

## PRÓBA OKREŚLENIA ROZKŁADU CIŚNIEŃ W NAPOWIETRZANYM ZŁOŻU KOMPOSTU

Piotr Sołowiej

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

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki badań rozkładu ciśnień w napowietrzonym złożu kompostowanego materiału biologicznego. Badania przeprowadzono na specjalnie przygotowanym stanowisku laboratoryjnym, którego głównym elementem jest wyposażony w niezbędną aparaturę pomiarową adiabatyczny bioreaktor. Określono różnice ciśnień między wybranymi lokalizacjami w pryzmie kompostu. Stwierdzono zasadność prowadzenia dalszych badań w celu stworzenia i weryfikacji modelu przepływu masy i energii w napowietrzonym złożu kompostu.

**Słowa kluczowe:** rozkład ciśnień, złożo, napowietrzanie, kompost

### Wprowadzenie

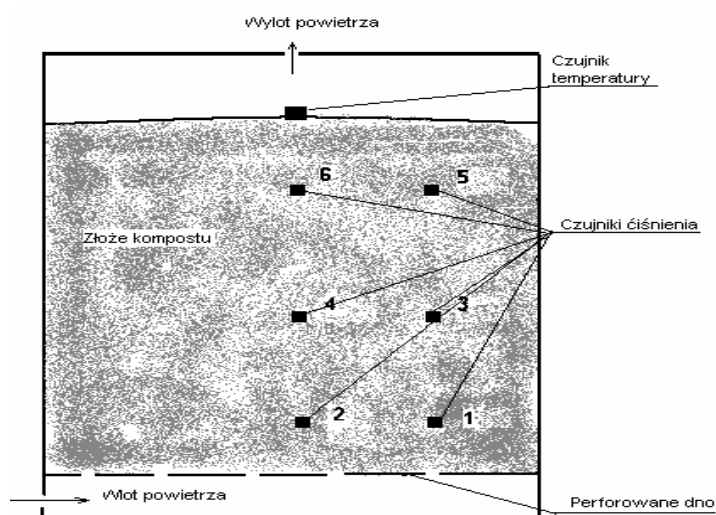
Kompostowanie odpadów pochodzenia biologicznego jest jedną z bardziej efektywnych metod ich utylizacji. Na świecie szeroko prowadzone są badania możliwości utylizacji takich materiałów jak frakcje biologiczne odpadów miejskich [El-Mashad i in. 2002], czy zużyte podłoże z pieczarkarni [Nizewski i in. 2006]

W ramach prowadzonych badań nad możliwością odzyskiwania nadmiaru energii cieplnej powstającej w wyniku kompostowania odpadów biologicznych [Sołowiej 2007a], [Sołowiej 2007b] powstała konieczność określenia parametrów strumienia transportu masy i energii w napowietrzonym złożu kompostu. Ze względu na to, że napowietrzanie złoża odbywa się poprzez perforowane dno bioreaktora, transport masy (wilgoci) i energii cieplnej odbywa się z dołu do góry wymuszony przez tłoczone powietrze oraz naturalną konwekcję. Niezwykle przydatną informacją umożliwiającą rozwiązanie tego problemu byłaby znajomość rozkładu ciśnień panujących w kompostowanym, napowietrzonym złożu. Niezwykle złożone procesy zachodzące w fazie termofilowej w kompostowanym złożu powodujące powstawanie wysokiej temperatury, przy wysokiej wilgotności i zmiennej gęstości nastęrczają trudności w doborze odpowiednich elementów pomiarowych, a także późniejszej interpretacji otrzymanych wyników.

### Stanowisko badawcze

Głównym elementem stanowiska badawczego jest szczelny, adiabatyczny bioreaktor o pojemności 100 dm<sup>3</sup> wsadu. Wyposażony jest on w kontrolowany system napowietrzający (pompa o regulowanym wydatku, rotametr). Odpowiednio rozmieszczone (rys. 1.) czuj-

niki ciśnienia (sześć sztuk piezorezystywnych czujników ciśnienia z płaszczem silikonowym zaopatrzonych w dodatkowe osłony zabezpieczające przed zalaniem cieczą), oraz system skraplający opary w wychodzącym powietrzu.



Rys. 1. Rozmieszczenie czujników ciśnienia w złożu kompostu  
Fig. 1. Arrangement of pressure pick-ups in a compost bed

Czujniki ciśnienia poprzez kartę PC-LabCard USB- 4711 podłączono do komputera PC i tam za pomocą oprogramowania stworzonego z wykorzystaniem platformy LabView są wizualizowane i rejestrowane. Dokładny opis stanowiska badawczego został zamieszczony w artykule Sołowiej [2008].

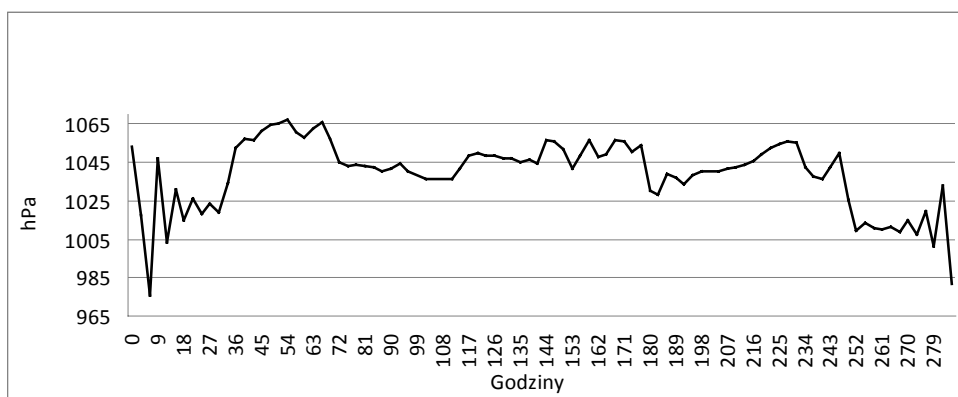
## Materiał badawczy, przebieg badań

W skład materiału kompostowanego weszło 25 kilogramów kapusty i 3 kilogramy słomy pszennej. Materiał rozdrobiono i wymieszano przygotowując w miarę jednorodną mieszaninę. Podczas załadunku mieszaniny do bioreaktora umieszczono czujniki ciśnienia i czujnik temperatury.

Pomiarów ciśnienia dokonywano co 30 sekund a następnie obliczano średnią z trzech godzin dla każdego z czujników. Napowietrzanie złoża było stałe przez cały czas eksperymentu i wynosiło 7,5 litra powietrza na minutę. Pomiar zakończono w momencie wyrównania się temperatury w złożu z temperaturą zewnętrzną.

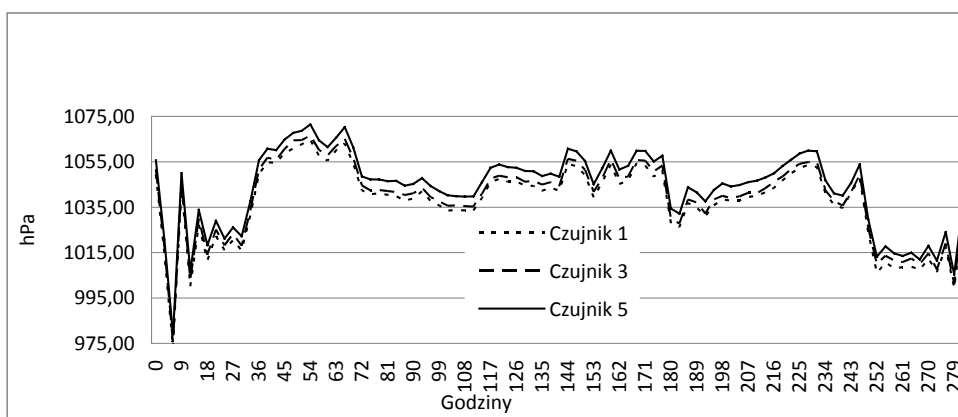
## Wyniki i dyskusja

Przebieg zmian ciśnienia w badanym złożu (rys. 2) w początkowej fazie procesu kompostowania był proporcjonalny do temperatury. Pod koniec fazy termofilnej (około osiemdziesiątej godziny kompostowania) nastąpiło dość gwałtowne zmniejszenie objętości pryzmy (opadnięcie), a co za tym idzie wzrost gęstości pociągający za sobą wzrost ciśnienia w badanym złożu. Nieregularne zmiany ciśnienia w dalszej fazie procesu wynikają najprawdopodobniej z dalszych zmian objętości i struktury badanej pryzmy. Struktura staje się mniej porowata lecz bardziej sucha (znaczna część wilgoci zawartej w kompostowanym materiale odparowała w wyniku działania wysokiej temperatury panującej w początkowej fazie procesu).



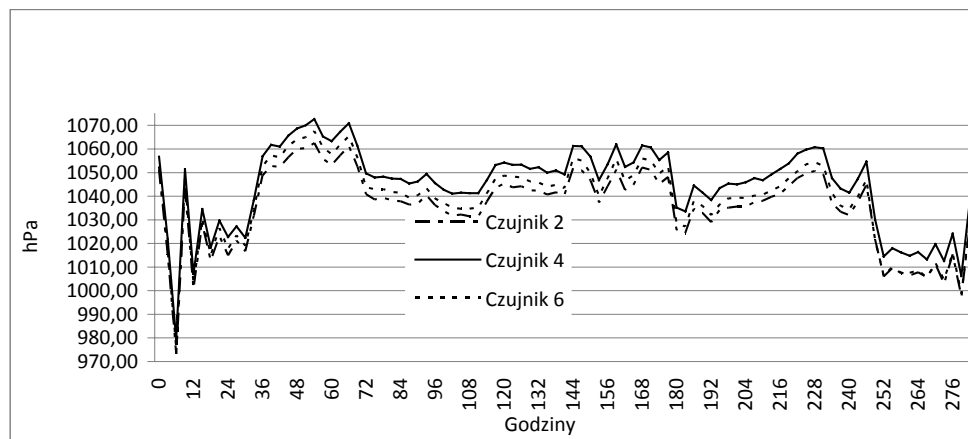
Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 2. Średnie ciśnienie w badanym złożu  
Fig. 2. Average pressure in the examined bed



Źródło: opracowanie własne autora

Rys. 3. Przebiegi ciśnień z czujników 1, 3 i 5  
Fig. 3. Trajectories of pressure readouts from pick-ups no. 1, 3 and 5



Źródło: opracowanie własne autora

Rys 4. Przebiegi ciśnień z czujników 2, 4 i 6

Fig. 4. Trajectories of pressure readouts from pick-ups no. 2, 4 and 6

Jak widać na wykresach 3 i 4 różnice ciśnień zarejestrowane przez czujniki umieszczone zarówno w osi badanej przyzmy, jak i przy ściance bioreaktora wykazują różnice w zależności od położenia. W obu przypadkach różnice te utrzymują się przez cały czas trwania eksperymentu i zachowują podobne wartości. Czujniki zamieszczone w osi badanej przyzmy zarejestrowały większe różnice ciśnień niż te umieszczone bliżej ścianki bioreaktora. Wskazują też na to różnice uśrednionych dla całego procesu ciśnień (tab. 1.)

Tabela 1. Różnice średnich ciśnień między wybranymi czujnikami

Table 1. Differences in average pressure values for selected pick-ups

Numery czujników	Różnica ciśnień [hPa]
1-3	2,05
3-5	4,19
2-4	9,02
4-6	6,01

Źródło: obliczenia własne autora

## Podsumowanie

Uzyskane wyniki badań potwierdziły założenia autora co do istnienia znaczących różnic ciśnień w napowietrzonym złożu kompostowanego materiału biologicznego, co uzasadnia potrzebę prowadzenia dalszych prac w tym kierunku. Zbudowane stanowisko badawcze w pełni zaspokaja potrzeby tego typu badań. Charakter wyników przeprowadzo-

nego eksperymentu skłania do stwierdzenia, iż obrana metodologia - w perspektywie prowadzenia dalszych badań pozwoli na opracowanie modelu transportu masy i energii w napowietrzonym złożu kompostu.

## **Bibliografia**

- Di Maria F., Benavoli M., Zoppitelli M.** 2008. Thermodynamic analysis of the energy from the aerobic bioconversion of solid urban waste organic fraction. *Waste Management* 28. s. 805-812.
- Niżewski P., Dach J., Jędrus A.** 2006. Management of mushrooms substrate waste by composting process. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* Vol51(1). s. 24-27.
- Sołowiej P.** 2007a. Konceptualizacja zastosowania pryzmy kompostu jako nisko-temperaturowego źródła ciepła w produkcji warzyw. *Inżynieria Rolnicza* 6(94) s. 241-247.
- Sołowiej P.** 2007b. Przykład wykorzystania pryzmy kompostu jako niskotemperaturowego źródła ciepła. *Inżynieria Rolnicza* 8(96) s. 247-253.
- Sołowiej P.** 2008. Koncepcja budowy bioreaktora do kompostowania biomasy – stanowisko badawcze. *Inżynieria Rolnicza* 11(109). s. 227-231.

## **AN ATTEMPT TO DETERMINE PRESSURE DISTRIBUTION IN AN AERATED COMPOST BED**

**Abstract.** The paper presents results of the research on pressure distribution in an aerated bed containing composted biological material. The tests were performed at a specially prepared laboratory stand. The main component of the stand was an adiabatic bioreactor equipped with indispensable measuring apparatus. Completed tests allowed to determine differences in pressure between selected locations in compost heap. It has been confirmed that it is justified to continue the research in order to create and verify a model of mass and energy flow in an aerated compost bed.

**Key words:** pressure distribution, bed, aeration, compost

### **Adres do korespondencji:**

Piotr Sołowiej; e-mail: pit@uwm.edu.pl  
Katedra Elektrotechniki i Energetyki  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie  
Ul. Oczapowskiego 11  
10-736 Olsztyn