.

Po pozytywnym przeprowadzeniu próby szczelności można przystąpić do zasypywania odkrytych miejsc zgrzewów. Obsypka powinna być wykonana ręcznie 15-20cm warstwą



gruntu rodzimego bez kamieni i brył.

Miejsca zgrzewów należy oznaczyć taśmą ostrzegawczą z folii koloru niebieskiego na długości min. 2m. Miejsca zgrzewów należy nanieść na mapę sytuacyjno-wysokościową z narysowaną trasą kolektora dolnego źródła ciepła.

Skrajne rury kolektora gruntowego i zewnętrzną linię gięcia kolan również oznaczyć odcinkiem ciągłym z taśmą z folii koloru niebieskiego.

Następnie pozostałą część brakującego gruntu można uzupełnić gruntem rodzimym przy pomocy sprzętu mechanicznego z zastosowaniem zagęszczenia naturalnego. W miejscach przewidzianych pod budowę chodników, podjazdów i innych obiektów mogących ulec uszkodzeniu podczas osiadania gruntu, powinien on być zagęszczony mechanicznie.

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

Po zamontowaniu pompy ciepła i układu hydraulicznego łączącego pompę ciepła z kolektorem dolnego źródła ciepła, kolektor (instalację dolnego źródła ciepła) należy wypełnić 33% roztworem wodnym glikolu do ciśnienia roboczego 0,2-0,3MPa.

Końce poszczególnych pętli kolektora należy doprowadzić do rozdzielaczy w węźle cieplnym lub w studziencie rozdzielczej.

Rozdzielacze zasilający i powrotny należy wyposażyć w zawory odcinające kulowe i termometry dla każdej rury. Ponadto rozdzielacze należy wyposażyć w manometry i odpowietzniki.

Przejsie przez przegrodę budynku (ściana) należy wykonać w tulejach osłonowych stalowych min. 2cm dłuższych niż grubość przegrody. Przestrzeń między rurą a tuleją powinna być wypełniona materiałem elastycznym, który będzie stanowił uszczelnienie przed napływem wód gruntowych.

Rury kolektora gruntowego należy zaizolować izolacją termiczną o grubości min. 20mm na długości min. 5m od budynku.