

ROZKŁAD KONCENTRACJI SKŁADNIKÓW PODCZAS MIESZANIA FUNNEL-FLOW Z SYSTEMEM RSI

Dominika Matuszek, Marek Tukiendorf

Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej, Politechnika Opolska

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych przy użyciu mieszalnika do systemu funnel-flow. Mieszaniu poddano niejednorodny dwuskładnikowy układ ziarnisty o stałym stosunku średnicy ziaren i różnym stosunku gęstości. W procesie zastosowano wkładki wspomagające w postaci elementów systemu Roof Shaped Insert. Wykorzystano stożki o tym samym kącie rozwarcia i dwóch różnych wymiarach średnicy. W trakcie prowadzonych badań dokonywano zasadności użycia komputerowej analizy obrazu w ocenie koncentracji obserwowanych składników. Uzyskane wyniki przedstawiono w sposób graficzny.

Słowa kluczowe: system funnel-flow, ziarniste mieszaniny niejednorodne, komputerowa analiza obrazu

Wstęp

Istotą mieszania komponentów ziarnistych jest doprowadzenie układu do stanu równowagowego przy jednoczesnym uzyskaniu jak najbardziej równomiernego rozkładu trasaera w całej objętości złoża [Boss, Tukiendorf 1992].

W poprzednich pracach autorów [Matuszek, Tukiendorf 2006, Matuszek, Tukiendorf w druku] oceniano już wpływ wkładek systemu Roof Shaped Insert na proces mieszania niejednorodnych układów ziarnistych w mieszalniku laboratoryjnym. Uzyskane wyniki udowodniły, iż zastosowanie kształtek daszkowych poprawia jakość otrzymywanych mieszanin oraz powoduje szybsze osiągnięcia stanu równowagowego.

W niniejszej pracy do prowadzenia procesu mieszania zastosowano powiększony 2,5-krotnie model poprzedniego mieszalnika [Matuszek, Tukiendorf 2006]. Składniki ziarniste dobrano w taki sposób aby utworzyć układy o różnych wymiarach średnic, ale stałym ich stosunku ($d_1/d_2 = \text{const.}$). Różniły się natomiast gęstościami (tab. 1). Zmiana tych parametrów wpływa na charakter wysypu materiału ze zbiornika, a w konsekwencji do obniżenia stopnia zmieszania [Boss, Tukiendorf 2000].

Do oceny koncentracji mieszanych ziaren zastosowano komputerową analizę obrazu oraz analizę wagową. Dokonano porównania tych dwóch metod.

Cel badań

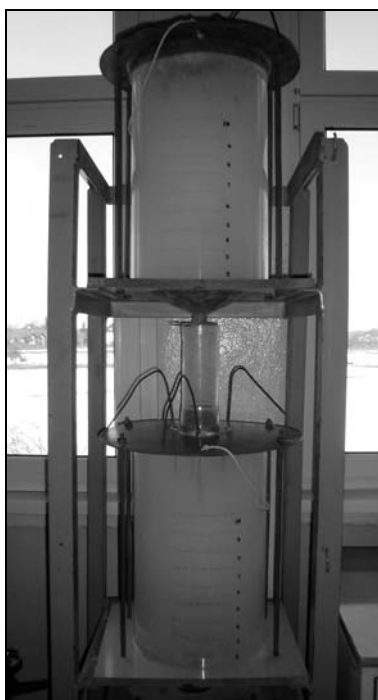
Określenie zmian rozkładu trasaera w układzie ziarnistym podczas mieszania metodą wysypu kominowego. Ocena wpływu wkładek systemu RSI na wspomaganie przebiegu procesu.

Tabela 1. Własności stosowanych materiałów ziarnistych
 Table 1. Specification of granular materials

Układ ziarnisty	Stosunek średnicy ziaren d_1/d_2	Stosunek gęstości ziaren ρ_1/ρ_2
Wyka-łubin	1,60	1,03
Agalit-wyka		2,09
Rzepak-tlenek glinu		0,70

Metodyka badań

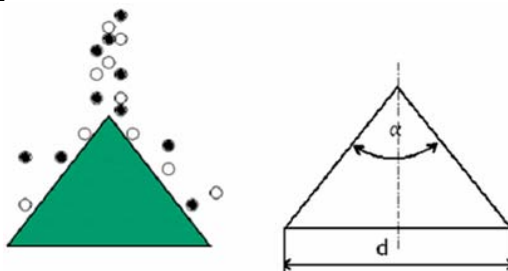
Mieszanie prowadzono z użyciem laboratoryjnego mieszalnika do systemu funnel-flow (rys. 1). Zbiorniki, zasilający i odbierający, posiadały identyczne wymiary: wysokość części cylindrycznej – 500 mm, wysokość części stożkowej – 90 mm, średnica wewnętrzna – 300 mm, średnica otworu – 30 mm. Dodatkowo stanowisko wyposażone było w zbiornik o rozbieralnej konstrukcji (10 pierścieni). Szczegółowy opis metodyki badań przedstawiono we wcześniejszych pracach autorów [Matuszek, Tukiendorf 2006].



Rys. 1. Mieszalnik przesypowy
 Fig 1. Flow-through mixer

Rozkład koncentracji składników...

W badaniach użyto wkładek systemu RSI (rys. 2). Zastosowano elementy o kształcie stożka o jednakowym kącie rozwarcia $\alpha = 110^\circ$ i dwóch różnych wymiarach podstawy $d_1 = 150$ mm, $d_2 = 120$ mm.

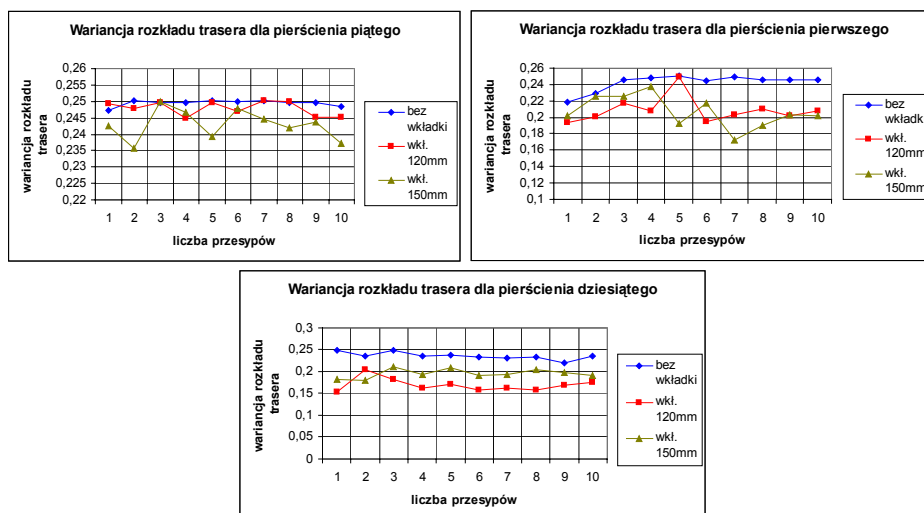


Rys. 2. Wkładka systemu Roof Shaped Insert
Fig. 2. Roof Shaped System Insert

Za miarę rozkładu obserwowanego w poszczególnych etapach trasera przyjęto rozkładu wariancji zakładając, że idealne wymieszanie dawałoby wartość wariancji równą 0 a całkowita segregacja powodowałaby wzrost do wartości wariancji równej 1.

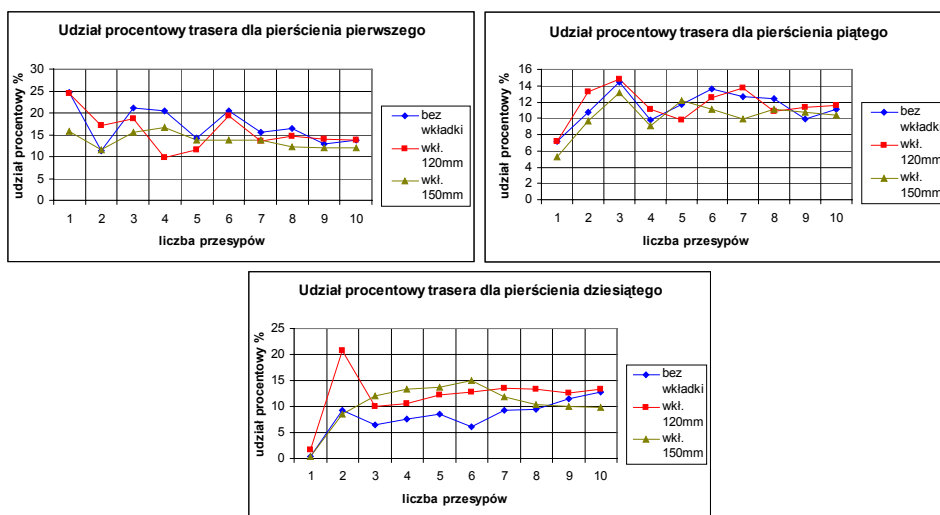
Wyniki

Uzyskane wyniki wariancji rozkładu trasera oraz jego udziały procentowe przedstawiono w sposób graficzny (rys. 3a,b, 4a,b i 5 a,b).



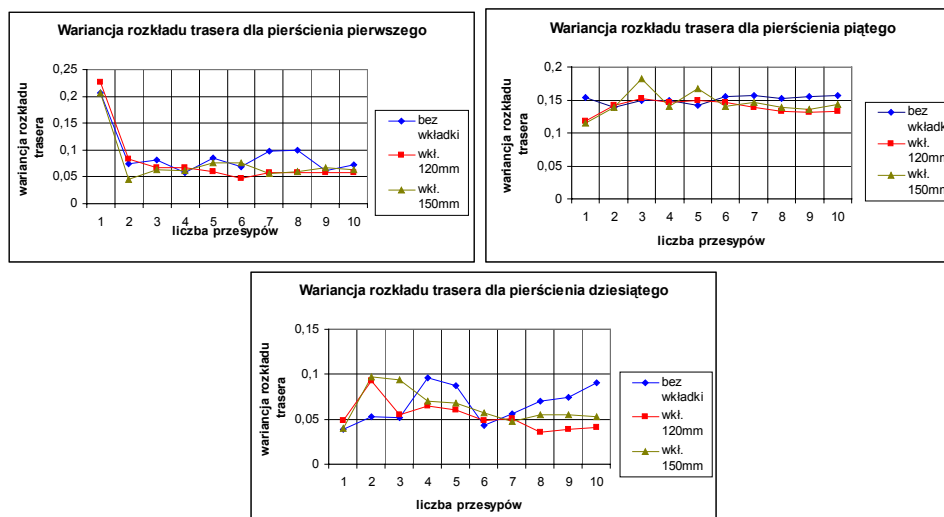
Rys. 3a. Rozkład trasera w układzie ziarnistym wyka-lubin dla pierścieni 1, 5 i 10

Fig. 3a. Tracer distribution within tare-lupine granular system for rings 1, 5 and 10



Rys. 3b. Udział procentowy traseru w układzie wyka-łubin dla pierścieni 1, 5 i 10

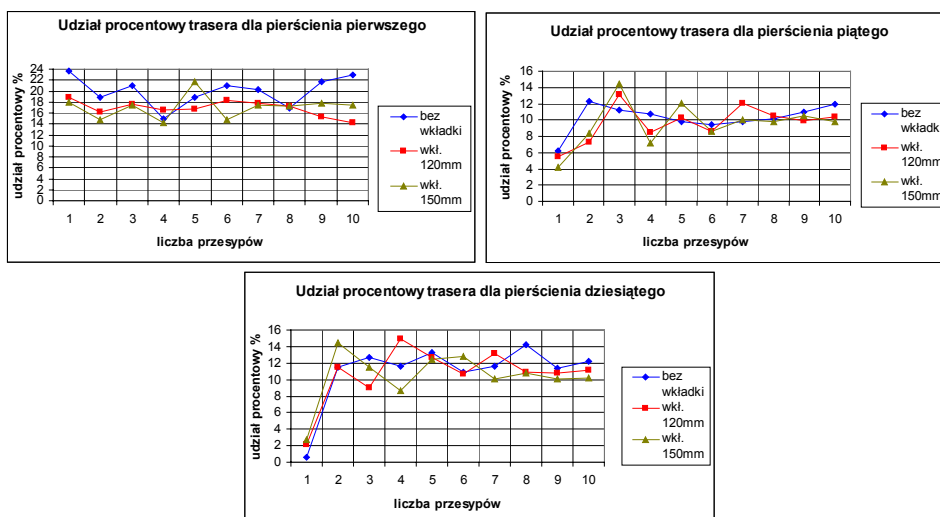
Fig. 3b. Tracer percent share within tare-lupine system for rings 1, 5 and 10



Rys. 4a. Rozkład traseru w układzie ziarnistym agalit-wyka dla pierścieni 1, 5 i 10

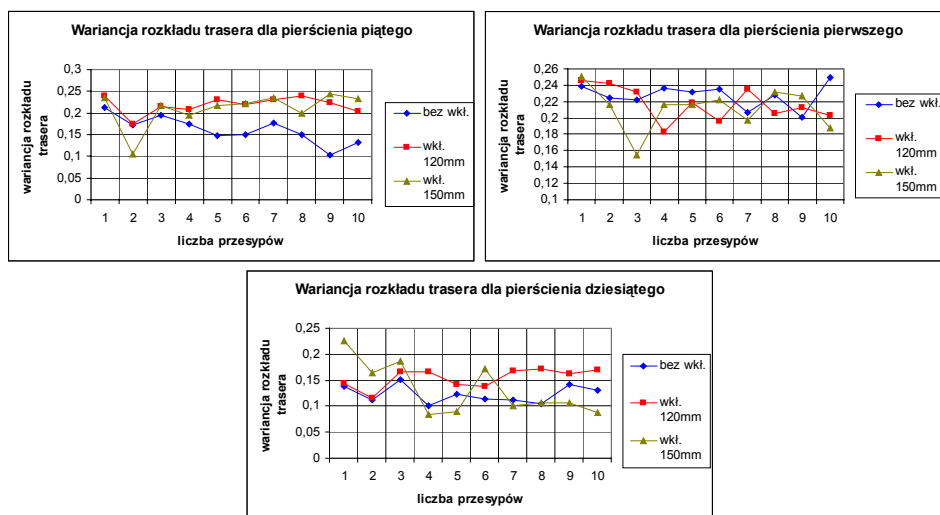
Fig. 4a. Tracer distribution within agalith-tare granular system for rings 1, 5 and 10

Rozkład koncentracji składników...



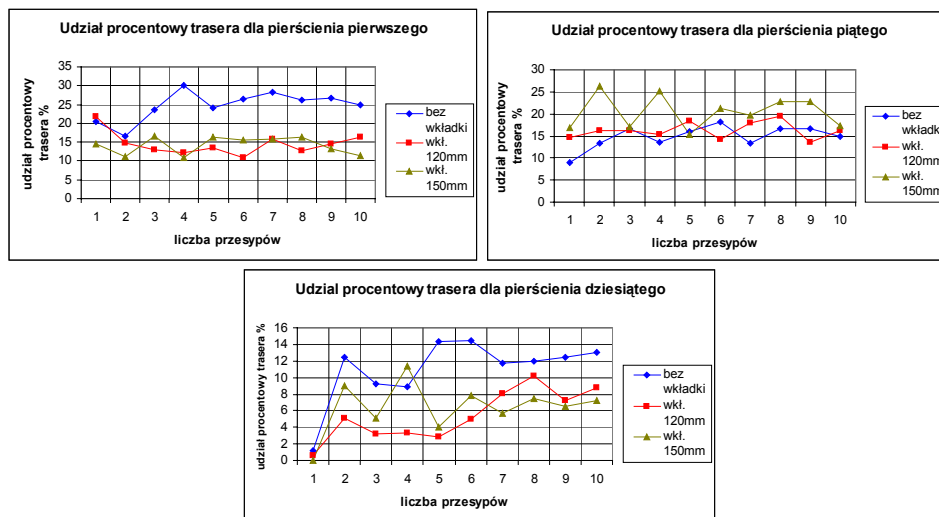
Rys. 4b. Udział procentowy trasaera w układzie agalit-wyka dla pierścieni 1, 5 i 10

Fig. 4b. Tracer percent share within agalith-tare system for rings 1, 5 and 10



Rys. 5a. Rozkład trasaera w układzie ziarnistym rzepak-tlenek glinu dla pierścieni 1, 5 i 10

Fig. 5a. Tracer distribution within rapeseed-aluminum oxide granular system for rings 1, 5 and 10



Rys. 5b. Udział procentowy traserów w układzie rzepak-tlenek glinu dla pierścieni 1, 5 i 10
 Fig. 5b. Tracer percent share within rapeseed-aluminum oxide system for rings 1, 5 and 10

Zastosowanie wkładek spowodowało uzyskanie mieszaniny o lepszej jakości poprzez obniżenie wariacji rozkładu traserów co widoczne jest na wykresach 3a, 4a. Składnik kluczowy o gęstości większej (układ agalit-wyka) ma tendencję do gromadzenia się w środkowej części mieszalnika co zauważono już podczas wcześniejszych badań i przedstawiono, także w innych pracach [Królczyk, Tukiendorf 2005; Tukiendorf 2002]. Zastosowanie wkładek przyczyniło się jednak do „rozbitcia” rdzenia i rozproszenia składnika w całej objętości złoża co odzwierciedla wykres 4a i b. Wpływ zastosowanych elementów jest widoczny także w przypadku mieszania składników (wyka-lubin) nie różniących się wartościami gęstości (wykresy 3a i b). Dla mieszania układu rzepak-tlenek glinu (stosunek gęstości mniejszy od jedności) bez użycia systemu RSI charakterystyczne jest tworzenie przez traser w zbiorniku tzw. pierścienia opisanego już wcześniej w pracach [Królczyk, Tukiendorf 2005, Tukiendorf 2002]. Zastosowanie w tym przypadku wkładek nie przyczynia się w znaczący sposób do zmiany rozmieszczenia składnika kluczowego co odzwierciedla przebieg krzywych na wykresach 5a i 5b.

Wnioski

1. Podczas mieszania niejednorodnych dwuskładnikowych układów ziarnistych zauważono charakterystyczne rozmieszczenia składnika kluczowego, tworzące zmieszanie: pierścieniowe, rdzeniowe oraz randomowe.

Rozkład koncentracji składników...

2. Wpływ zastosowanych elementów systemu RSI na jakość mieszaniny ziarnistej jest różny. Dla mieszania układu wyka-lubin najlepsze efekty uzyskano przy użyciu wkładki o średnicy 150 mm, natomiast dla układu agalit-wyka jest to wkładka o średnicy 120 mm.
3. Uzyskanie oczekiwanego, na poziomie 10%, udziału składnika kluczowego w każdym przekroju mieszalnika (metoda wagowa) nie stanowi o jego równomiernym rozkładzie na powierzchni kolejnych przekrojów. Potwierdza to zasadność użycia komputerowej analizy obrazu. Połączenie tych dwóch narzędzi pozwala więc na precyzyjną ocenę jakości uzyskiwanych mieszanek w płaszczyźnie przekroju i przestrzeni zbiornika.



ZPORR
Zintegrowany Program
Operacyjny
Rozwoju Regionalnego



Praca powstała przy współfinansowaniu Europejskiego Funduszu Społecznego Unii Europejskiej oraz budżetu państwa

Bibliografia

- Boss J., Tukiendorf M.** 1992. Optymalizacja procesu mieszania materiałów sypkich mieszanych systemem wysypu kominowego (funnel-flow). Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Inżynierskiej w Opolu nr 178 Mechanika z.45, Opole, s. 49-52.
- Matuszek D., Tukiendorf M.** 2006. Charakterystyka mieszania spożywczego układu ziarnistego systemem funnel-flow z wykorzystaniem metody analizy wariancji. Postęp Techniki Przetwórstwa Spożywczego 1, s. 18-20.
- Matuszek D., Tukiendorf M.** 2006. Ocena wpływu kształtek daszkowych na proces mieszania systemem funnel-flow, Inżynieria Rolnicza 12(87), s. 351-359.
- Boss J., Tukiendorf M.** 1997. Mixing of granular materials using the method of funnel-flow. Powder Handling & Processing, number 4, October/December, s. 65-67.
- Królczyk J., Tukiendorf M.** 2005. Using the methods of geostatic function and Monte Carlo in estimating the randomness of distribution of a two-component granular mixture during the flow mixing. EJPAU 2005, Volume 8, Issue 4. <http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue4/art-78.html>
- Tukiendorf M.** 2002. Zagadnienie rozkładu koncentracji składników niejednorodnej mieszaniny ziarnistej podczas mieszania w przesypie. Inżynieria i Aparatura Chemiczna 2002 nr 4. IZACAX 41 (33), s. 139-140.

DISTRIBUTION OF COMPONENT CONCENTRATION IN FUNNEL-FLOW MIXING WITHIN RSI SYSTEM

Summary. The paper presents results of tests conducted with use of mixer for funnel-flow system. Heterogeneous two component granular materials, characterized by a constant related proportion of grain diameters and varying concentration ratios, were mixed together. Roof Shaped Insert system components, such as mix assisting inserts were used in the process. Cones having the same obtuse angle and two various diameter sizes were used for the experiment. Computer analysis of the image was conducted during the experiments in order to evaluate concentration of observed components. The results were presented in a chart.

Key words: funnel-flow system, granular heterogeneous mixtures, computerized image analysis

Adres do korespondencji:

Dominika Matuszek; e-mail: domi-1979@tlen.pl
Katedra Techniki Rolniczej i Leśnej
Politechnika Opolska
ul. Mikołajczyka 5
45-271 Opole