

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Inżynierii Środowiska

Instytut Ogrzewnictwa i Wentylacji



ROZPRAWA DOKTORSKA

mgr inż. Michał Strzeszewski

Model obliczeniowy ogrzewania mikroprzewodowych

(streszczenie)

Promotor
prof. dr hab. inż.
Robert Rabjasz

Warszawa 2002

1. Streszczenie w języku polskim

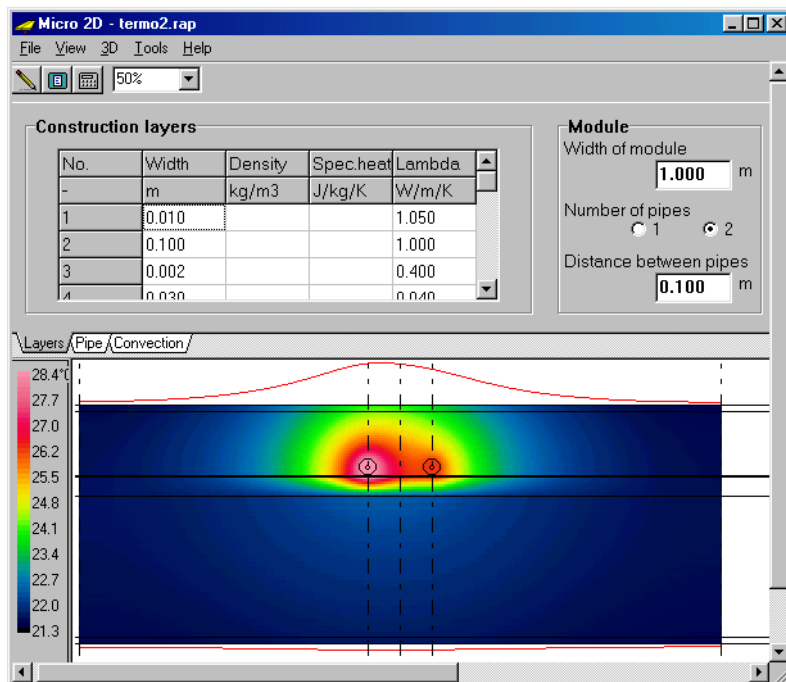
Ogrzewanie mikroprzewodowe zalicza się do grupy ogrzewań niskotemperaturowych lub średniotemperaturowych. W **rozdziale 4.** przedstawiono podstawy teoretyczne ogrzewań niskotemperaturowych. Stosowanie ich umożliwia ograniczenie zużycia energii i egzergii. Poza tym mogą wystąpić innego rodzaju korzyści, takie jak poprawa komfortu cieplnego oraz poprawa jakości powietrza wewnętrznego. Dodatkowo grzejniki niskotemperaturowe charakteryzują się właściwościami „samoregulacyjnymi”.

Rozdział 5. zawiera opis ogrzewań mikroprzewodowych na tle systemów poziomych. System ogrzewania mikroprzewodowego, ze względu na posiadane zalety jest systemem bardzo atrakcyjnym dla inwestorów i użytkowników. Jednak jego prawidłowe działanie uzależnione jest od odpowiedniego zaprojektowania i wykonania instalacji. W rozdziale tym przytoczono również wymagania dotyczące temperatury powierzchni podłogi.

W **rozdziale 6.** zamieszczono przegląd literaturowy przybliżonych metod określania strat ciepła (mocy cieplnej) przewodów w półmasywie. Przytoczono metody używane dla ogrzewań podłogowych i bezkanałowych sieci ciepłowniczych.

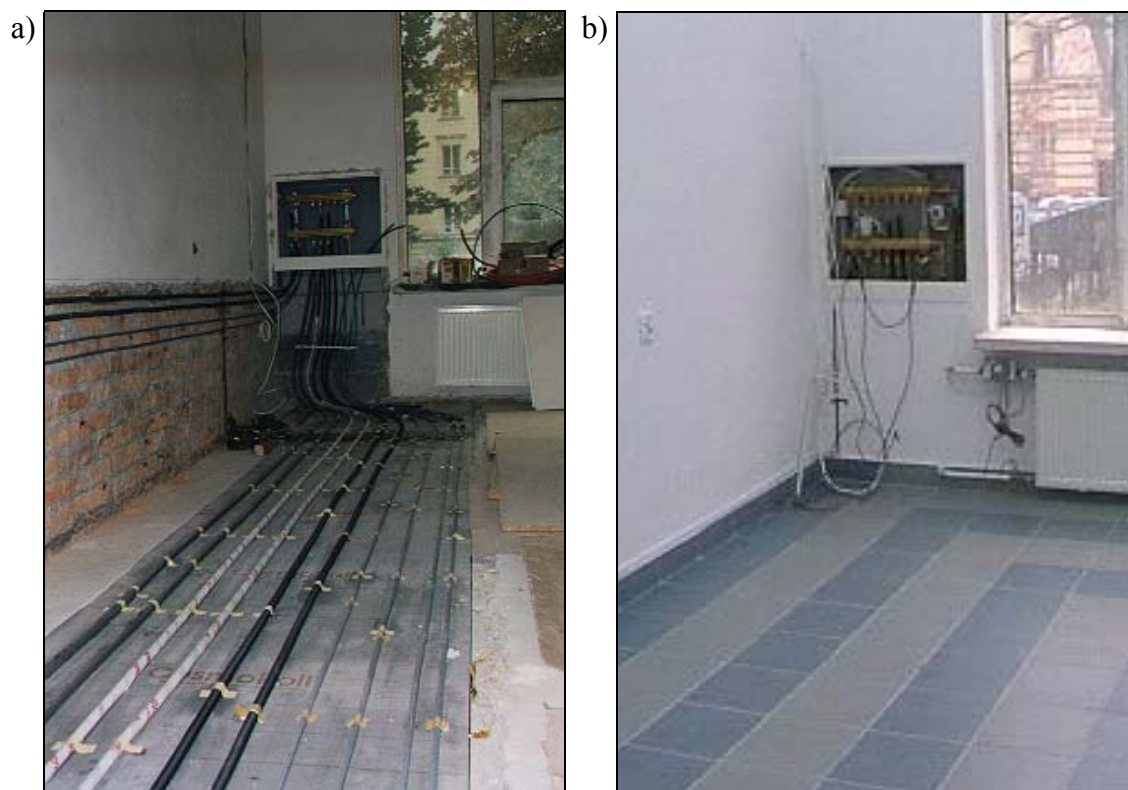
W **rozdziale 7.** przedstawiono model matematyczny wymiany ciepła dla przewodów c.o. prowadzonych w konstrukcji przegrody budowlanej, wraz z przyjętymi warunkami brzegowymi. W rozdziale tym omówiono również autorski program komputerowy *Micro 2D* (rys. 1.1), realizujący model matematyczny. Zamieszczono także opis wykorzystanej w programie techniki macierzy rzadkich.

Rozdział 8. zawiera opis instalacji doświadczalnej i weryfikację empiryczną modelu matematycznego. Wyniki uzyskane z programu charakteryzowały się wysoką zgodnością z wynikami pomiarów.



Rys. 1.1. Okno główne programu *Micro 2D*.

Figure 1.1. Main window of the computer program *Micro 2D*.



Rys. 1.2. Fragment instalacji doświadczalnej – a) zdjęcie wykonane w czasie budowy stanowiska, b) zdjęcie wykonane po zakończeniu prac budowlanych.

Figure 1.2. Fragment of the research installation – a) picture taken during the construction of the system, b) picture taken after the termination of construction.

W ramach badań doświadczalnych wyznaczono również opór cieplny *peszla*. W badanym przypadku (średnica zewnętrzna *peszla* $d_z=20,7$ mm; średnice przewodów $d_z=12,0$ mm/ $d_w=8,4$ mm) opór cieplny zastosowanego *peszla* wraz z pustką powietrzną ustalono jako 0,59 mK/W, a zastępczy współczynnik przewodzenia ciepła 0,146 W/mK.

Rozdział 9. zawiera badania symulacyjne przewodów pojedynczych i par przewodów, prowadzonych w konstrukcji stropu. Badania przeprowadzono przy użyciu zweryfikowanego doświadczalnie modelu. Przeanalizowano wpływ na warunki wymiany ciepła następujących czynników: temperatura wody, rozstaw przewodów, grubość warstwy betonu nad przewodami, grubość izolacji i prędkość wody.

Rozdział 10. przedstawia przykładowe aplikacje niniejszej pracy i modelu wymiany ciepła, zrealizowanego w postaci programu *Micro 2D*. Porównano w nim straty ciepła przewodów c.o., umieszczonych w podłodze, z mocą grzejnika konwekcyjnego. W drugiej części rozdziału wyznaczono sprawności izolacji przewodów w podłodze i odniesiono się do dotychczasowych praktyk projektowych. W ostatniej części rozdziału wyznaczono, dla przykładowego sposobu prowadzenia przewodów, maksymalną temperaturę zasilania, tak aby nie została przekroczona dopuszczalna temperatura powierzchni podłogi. W omawianym przypadku maksymalne temperatury wody to 60/40°C (dla temperatury dopuszczalnej 29°C) i 70/50°C (dla temperatury dopuszczalnej 31°C).

W **rozdziale 11.** zamieszczono podsumowanie i wnioski.

Do pracy dołączono skróconą instrukcję obsługi programu komputerowego *Micro 2D* (**Załącznik 1**), przykładowy plik z danymi (**Załącznik 2**) oraz fragment pliku z wynikami (**Załącznik 3**).

2. English Summary

Micropipe heating systems belong to the low- or medium-temperature systems. **Chapter 4** presents theoretical basis of low-temperature heating systems. Application of those systems enables reduction of energy and exergy consumption. Beside that other benefits may occur, such as improvement of thermal comfort and improvement of interior air quality. Additionally low-temperature radiator have “self-control properties”.

Chapter 5 contains characteristic of *micropipe heating systems*. These systems are very attractive for investors and users. But their proper work depends on the correct design and realization. This chapter presents also requirements for the temperature of the floor surface.

Simplified methods for determining heat losses from the pipes put in a slab are presented in **Chapter 6**.

The mathematical model of the heat exchange for the pipes put in the floor or the wall is described in **Chapter 7**. This chapter presents also the computer program *Micro 2D* (Figure 1.1), which implements the model.

Chapter 8 includes also description of the research installation (Figure 1.2) and empirical verification of the mathematical model. The results obtained from the model correlated to a large degree with those from physical measurements.

Additionally the heat resistance of the protective goffered pipe together with the air void was determined empirically. For the examined case of (external diameter of the protective pipe 20.7 mm, external diameter of the water pipe 12.0 mm and internal diameter the pipe 8.4 mm) the linear heat resistance was 0.59 mK/W and the substitute conductivity coefficient was 0.146 W/mK

Chapter 9 presents the results of the computer simulation analyses for the singular pipes and the pairs of pipes. The research was carried out with the empirically verified computer program. The following factors were included in the analysis: water temperature, distance between the pipes, thickness of the concrete layer, thickness of the isolation and water velocity.

Chapter 10 shows the examples of the practical application of the study and the developed computer program *Micro 2D*:

- comparison of the heat losses with the power of the radiator,
- determination of the insulation efficiency for the pipes put in a floor,
- determination of the maximal water temperature, so that the floor surface temperature does not exceed the permissible value – for the analyzed case it is 60/40°C (for permissible value of 29°C) and 70/50°C (for permissible value 31°C).

Chapter 11 includes the summary and conclusions.

Appendix 1 contains the shortened version of the manual for the computer program *Micro 2D*. **Appendix 2** shows an exemplary data file and **Appendix 3** – fragments of an exemplary results file.