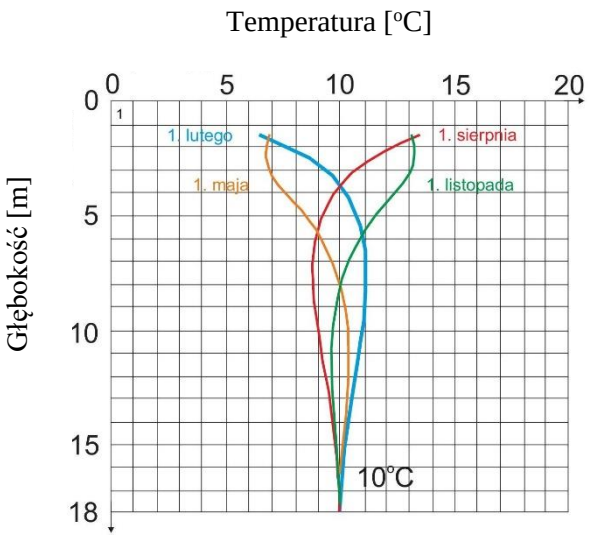
Systemy gruntowych wymienników ciepła – cz.1

W niniejszym materiale zaprezentowano podstawowe informacje na temat istoty działania gruntowych wymienników ciepła. Ponadto przedstawiono podział GWC zaproponowany w pracy Florides'a i Kalogirou [1], uwzględniając systemy otwarte oraz zamknięte poziome.

WPROWADZENIE

Duża pojemność cieplna gruntu powoduje, że amplituda wahań temperatury powietrza zewnętrznego ulega tłumieniu wraz z głębokością oraz występuje przesunięcie fazowe fali temperatury. Pomiary wykazują, że temperatura gruntu poniżej pewnej głębokości pozostaje względnie stała przez cały rok i równa jest średniej wieloletniej temperaturze powietrza zewnętrznego [2]. W Polsce w latach 1961-1990 kształtowała się ona na poziomie 7,5°C, jednak w związku ze zmianami klimatycznymi w latach 2011-2020 osiągnęła już wartość 9,1°C [3].
Na Rys.1 przedstawiono przebieg zmian temperatur w gruncie w skali roku [4].



Rys. 1. Przebieg zmian temperatury gruntu w ciągu roku w zależności od pory roku i głębokości gruntu [4].

Odchylenia temperatury gruntu od średniorocznej temperatury powietrza zewnętrznego zależą przede wszystkim od:

- od głębokości gruntu,
- struktury i właściwości fizycznych gruntu takich jak: rodzaj gruntu, gęstość, wilgotność, przewodność cieplna gruntu, ciepło właściwe,
- oddziaływań klimatycznych: temperatury powietrza, wiatru, promieniowania słonecznego, opadu,
- rodzaju pokrycia powierzchni gruntu.

Na pewnej głębokości temperatura gruntu w zimie jest zawsze wyższa, a w lecie niższa niż temperatura powietrza zewnętrznego. Różnica temperatur pomiędzy powietrzem zewnętrznym a gruntem może być wykorzystana do wstępnego ogrzewania powietrza w zimie i wstępnego chłodzenia w lecie poprzez

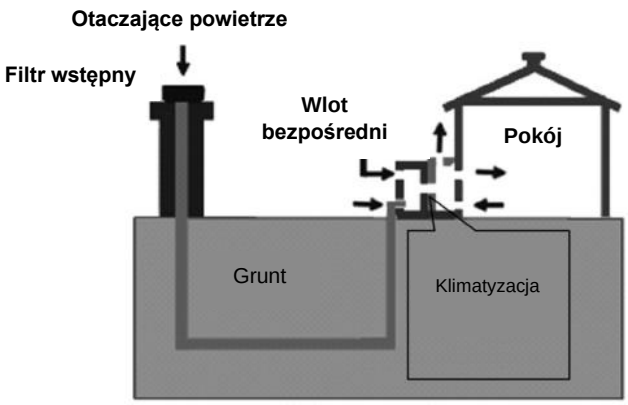
zastosowanie gruntowego wymiennika ciepła. Sposób ogrzewania i chłodzenia budynków z uwzględnieniem pojemności cieplnej gruntu jest uważany za sposób pasywny.

Z gruntowym wymiennikiem ciepła może być również sprzężona pompa ciepła, dzięki czemu jej wydajność będzie większa. Ponadto ze względu na wyższą efektywność pompy ciepła niż konwencjonalnych systemów grzewczych na gaz ziemny lub olej opałowy, pompę ciepła można wykorzystać zimą do pozyskiwania ciepła z relatywnie ciepłego gruntu i wtłaczania go do klimatyzowanego pomieszczenia. W lecie proces ten może być odwrócony i pompa ciepła może pobierać ciepło z przestrzeni klimatyzowanej i wysyłać je do gruntowego wymiennika ciepła, który ogrzewa stosunkowo chłodny grunt. Gruntowe pompy ciepła cieszą się rosnącym zainteresowaniem w Ameryce Północnej i Europie [1].

Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje gruntowych wymienników ciepła: otwarte i zamknięte.

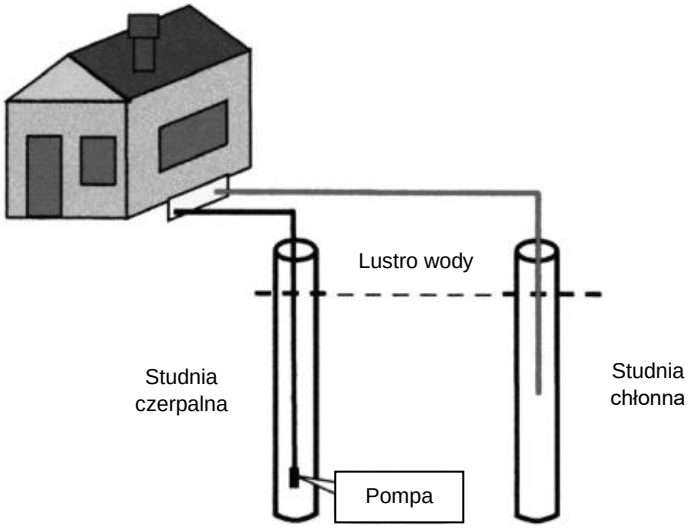
SYSTEMY OTWARTE [1]

Na Rys.2 przedstawiono podstawową zasadę wstępnego podgrzewania lub chłodzenia powietrza w systemie otwartym. Powietrze z otoczenia przechodzi przez rury umieszczone w gruncie w celu wstępnego podgrzania lub ochłodzenia, a następnie powietrze jest ogrzewane lub chłodzone przez konwencjonalną jednostkę klimatyzacyjną, umieszczoną przed budynkiem.



Rys.2. Podstawowa zasada wstępnego podgrzewania lub wstępnego chłodzenia powietrza w systemie otwartym [1].

W podobny sposób można wykorzystać wodę gruntową z warstwy wodonośnej jako nośnik chłodu, znajdujący się w bezpośrednim kontakcie z wężownicami pompy ciepła. W większości przypadków wymagane są dwa odwierty, jeden do poboru wody gruntowej, a drugi do wtłaczania jej z powrotem do warstwy wodonośnej (Rys.3).



Rys.3. Gruntowa wodna pompa ciepła [1].

SYSTEMY ZAMKNIĘTE [1]

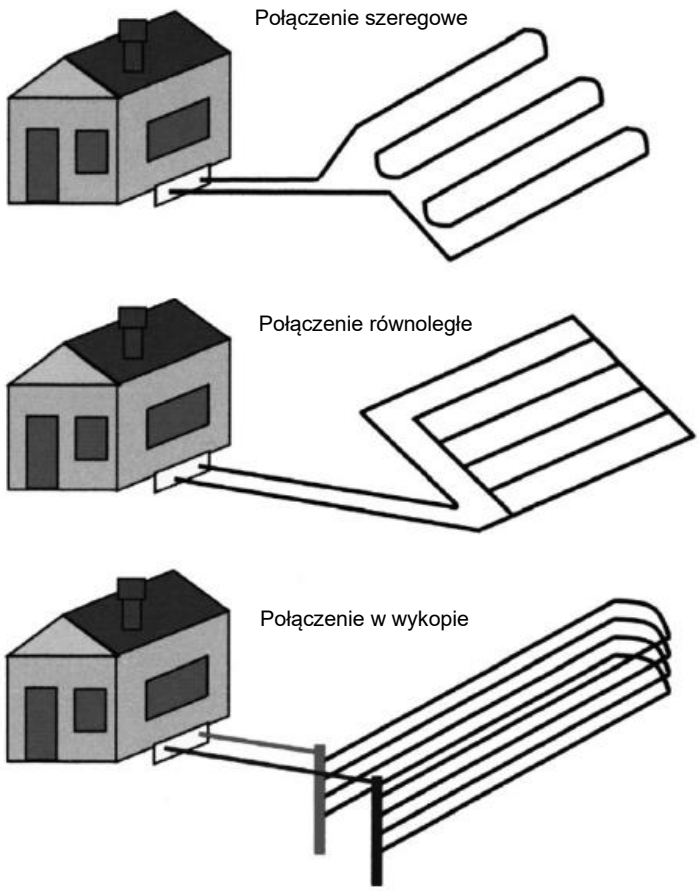
<u>Systemy zamknięte poziome</u>

W tym przypadku wymienniki ciepła znajdują się pod ziemią, a rury umieszczamy w pozycji poziomej, pionowej lub skośnej. W wymienniku ciepła krąży nośnik ciepła, przekazując ciepło z gruntu do pompy ciepła lub odwrotnie. Na Rys. 4 przedstawiono typ poziomy, który składa się z rur połączonych ze sobą szeregowo lub równolegle [1].

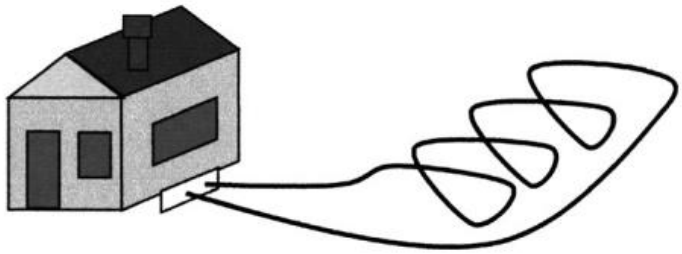
Ta konfiguracja jest zwykle najbardziej opłacalna ze względu na dostępność przestrzeni w otoczeniu budynku, a wykopy są łatwe do wykonania. Wykopy mają głębokość 1-2m w ziemi (W Polsce najczęściej 1,5-3m). Zwykle stosuje się szereg równoległych rur z tworzywa sztucznego. Ciecz przepływa przez rury w systemie zamkniętym. Typowa pętla pozioma ma długość 35-60 m na każdy kW mocy grzewczej lub chłodniczej. Poziome pętle gruntowe są najłatwiejsze do zainstalowania kiedy budynek jest w trakcie budowy. Jednakże, nowe typy sprzętu do wykonywania wykopów pozwalają na wykonywanie poziomych odwiertów, dzięki czemu możliwe jest doposażenie istniejących domów w takie systemy przy minimalnym naruszeniu wierzchniej warstwy gleby, a nawet zainstalowanie pętli pod istniejącymi budynkami lub podjazdami [1].

W USA opracowano specjalne gruntowe wymienniki ciepła dla pomp ciepła, w których rura jest zwinięta jak pokazano na Rys. 5. W ten sposób można umieścić więcej rur w krótszych wykopach, aby zmniejszyć ilość potrzebnego terenu. Kolektory te najlepiej nadają się do ogrzewania i chłodzenia w miejscach, gdzie nie jest istotne naturalne zasilanie temperaturowe gruntu.

Dla wszystkich systemów poziomych pracujących w trybie ogrzewania, głównym źródłem energii cieplnej jest promieniowanie słoneczne padające na powierzchnię ziemi. Dlatego ważne jest, aby nie przykrywać powierzchni nad gruntowym kolektorem ciepła [1].



Rys.4. Poziome gruntowe wymienniki ciepła [1].



Rys.5. Gruntowy wymiennik ciepła typu „Slinky” [1].

Nośnikiem ciepła jest ciecz niezamarzająca w postaci roztworu glikolu monoetylenowego lub propylenowego.

Literatura:

[1] Florides G., Kalogirou S. Ground heat exchangers - A review of systems, models and applications. Renewable Energy, Vol. 32 (2007), pp. 2461–2478.

[2] Bligh T.P., Knoth B.H. Data From One-, Two-, and Three-Dimensional Temperature Fields in the Soil Surrounding an Earth-Sheltered House. ASHRAE Transact ions, Vol. 89(1B) (1983), pp. 395–404.
[3] Dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego, https://danepubliczne.imgw.pl/
[4] https://www.ggsprojekt.pl/pompy-ciepla-wprowadzenie/

Opracowanie:
Dr inż. Anna Staszczuk