

## KONCEPCJA I BUDOWA GRUNTOWEGO WYMIENNIKA CIEPŁA, JAKO ELEMENTU SYSTEMU WENTYLACYJNEGO BUDYNKU MIESZKALNEGO

Krzysztof Nalepa, Maciej Neugebauer, Piotr Sołowiej

*Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie*

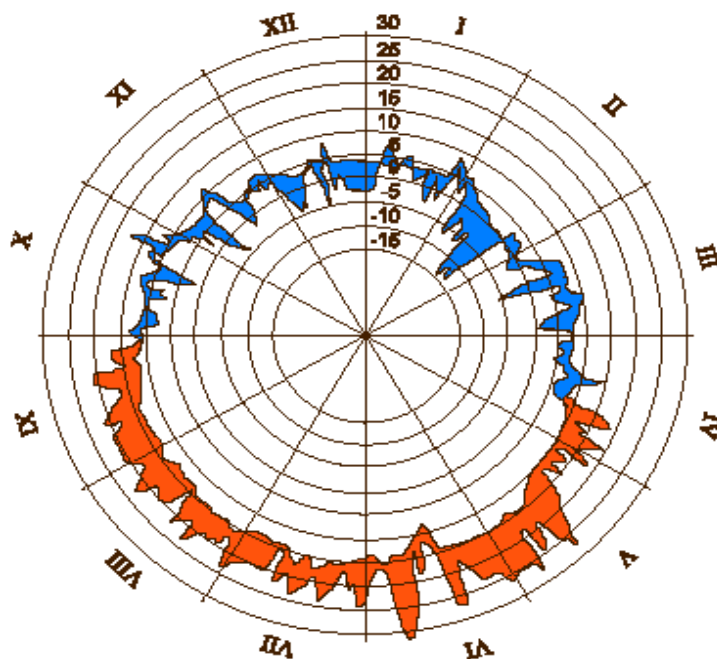
**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wstępny etap prac związanych z koncepcją wykonania i budową gruntowego wymiennika ciepła (GWC). GWC opisywany w niniejszej pracy jest elementem zintegrowanego systemu energetycznego wykorzystywanego w jednorodzinym domu mieszkalnym. W całej objętości gruntowego wymiennika ciepła oraz w warstwie gruntu przylegającej do GWC rozmieszczone są termistorowe czujniki temperatury.

**Słowa kluczowe:** gruntowy wymiennik ciepła, energia odnawialna, energia geotermiczna

### Wstęp

Komfort użytkownika budynku mieszkalnego obejmuje utrzymanie zakładanego poziomu temperatury w pomieszczeniach użytkowych oraz dostarczenia do nich odpowiedniej ilości świeżego powietrza i usunięcie powietrza zużytego [Fanger 1974]. Wymuszenie odpowiedniej wymiany powietrza w pomieszczeniach wymaga wykonania prawidłowo działającego systemu wentylacyjnego. Jest to szczególnie ważne w aspekcie reżimów technologicznych budowy nowych domów. Zapewniają one małe straty ciepła ale jednocześnie powodują uszczelnienie budynku, czyli odcinają dostęp świeżego powietrza wentylacyjnego. Rozwiązaniem problemu dostarczania świeżego powietrza jest stosowanie wymuszonego obiegu powietrza wentylacyjnego w formie mechanicznej wentylacji nawiewno-wywiewnej. Aby zmniejszyć straty energii wynikające z usuwania dużych ilości ogrzanego powietrza z wnętrza budynku i dostarczania powietrza świeżego, które wymaga ogrzania, stosuje się centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła oraz dodatkowe gruntowe wymienniki ciepła. Temperatura gruntu na pewnej głębokości ma stałą wartość, niezależnie od zmian pór roku. Ta właściwość może być wykorzystana do ogrzania powietrza przechodzącego przez GWC w okresie zimowym i ochłodzenia w okresie letnim. Gruntowe wymienniki ciepła budowane są jako przeponowe, w których powietrze nie ma kontaktu z gruntem rodzimym lub bezprzeponowe czyli takie, w których powietrze styka się z gruntem. Podczas przepływu powietrza przez wymiennik gruntowy, następuje wymiana ciepła pomiędzy ziarnami żwiru wypełniającymi wymiennik a cząsteczkami powietrza. W zależności od temperatury (zależne od pory roku) na wlocie wymiennika następuje podgrzewanie lub chłodzenie powietrza podczas przemieszczania się przez wymiennik. W okresie szczytów

zimowych powietrze podgrzewa się np. z  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $0^{\circ}\text{C}$ , (czyli o  $20^{\circ}\text{C}$ ), zaś latem ulega ochłodzeniu o ok.  $10^{\circ}\text{C}$ , np. z  $+30^{\circ}\text{C}$  do  $+20^{\circ}\text{C}$ . Przy czym temperatura powietrza na wylocie GWC, nawet w czasie najniższych temperatur nie spada poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  (rys. 1 - <http://www.taniaklima.pl>).



Źródło: <http://www.taniaklima.pl/>

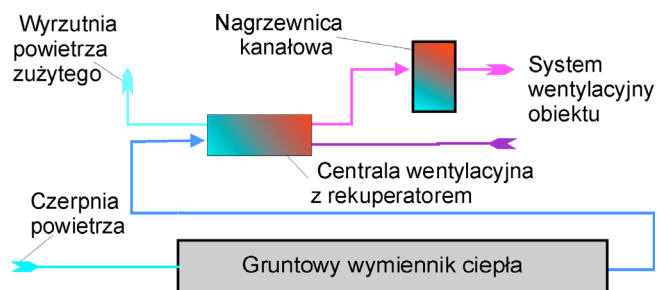
Rys. 1. Różnica temperatur na wlocie i wylocie GWC

Fig. 1. Temperature difference at the inlet and outlet of the ground heat exchanger

## Obiekt badań

System wentylacyjny budynku mieszkalnego przedstawiono na rys. 2. Głównym elementem systemu jest centrala wentylacyjna wyposażona w przeciwprądowy wymiennik ciepła. Jej zadaniem jest tłoczenie świeżego powietrza wentylacyjnego do wnętrza pomieszczeń oraz wypompowanie z pomieszczeń powietrza zużytego. Wymiennik ciepła w centrali wentylacyjnej zapewnia odzyskanie ciepła z powietrza zużytego i podgrzanie powietrza świeżego. Na wylocie kanału świeżego powietrza centrali wentylacyjnej umieszczona jest wodna nagrzewnica kanałowa, której zadaniem jest podgrzanie powietrza do wymaganej temperatury.

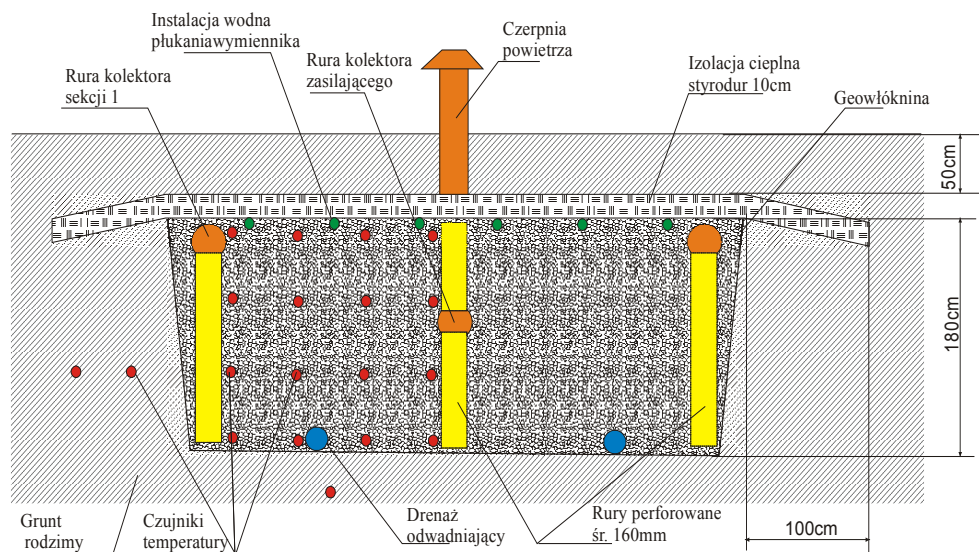
## Koncepcja i budowa...



Rys. 2. System wentylacyjny budynku mieszkalnego  
Fig. 2. Ventilation system of a dwelling-house

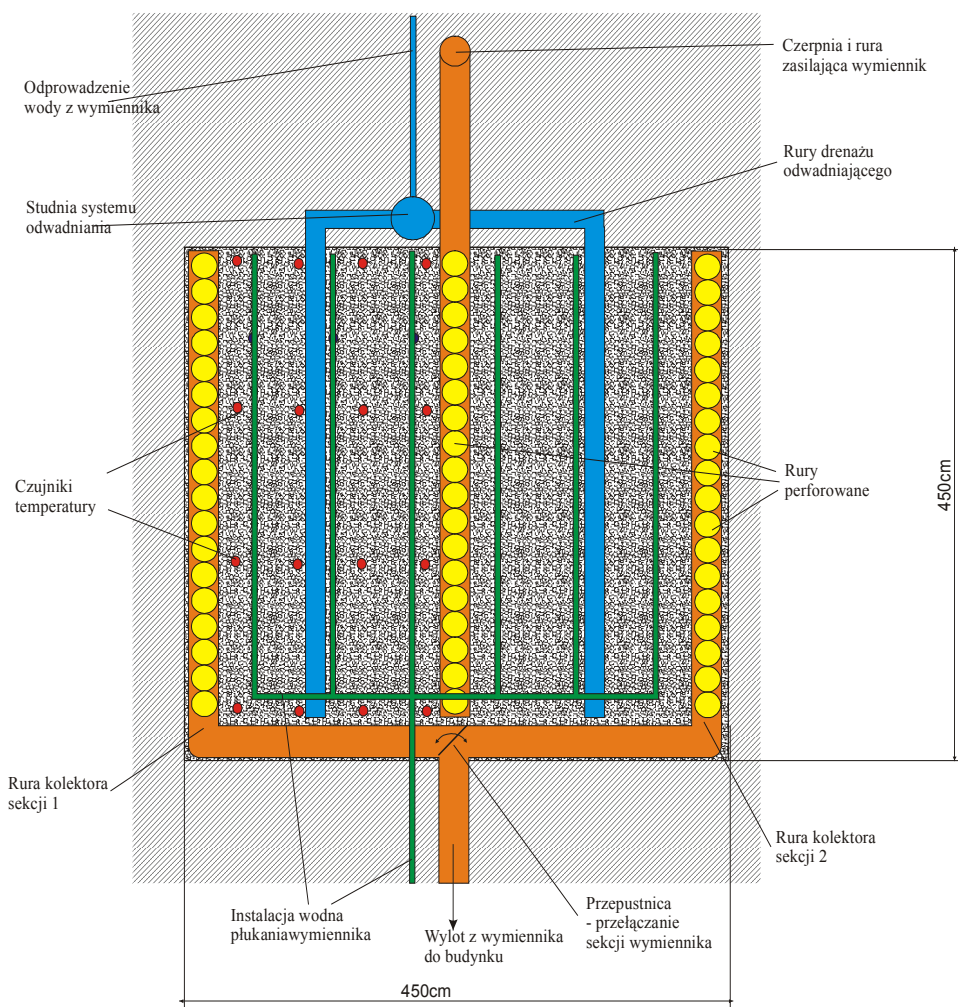
Pierwszym elementem systemu wentylacyjnego, przez który przechodzi powietrze jest gruntowy wymiennik ciepła. Jest to wymiennik żwirowy, bezprzeponowy. GWC wykonano jak układ dwusekcyjny, pracujący w trybie 12 godzin pracy / 12 godzin regeneracji sekcji.

Kanały powietrzne od czerpni poprzez kolektory wlotowe i wylotowy GWC oraz połączenie z centralą wentylacyjną wykonano z rur PCV. Pozostała część kanałów wentylacyjnych oraz elementy dystrybucji powietrza wewnątrz budynku wykonana została z prefabrykowanych elementów ocynkowanych.



Rys. 3. Przekrój poprzeczny gruntowego wymiennika ciepła  
Fig. 3. Cross-section of the ground heat exchanger

Idea działania GWC oparta jest na fakcie utrzymywania się na głębokości około 4 m temperatury gruntu na praktycznie stałym poziomie w ciągu całego roku. W strefie klimatycznej Polski temperatura gruntu na tej głębokości wynosi około  $+10^{\circ}\text{C}$  [Biernacka 2004, Gryglaszewski 1995]. Wypełnienie żwirowe GWC jest posadowione w rzeczywistości bardzo płytko – dolna powierzchnia niecki znajduje się na głębokości około 240cm poniżej poziomu gruntu. Wykonanie izolacji termicznej umiejscowionej nad złożem GWC symuluje jego posadowienie na głębokości 5-6 m pod powierzchnią ziemi.



Rys. 4. Widok rozmieszczenia instalacji oraz czujników temperatury wewnątrz gruntowego wymiennika ciepła

Fig. 4. Arrangement of the installation and temperature sensors inside the ground heat exchanger

GWC będący obiektem badań wykonany został jako niecka o wymiarach 4,5m x 4,5m i głębokości 2,4m. Dno i ściany niecki wyłożono geowłókniną zapobiegającą przedostawaniu się cząstek gruntu rodzimego do wnętrza wymiennika a jednocześnie zapewniającą wymianę ciepła pomiędzy gruntem a wypełnieniem wymiennika. Wewnątrz niecki umieszczono kanał powietrzny zasilający oraz dwa kolektory wylotowe, zbiegające się złącza z zaworem umożliwiającym przełączenie. Taka konstrukcja daje możliwość sterowania pracą i regeneracją wymiennika poprzez skierowanie przepływającego powietrza do jednej lub drugiej sekcji GWC. Sekcje GWC pracują naprzemiennie w cyklu 12 godzin pracy / 12 godzin regeneracji cieplnej złoża. Wolne przestrzenie wymiennika gruntowego wypełniono żwirem płukanym o granulacji 16-32 mm do wysokości 1,8 m ponad dno niecki.

W górnej warstwie wymiennika umieszczono instalację zraszającą, która umożliwia płukanie złoża żwirowego i pozwala wpływać na wilgotność powietrza dostarczanego do systemu wentylacyjnego. Nad wypełnieniem żwirowym umieszczona została warstwa izolacji termicznej o grubości 0,1 m, przy czym warstwa izolacji termicznej pokrywa całą powierzchnię GWC oraz pas gruntu o szerokości 1m przylegający bezpośrednio do ścian bocznych wymiennika. Całość przysypano warstwą gruntu rodzimego o grubości 0,5 m. Ze względu na możliwość gromadzenia się wody w niecce wymiennika zapewniono również możliwość odprowadzenia wody, wykonując drenaż odwadniający. GWC o podobnej budowie są szeroko prezentowane jako typowe konstrukcję gruntowych wymienników ciepła (<http://www.gwc.com.pl/zwirowy.html>, <http://www.taniaklima.pl>).

W całej objętości rozmieszczono czujniki temperatury, umieszczając je w czterech warstwach co 0,4m w rozstawie siatki 0,4m. Takie rozmieszczenie czujników umożliwi pomiar temperatury w różnych punktach przestrzeni GWC przez co możliwe będzie uzyskanie informacji o rozkładzie temperatur w różnych fazach pracy i regeneracji wymiennika. Dodatkowe czujniki temperatury umieszczono w gruncie bezpośrednio przylegającym do wymiennika: dwa czujniki w odległościach 0,25 m i 0,5 m od ściany wymiennika i dwa czujniki na głębokości 0,25 i 0,5 m pod dnem niecki. Zadaniem tych czujników jest dostarczanie informacji o zmianach temperatury w gruncie przylegającym do wymiennika w różnych fazach jego pracy i regeneracji. Pomiar temperatury oraz wilgotności powietrza realizowany będzie czujnikami, które zostały umieszczone w rurze czerpni oraz w kanale wylotowym. Czujnik pomiaru natężenia przepływu powietrza umieszczony został w kanale wylotowym. Dane z wszystkich czujników zapisywane będą za pomocą mikrokomputerowego rejestratora danych.

## Podsumowanie

W artykule przedstawiono opis budowy stanowiska badawczego do wyznaczania rozkładów temperatury w objętości czynnej gruntowego wymiennika ciepła oraz w warstwach gruntu przylegających bezpośrednio do GWC. Informacje o zmianach temperatury w poszczególnych warstwach gruntowego wymiennika ciepła z wypełnieniem żwirowym i współpracującym z nim gruncie uzyskane w trakcie eksploatacji GWC posłużą do zbudowania modelu wymiany ciepła pomiędzy materiałem wypełniającym wymiennik a powietrzem przepływającym przez wymiennik oraz współpracy wymiennika z otaczającym go gruntem.

## **Bibliografia**

- Biernacka B.** 2004. Rozkład temperatury w gruncie w okresie letnim. Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna, 6-7.
- Fanger P.O.** 1974. Komfort cieplny. Arkady. Warszawa 1974.
- Gryglaszewski L.** 1995. Pompy ciepła „CETUS”. Dolne źródła ciepła. SeCeS-Pol. Gdańsk.

## **THE IDEA AND CONSTRUCTION OF A GROUND HEAT EXCHANGER AS AN ELEMENT OF DWELLING-HOUSE VENTILATION SYSTEM**

**Abstract.** In the paper the initial stage of works, connected with the idea and construction of a ground heat exchanger (GWC), is presented. The ground heat exchanger described in the present paper is an element of the integrated energetic system used in a single family house. Throughout the ground heat exchanger and in the layer of soil adjacent to the exchanger thermistor temperature sensors are placed.

**Key words:** ground heat exchanger, renewable energy, geothermal energy

### **Adres do korespondencji:**

Krzysztof Nalepa; e-mail: nalepka@uwm.edu.pl  
Katedra Elektrotechniki i Energetyki  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
ul. Oczapowskiego 11  
10-736 Olsztyn