

Płytki geotermia, projekt

Dr inż. Tomasz Hałon

Tomasz.halon@pwr.edu.pl

D2, 9d

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

- Głębokość instalacji wymiennika 0,5 m poniżej granicy przemarzania gruntu. Nie głębiej jednak niż 1,7 m.
- Rozstaw rur nie mniej niż 1 m.
- Długość dla pojedynczej sekcji do 100 m.
- Na zasilaniu lub powrocie z poszczególnych sekcji konieczne zawory równoważące - po przeciwnej stronie odcinające.
- Nie stosować pojedynczej sekcji wymiennika.
- Przyjmować najniższy z możliwych opór gruntu do zależności określającej konieczną długość wymiennika.

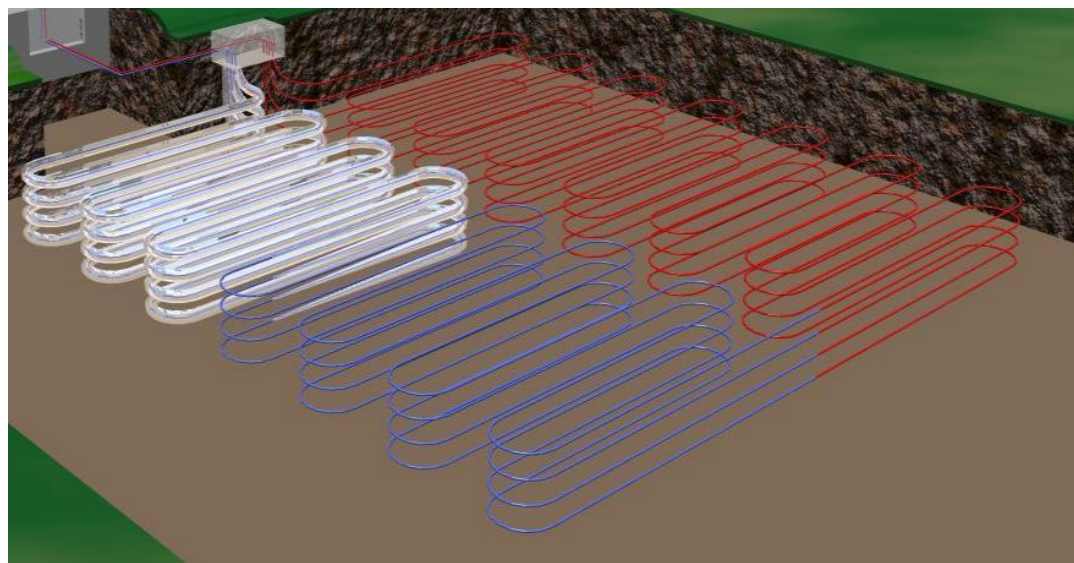
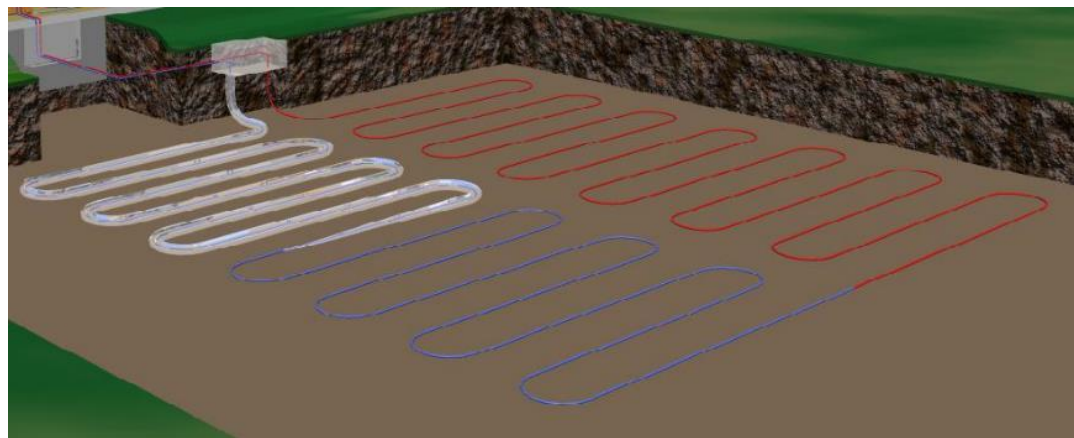
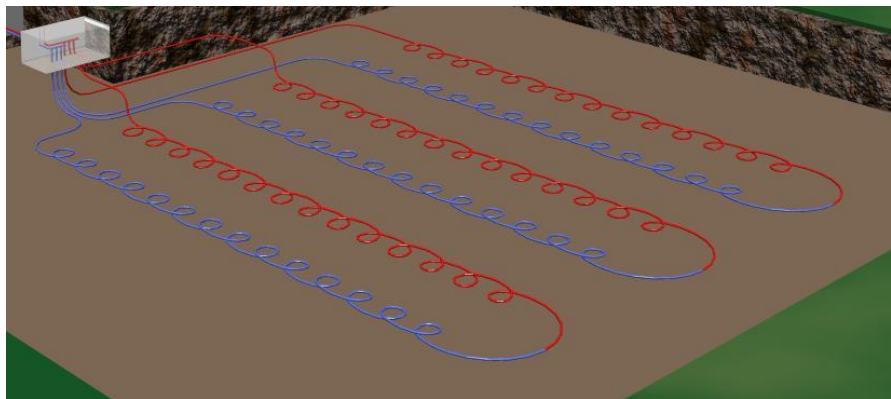
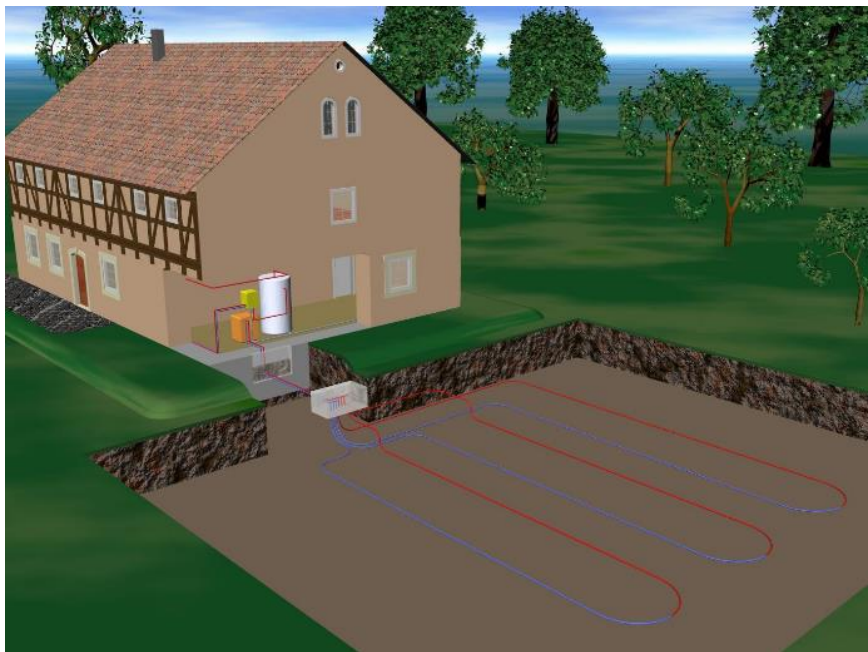
Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

- Zakładać pracę pompy ciepła najwyżej 20 h/dobę.
- Jeśli działka jest zbyt mała, to rozłożyć rury pod sobą na wysokości 0,4- 0,5 m.
- Zakładać temperaturę gruntu nie wyższą niż +9°C.
- Przewymiarować rezultat obliczeń wynikający z zależności o 20% zakładając krótki okres ciepły i długi grzewczy.
- Nie planować wymienników pod budynkami.

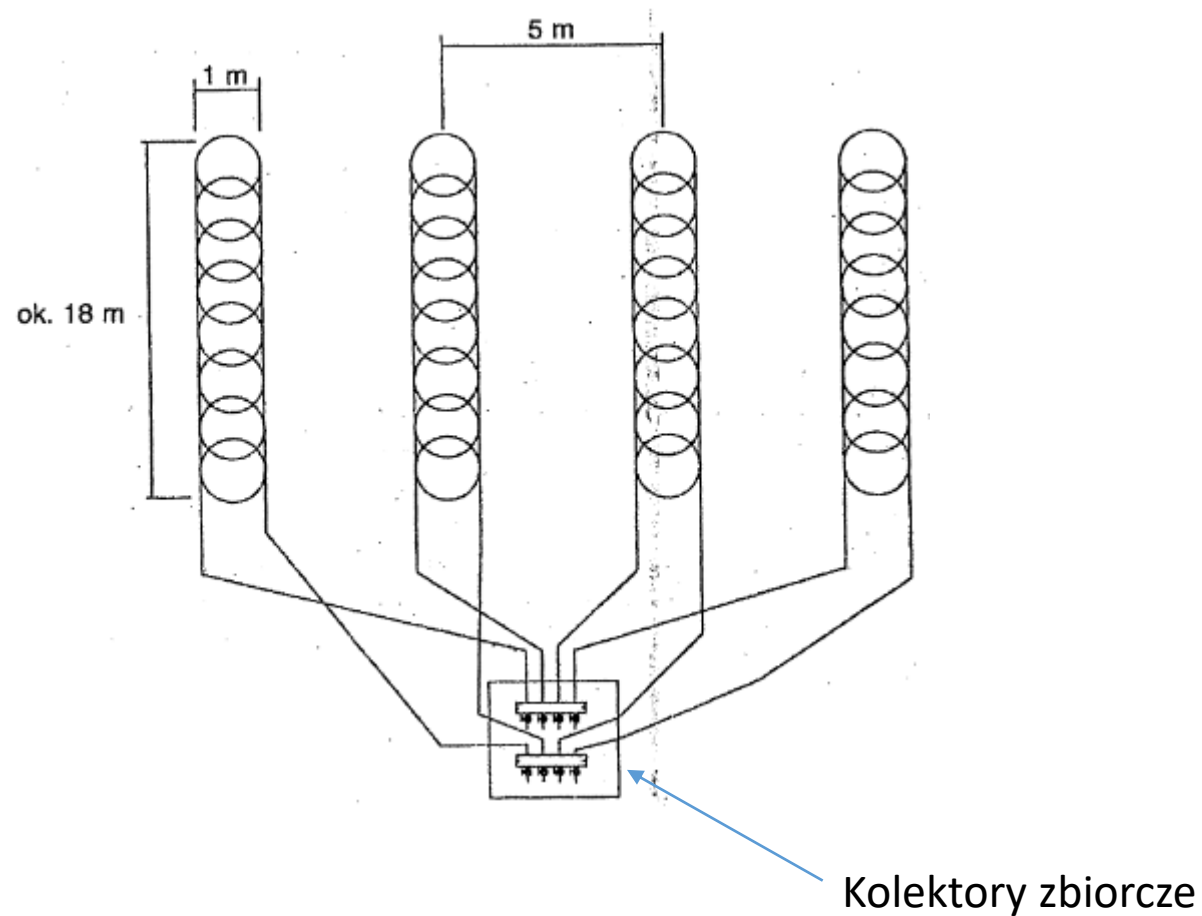
Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy



Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy



Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

$$L = \frac{Q_0(R_p + \tau R_g)}{\Delta T_g}, \text{ m}$$

- Q_0 - wydajność parowacza, W
- R_p - opór cieplny rurociągu, (m K)/W
- R_g - opór cieplny gruntu, (m K)/W
- τ – czas pracy pompy ciepła w sezonie grzewczym dzielony przez długość sezonu grzewczego (październik-kwiecień), -
- ΔT_g - Średnia logarytmiczna różnica temperatur między temperaturą gruntu na danym poziomie, a temperaturą medium na dopływie do parowacza, K

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

$$L = \frac{Q_0}{U \pi d \Delta T_{log}}$$

$$\Delta T_{log} = \frac{(T_{wej} - T_g) - (T_{wyj} - T_g)}{\ln\left(\frac{T_{wej} - T_g}{T_{wyj} - T_g}\right)}$$

$$U = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{wew}A} + \frac{\ln\left(\frac{r_{zew}}{r_{wew}}\right)}{2\pi\lambda} + \frac{\tau}{\alpha_{zew}A}}$$

- L – długość wymiennika, m
- Q_0 – Obliczeniowa wydajność parowacza, W
- d – średnica wymiennika, m $\rightarrow A = \frac{\pi d^2}{4}$, m²
- T_g – temp. gruntu, °C
- α_{wew} - 2-10 W/m²K, $\alpha_{zew} = \frac{\lambda_g}{2}$ - wnikanie ciepła od gruntu do rury
- τ – czas pracy pompy ciepła w sezonie grzewczym dzielony przez długość sezonu grzewczego (październik-kwiecień), -

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

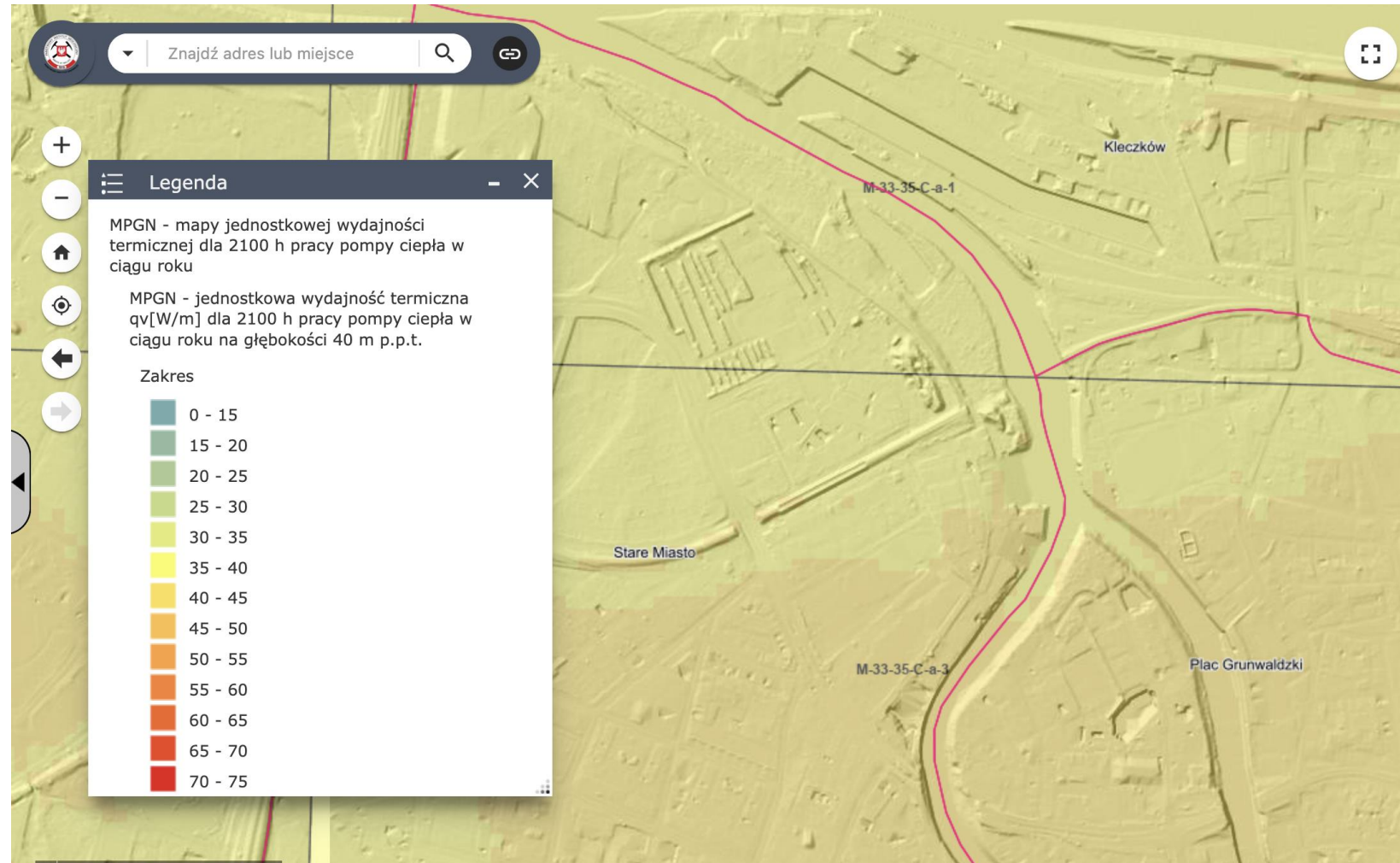
Rock Type	Thermal Conductivity (W/mK)			Volumetric Heat Capacity (MJ/m ³ K)	Thermal Diffusivity (10 ⁶ m ² /s)		
	Min	Typ	Max		Min	Typ	Max
Basalt	1.3	1.7	2.3	2.6	0.5	0.65	0.88
Greenstone	2	2.6	2.9	2.9	0.69	0.90	1
Gabbro	1.7	1.9	2.5	2.6	0.65	0.73	0.96
Granite	2.1	3.4	4.1	3	0.7	1.13	1.37
Peridotite	3.8	4	5.3	2.7	1.41	1.48	1.96
Gneiss	1.9	2.9	4	2.4	0.79	1.21	1.67
Marble	1.3	2.1	3.1	2	0.65	1.05	1.55
Mica schist	1.5	2	3.1	2.2	0.68	0.91	1.41
Shale sedimentary	1.5	2.1	2.1	2.5	0.6	0.84	0.84
Limestone	2.5	2.8	4	2.4	1.04	1.17	1.67
Loam	1.5	2.1	3.5	2.3	0.65	0.91	1.52
Quartzite	3.6	6	6.6	2.2	1.64	2.73	3
Salt	5.3	5.4	6.4	1.2	4.42	4.5	5.33
Sandstone	1.3	2.3	5.1	2.8	0.46	0.82	1.82
Siltstones and argillites	1.1	2.2	3.5	2.4	0.46	0.92	1.46
Dry gravel	0.4	0.4	0.5	1.6	0.25	0.25	0.31
Water saturated gravel	1.8	1.8	1.8	2.4	0.75	0.75	0.75
Dry sand	0.3	0.4	0.55	1.6	0.19	0.25	0.34
Water saturated sand	1.7	2.4	5	2.9	0.59	0.83	1.72
Dry clay/silt	0.4	0.5	1	1.6	0.25	0.31	0.62
Water saturated clay/silt	0.9	1.7	2.3	3.4	0.26	0.5	0.68
Peat	0.2	0.4	0.7	3.8	0.05	0.10	0.18

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

$$L = \frac{Q_0}{q_e}$$

$$Q = L q_e$$



Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Poziomy

Rodzaj gruntu	q_e [W/m ²]
Suchy grunt piaszczysty	10–15
Wilgotny grunt piaszczysty	15–20
Suchy grunt gliniasty	20–25
Wilgotny grunt gliniasty	25–30
Nasycony wodą piasek / żwir	30–40

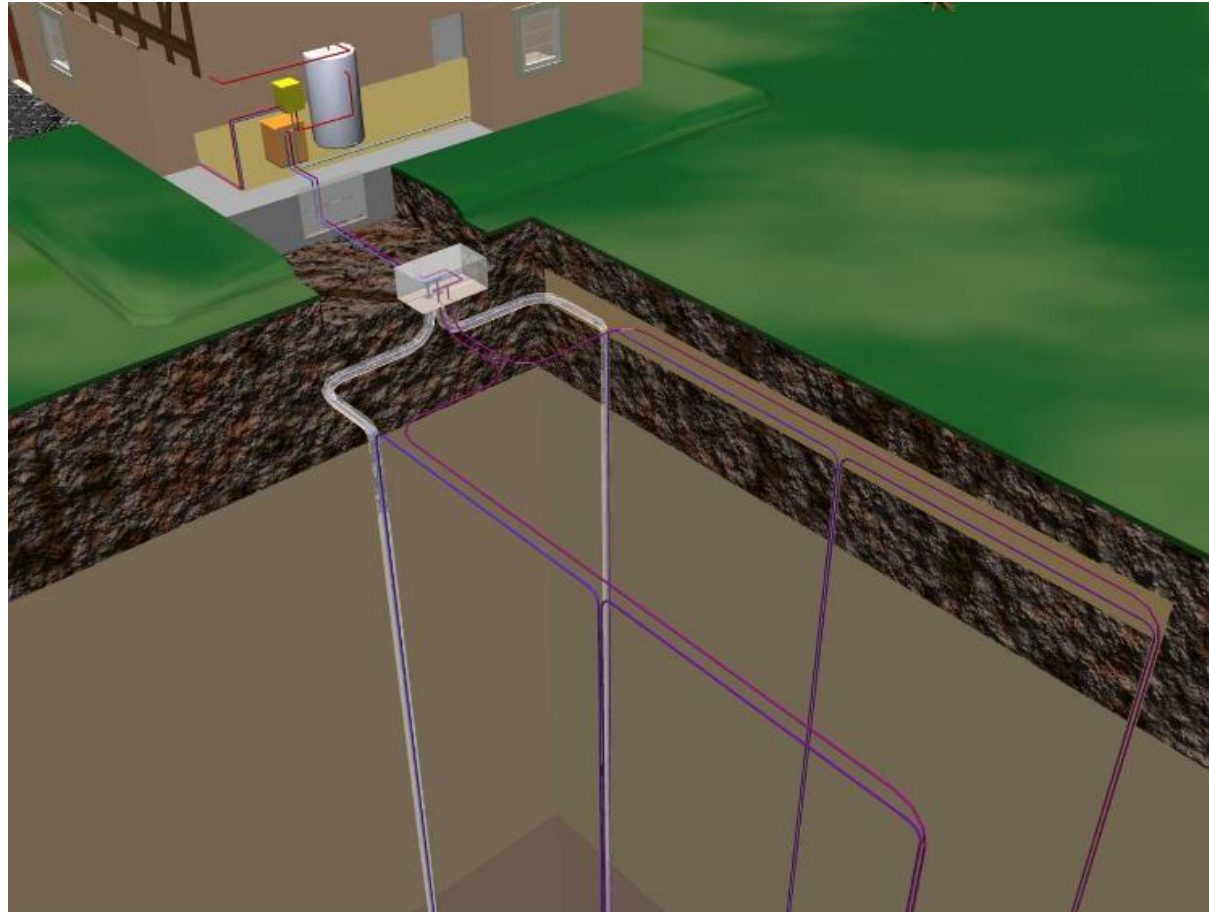
Projekt wymiennika ciepła (gruntowego) Pionowy

- Głębokość instalacji wymiennika do 100 m.
- Rozstaw odwiertów nie mniej niż 4 m jeden od drugiego w każdym kierunku.
- Na zasilaniu lub powrocie z poszczególnych sekcji konieczne zawory równoważące - po przeciwnej stronie odcinające.
- Nie stosować pojedynczej sekcji wymiennika.
- Przyjmować najniższe z możliwych opory gruntu do zależności określającej konieczną długość wymiennika.
- Zakładać pracę pompy ciepła najwyżej 20 h/dobę

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego) Pionowy

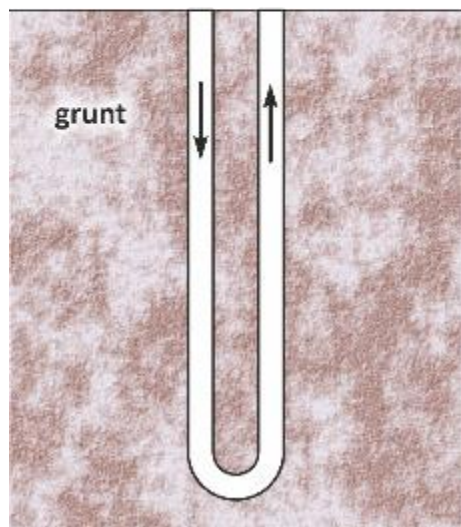
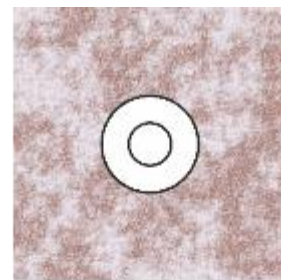
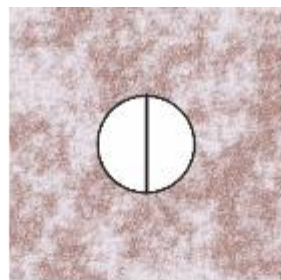
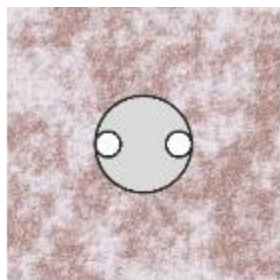
- Przyjmować temperaturę solanki na wylocie z pompy ciepła -3°C a na powrocie 0°C .
- Zakładać temperaturę gruntu nie wyższą niż $+9^{\circ}\text{C}$.
- Przewymiarować rezultat obliczeń wynikający z zależności o 20% zakładając krótki okres ciepły i długi grzewczy.
- Preferować konstrukcję z przepływem koncentrycznym ze względu na jej większą powierzchnię wymiany ciepła i mniejszego narażenia na rozszczelnienie.
- Nie planować wymienników pod budynkami.

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego) Pionowy

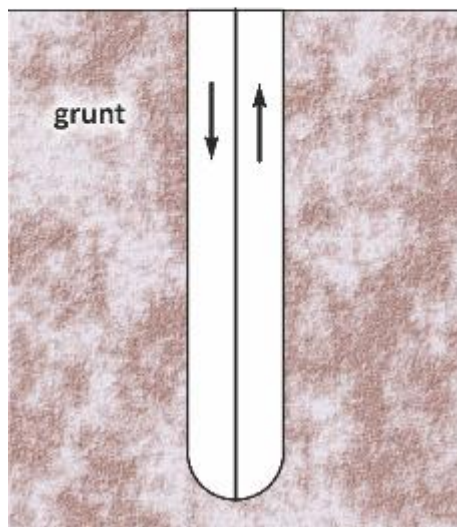


Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

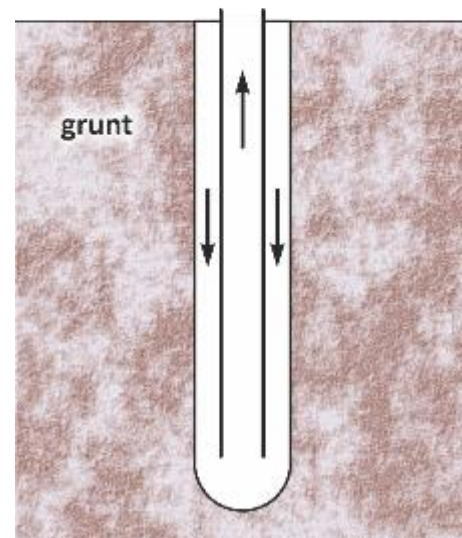
Pionowy



Wymiennik typu U



Przepływ przeciwbieżny



Przepływ koncentryczny

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego) Pionowy (generalnie jak w poziomym)

$$L = \frac{Q_0}{U \pi d \Delta T_{log}}$$

$$\Delta T_{log} = \frac{(T_{wej} - T_g) - (T_{wyj} - T_g)}{\ln\left(\frac{T_{wej} - T_g}{T_{wyj} - T_g}\right)}$$

$$U = \frac{1}{\sum R} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{wew}A} + \frac{\ln\left(\frac{r_{zew}}{r_{wew}}\right)}{2\pi\lambda} + \frac{\tau}{\alpha_{zew}A}}$$

- L – długość wymiennika, m
- Q_0 – Obliczeniowa wydajność parowacza, W
- d – średnica wymiennika, m $\rightarrow A = \frac{\pi d^2}{4}$, m²
- T_g – temp. gruntu, °C
- α_{wew} - 2-10 W/m²K, $\alpha_{zew} = \frac{\lambda_g}{2}$ - wnikanie ciepła od gruntu do rury
- τ – czas pracy pompy ciepła w sezonie grzewczym dzielony przez długość sezonu grzewczego (październik-kwiecień), -

Projekt wymiennika ciepła (gruntowego)

Pionowy

Charakterystyka gruntu	Pobierana jednostkowa moc cieplna q_v [W/m]
Grunt o niekorzystnych właściwościach cieplnych $\lambda < 1,5$ W/(m·K)	20
Zwykłe podłoże skalne i złoża nasycone wodą $\lambda = 1,5 \div 3,0$ W/(m·K)	50
Skała lita o dużej przewodności cieplnej $\lambda > 3,0$ W/(m·K)	70
Żwir, piasek – suche	<20
Żwir, piasek – w warstwie wody	55 ÷ 65
Gлина wilgotna	30 ÷ 45
Wapień (skała)	45 ÷ 60
Piaskowiec	55 ÷ 65
Kwaśne skały magmowe (np. granit)	35 ÷ 55
Zasadowe skały magmowe (np. bazalt)	50 ÷ 75
Gnejs	60 ÷ 70
Duże ciekły gruntu w piaskach i żwirach	80 ÷ 100

$$L = \frac{Q_0}{q_v}$$