

Jerzy Karłowski, Agnieszka Karwacka, Mirosława Dolska,  
Marek Doga, Andrzej Kliber  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach  
Oddział w Poznaniu

## OCENA POWSTAWANIA I ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ PYŁÓW POWSTAJĄCYCH PODCZAS PRACY DOZOWNIKA ŚRUBOWEGO DO PASZ

### Streszczenie

W pracy omówiono zagrożenia stanu zdrowotnego zwierząt gospodarskich i pracowników obsługi, związane z zapyleniem pomieszczeń, z uwzględnieniem lokalizacji w stosunku do źródeł pyłu. Badano wpływ zamgławiania na stopień zapylenia chlewni przez dozownik podający paszę suchą (sywką lub granulowaną). Stwierdzono zmniejszenie zapylenia chlewni podczas zamgławiania dozowanej paszy w porównaniu z podawaniem paszy bez zamgławiania. Stężenie pyłu zależy od wielkości dawki i od odległości miejsca pomiaru od dozownika. Badania z nawilżaniem oraz bez wskazują na celowość stosowania nawilżania jako czynnika zmniejszającego stopień zapylenia.

**Słowa kluczowe:** pył, dozownik ślimakowy, zamgławianie, pasza

### Wstęp

W powietrzu atmosferycznym, jak również w powietrzu pomieszczeń inwentarskich znajdują się drobne cząsteczki pochodzenia nieorganicznego oraz organicznego.

Zasadniczo wyróżnia się dwie frakcje cząstek pyłu – o średnicy ponad 10 mikrometrów, które opadają na podłoże stosunkowo szybko, i o średnicy mniejszej niż 10 mikrometrów (pył zawieszony PM<sub>10</sub>). Cząstki o ziarnach poniżej 10  $\mu\text{m}$  mogą się utrzymywać w powietrzu przez dłuższy czas (10–30 dni). Dodatkowo, we frakcji PM<sub>10</sub>, wyróżnia się frakcję o średnicy ziaren poniżej 2,5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), która jest najgroźniejsza dla zdrowia, ponieważ przenika z układu oddechowego bezpośrednio do krwi.

Narasta potrzeba zmniejszania emisji pyłowych. Istotnym źródłem emisji pyłów jest rolnictwo [Hinz 2007]. W budynkach inwentarskich ilość pyłów różni się w zależności od: gatunku zwierząt, sposobu ich utrzymania (ruszty, ściółka) i żywienia (pasze sypkie, pasze granulowane). Niewłaściwe postępowanie pracownika obsługi może powodować zwiększenie zapylenia w budynku, np. podczas zrzucania słomy, siana z poddasza użytkowego, przepę-

dziania zwierząt utrzymywanych na ściółce, zadawanie paszy sypkiej z worka do koryt itp. Doświadczalnie stwierdzono, że np. podczas czyszczenia krów szczotką i zgrzebłem w 1 cm<sup>3</sup> powietrza znajduje się 980–1220 cząstek pyłów, a w przypadku stosowania szczotek elektrycznych wraz z pochłaniaczem (np. odkurzacz) tylko 310–410 cząstek [Szyfelbejn 1972].

Wraz z cząstkami pyłu są przenoszone liczne drobnoustroje, nierzadko powodujące groźne choroby na dużą skalę [Takai i in. 2007]. Trusczyński i Pejsak [2005] podjęli próbę podsumowania doniesień naukowych, jakich zarazków ta droga szerzenia się epidemii dotyczy, jaka jest rola tego sposobu rozprzestrzeniania się zakażenia w porównaniu z innymi sposobami szerzenia się chorób zakaźnych i na jakie odległości drobnoustroje chorobotwórcze mogą być za pośrednictwem powietrza przenoszone.

Wśród chorób trzody chlewnej drogą aerogenną na pewno przenoszony jest wirus pryszczycy. Także w wypadku innych schorzeń, występujących u trzody chlewnej, np. pomoru czy PRRS, ustalono, że ważną drogą przenoszenia jest właśnie transmisja aerogenna. Badania Matuszewskiej [1998] dowiodły, że w tuczarniach dominujące znaczenie w rozprzestrzenianiu się chorób układu oddechowego ma infekcja, odbywająca się na drodze aerogennej. Pył jest nośnikiem także bakterii, grzybów oraz wykuszków.

Ogólnie można stwierdzić, że straty, wywołane schorzeniami płucnymi, polegają głównie na eliminacji sztuk chorych przez ich brakowanie, a nie zwiększanie upadków zwierząt. Tuczniaki po przebytych zapaleniu oskrzeli i płuc zdecydowanie słabiej przyrastają, dłużej trwa okres tuczu, a więc ze względu na ekonomikę produkcji jest to nieopłacalne.

Pracujący w rolnictwie są zagrożeni różnymi chorobami układu oddechowego, w zależności od rodzaju wdychanych substancji. Rozwój astmy spowodowany jest przez określone alergeny i niespecyficzne czynniki, zawarte w zakurczonym powietrzu. Poszczególne alergeny, występujące w gospodarstwie, takie jak pyłki, roztocza i pył pochodzenia roślinnego mogą wywoływać astmę [Jugowar 2005].

Zwalczanie zapylenia jest procesem niezmiernie złożonym i nie ogranicza się tylko do stosowania urządzeń odpylających. Rodzaj procesu technologicznego, rodzaj stosowanego surowca, transport, magazynowanie surowców i wyrobów mogą przyczyniać się zarówno do zwiększania, jak i zmniejszania ilości tworzących się pyłów. Czynnikiem równie ważnym, jak ilość tworzących się pyłów, jest charakterystyka tych pyłów. Szczególnie kłopotliwe jest zwalczanie drobnych frakcji i pyłów kondensacyjnych. Obecność pyłów toksycznych i silnie szkodliwych utrudnia i zwiększa koszt odpylania [Juda 1962].

Celem badań była analiza przestrzenna i czasowa zapylenia, wytworzonego w trakcie dozowania paszy sypkiej i granulowanej, oraz wpływu na stopień tego zapylenia strumienia mgły wodnej, kierowanego na obłok pyłu wokół

strumienia paszy. Dokładna analiza procesu powstawania zapylenia w dozownikach i opracowanie podstaw eliminowania zapylenia w procesie dozowania pasz umożliwi znalezienie rozwiązań, ograniczających emisję pyłów podczas pracy dozowników pasz sypkich i granulowanych.

Cel użyteczny obejmuje poprawę dobrostanu zwierząt i warunków pracy osób obsługujących zwierzęta, eliminację zagrożeń zdrowia zwierząt oraz ograniczenie zagrożeń środowiska, powodowanych przez produkcję zwierzęcą.

### **Materiał i metody badań**

Badania powstawania obłoku pyłu w bezpośrednim otoczeniu dozownika przeprowadzono z użyciem rzeczywistego materiału sypkiego, jakim była mieszanka paszowa dla świń, wytwarzana w warunkach gospodarstwa rolnego, należącego do Zakładu Doświadczalnego IBMER w Poznaniu [Dullin i in. 2007; Karłowski i in. 2008].

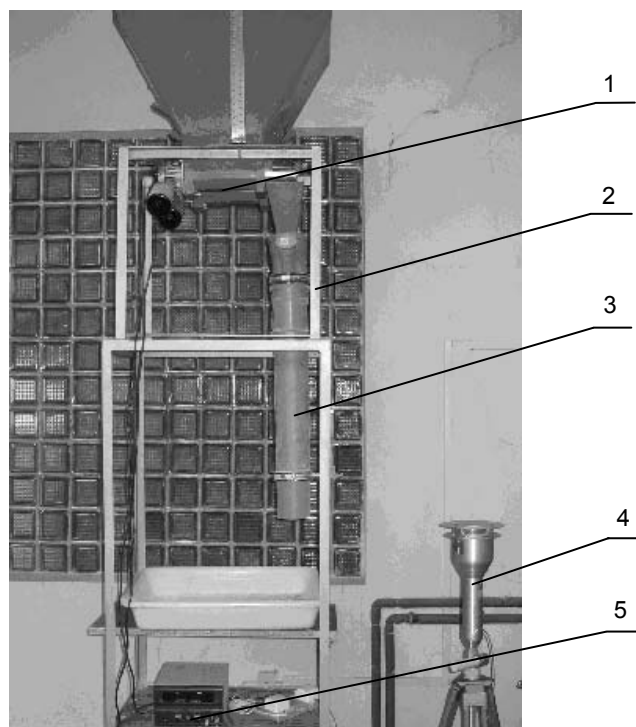
Paszę dozowano za pomocą dozownika śrubowego, stosowanego w skomputeryzowanych stacjach paszowych dla loch. Na stanowisku badawczym odwzorowano warunki dozowania pasz oraz umieszczenie pyska, czyli wlotu do górnych dróg oddechowych świni.

Badania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, na stanowisku badawczym, w skład którego wchodzi dozownik śrubowy paszy dla świń (rys. 1) jako rzeczywiste źródło emisji pyłów pochodzących z paszy, zestaw naczyń pomiarowych (tacki papierowe o znanej wielkości  $10 \times 10$  cm), ważonych na wadze laboratoryjnej o dokładności ważenia  $d = \pm 0,005$  mg (rys. 2) oraz przyrząd do ciągłego pomiaru stężenia pyłów zawieszonych – TEOM (rys. 3). Do wytworzenia strumienia mgły wodnej wykorzystywany był odpowiednio zmodyfikowany opryskiwacz ogrodowy.

Do oceny ilości wytwarzanych pyłów zastosowano dwie metody.

**Opad pyłu całkowitego.** Metoda wagowa – w wyznaczonych pięciu odległościach od źródła zapylenia rozkładano po 3 czyste papierowe tacki o wymiarach  $10 \times 10$  cm. Po zakończeniu dozowania porcji paszy zamykano pomieszczenie i po upływie 24 godzin z użyciem wagi wyznaczano masę próbki pyłu opadniętego na tackę. Używano wagi laboratoryjnej ANA A & Company Ltd. o dokładności  $d = \pm 0,005$  mg i zakresie do maks. 42 g. Średnią masę z trzech tacek przyjmowano jako opad pyłu w danej odległości od źródła zapylenia.

**Pomiar stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>.** Pomiary stężenia pyłu zawieszonego wykonywano za pomocą automatycznego analizatora pyłu zawieszonego TEOM-1400a (rys. 3), dokonującego rzeczywistego pomiaru masy pyłu (pomiar grawimetryczny) – z wykorzystaniem drgań stożkowego elementu,



Źródło: własne.

Rys. 1. Stanowisko badawcze, składające się z dozownika śrubowego (1), konstrukcji nośnej (2), zsypu paszy (3), przyrządu do pomiaru pyłu frakcji PM10-TEOM (4), regulatora prędkości kątovej śruby dozującej (5)

Fig. 1. Experimental stand consisted of the screw feeder (1), supporting construction (2), feed spout (3), apparatus for measuring dust concentration PM10 fraction – TEOM (4), speed controller (5)



Źródło: własne.

Rys. 2. Waga laboratoryjna  
Fig. 2. Laboratory balance



Źródło: własne.

Rys. 3. Jednostka centralna sterująca przyrządem TEOM  
Fig. 3. TEOM control unit

na którym osadzony jest filtr. Przyrost masy filtra wskutek osiadania na nim cząstek pyłu powoduje zmianę częstotliwości drgań. Przyrząd posiada świadectwo zgodności pomiaru z metodą odniesienia według PN/EN 12341. Przyrząd w wersji podstawowej jest wyposażony w głowicę PM10, wydzielającą z mierzonego powietrza frakcje pyłu o średnicy do 10  $\mu\text{m}$  (pył zawieszony). Po dołożeniu głowicy separującej może on mierzyć frakcje PM2,5 oraz PM1.

Przyrząd umożliwia rejestrację chwilowych wyników pomiarów, średnich 30-minutowych, 1-, 8- i 24-godzinnych, jak również takich istotnych parametrów, jak przepływ, temperatura i ciśnienie powietrza.

Próg wykrywalności przyrządu wynosi (dla średnich 30-minutowych):

- <6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , gdy przepływ powietrza ma wartość 1  $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ;
- <3,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , gdy przepływ powietrza ma wartość 2  $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ ;
- <2,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , gdy przepływ powietrza ma wartość 3  $\text{dm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ .

Głowica pomiarowa przyrządu TEOM-1400a znajdowała się w ustalonej odległości od dozownika paszy. Urządzenie rejestrujące pracowało nieprzerwanie przez 14 dni. Moment dozowania paszy (godzinę i minutę) odczytywano z wyświetlacza urządzenia i zapisywano w dzienniku badań, podobnie jak odległość głowicy od źródła zapylenia i dozowaną jednorazowo porcję paszy. W ten sposób uzyskano informacje o dynamice zjawiska opadania pyłów i pozostawania w powietrzu pyłu zawieszzonego.

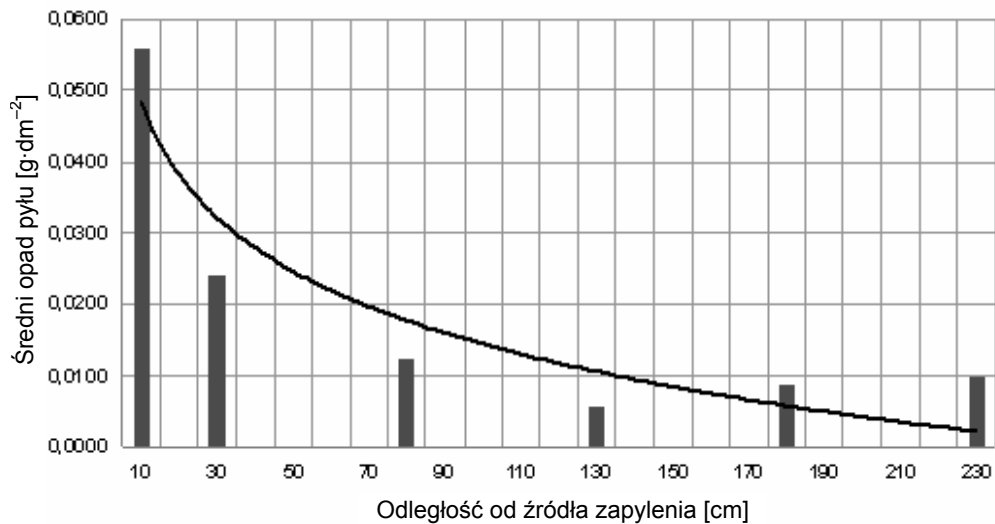
Badania przeprowadzono w dwóch etapach.

1. Ocena zapylenia powietrza w warunkach dozowania paszy sypkiej suchej, bez zamglawiania; pomiar referencyjny – sytuacja wyjściowa.
2. Ocena zapylenia powietrza w warunkach zamglawiania wodą rozpylaną za pomocą opryskiwacza ogrodowego; uznano, że na etapie wstępnych badań skuteczności tej metody eliminacji zapylenia metoda ta może okazać się skuteczna.

## Wyniki badań

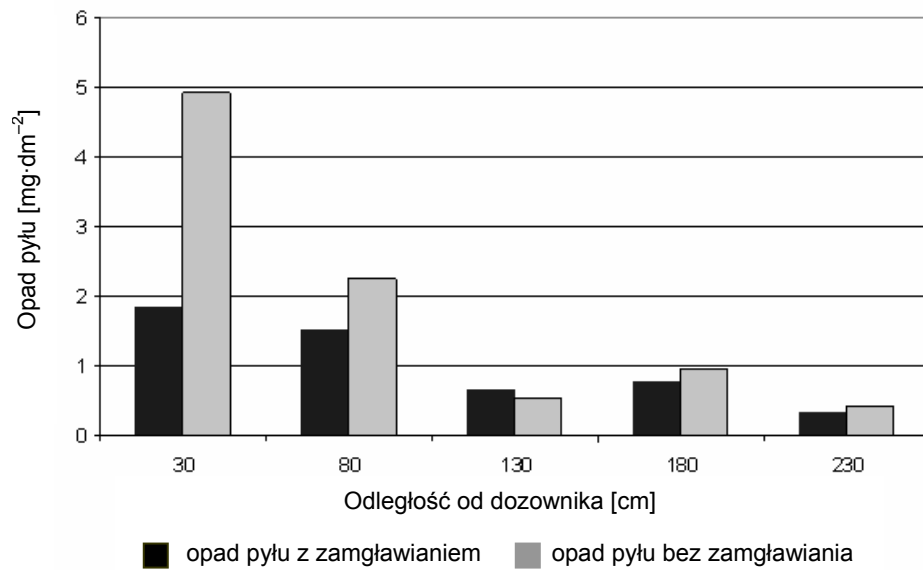
Przykład rozkładu ilości opadu pyłu całkowitego podano na rysunku 4.

Wyniki przeprowadzonych pomiarów wskazują, że w warunkach laboratoryjnych bez obecności zwierząt obszar o dużej koncentracji pyłu wokół źródła zapylenia jest stosunkowo niewielki. Około dwukrotne zmniejszenie opadu pyłu w odległości 10–30 cm od źródła zapylenia (rys. 5), a następnie podobne zmniejszenie w odległości 30–80 cm mogłoby wskazywać na ograniczony obszar występowania zapylenia o dużej koncentracji. Wewnątrz tego obszaru znajduje się głowa zwierzęcia i dlatego należy poszukiwać sposobów zmniejszenia zapylenia jak najbliżej źródła jego emisji. Wyniki pomiarów wskazują



Źródło: badania własne.

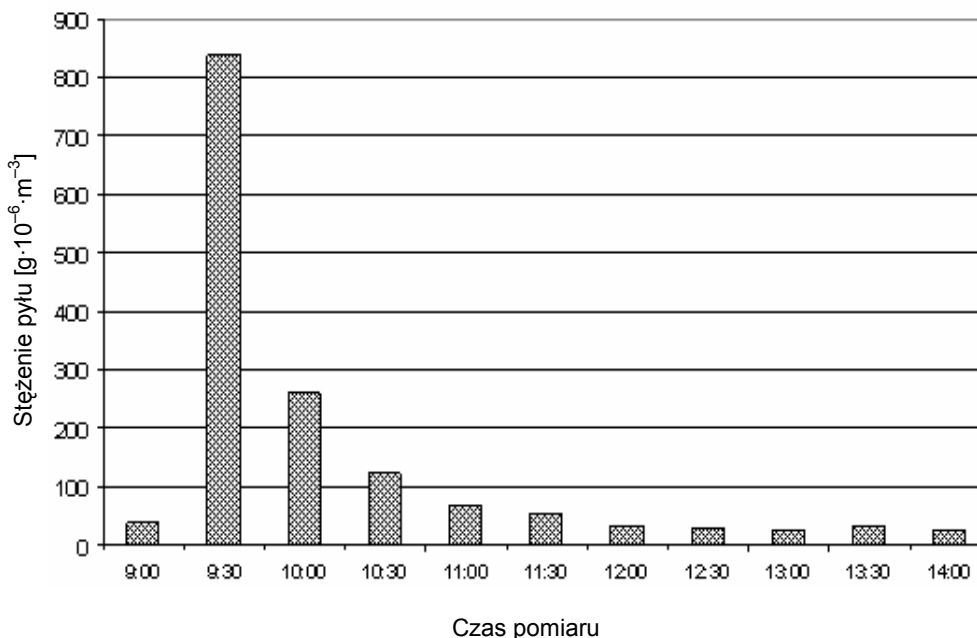
Rys. 4. Rozkład opadu pyłu w zależności od odległości punktu pomiaru od wysypu  
 Fig. 4. Distribution of dust sedimentation as depended on distance from the feeder outlet



Źródło: badania własne.

Rys. 5. Porównanie ilości pyłu sydymentującego w ciągu 24 h na tackach w warunkach zamgławiania i bez zamgławiania w zależności od odległości od źródła pylenia  
 Fig. 5. Comparison of dust quantity sedimented during 24 hrs on measuring pans, with and without fogging, depending on the distance from dust source

na ponad 2,5-krotne zmniejszenie zapylenia w odległości 30 cm od źródła po zastosowaniu strumienia mgły wodnej (rys. 5). Stężenie pyłu zawieszonego PM10 w ciągu pół godziny po zakończeniu dozowania paszy zmniejsza się 3-krotnie (rys. 6). Osiągnięcie stężenia pyłu w pomieszczeniu przed dozowaniem paszy trwa jednak ok. 3 h.



Źródło: badania własne.

Rys. 6. Zależność stężenia pyłu PM10 w powietrzu w odległości 30 cm od dozownika w zależności od czasu upływającego od momentu rozpoczęcia dozowania paszy (godz. 9:25 do 9:26 czas pracy dozownika: 1 min)

Fig. 6. The PM10 dust concentration in air at 30 cm distance from the feeder depending on the time since the feed dosing has begun, as measured by TEOM-1400a (1 min., 9:25 till 9:26)

## Wnioski

1. Pył zawieszony PM10 rozproszony na skutek dozowania paszy sypkiej utrzymywał się w powietrzu do 4 godzin.
2. Największe frakcje pyłu opadały w odległości do 30 cm od dozownika. Drobniejsze frakcje opadały w większej odległości od źródła zapylenia.
3. Zastosowanie strumienia mgły wodnej podczas wysypu paszy z dozownika powoduje znaczne zmniejszenie zapylenia na obszarze pobierania paszy.
4. Zapylenie podczas zadawania paszy dla świń było największe w obrębie dozownika, a zakładany rozkład pyłu był promieniowy.

## **Bibliografia**

Dullin A. i in. 2007. Eliminacja zapylenia w urządzeniach do karmienia zwierząt paszą granulowaną i sypką. Sprawozdanie. IBMER. Poznań, ss. 14

Hinz T. i in. 2007. Measuring particle emissions in and from a Polish cattle house. Particulate Matter – PM – in and from agriculture. 2<sup>nd</sup> International – Interdisciplinary conference, 3–4 September, Braunschweig, Germany, s. 141–146

Juda J. 1962. Zwalczenie zapylenia. Wydawnictwo Związkowe. Warszawa, ss. 397

Jugowar J.L. 2005. Pakiet edukacyjny dla młodych rolników w krajach nowoprzyjętych do Unii Europejskiej – Bezpieczeństwo i higiena pracy w rolnictwie. Publikacja przygotowana przez międzynarodowy zespół w ramach Programu Unii Europejskiej Leonardo da Vinci: Educational kit for young farmers in candidate countries. Cypr, Nikozja, IBMER. Oddział Poznań, ss. 109

Karłowski J. i in. 2008. Eliminacja zapylenia w urządzeniach do karmienia zwierząt paszą granulowaną i sypką. Wybrane aspekty aktualnych uwarunkowań środowiskowych i przyszłościowych technik w produkcji zwierzęcej. Pr. zbior. Red. J.L. Jugowar. IBMER. Warszawa, s. 112–116

Matuszewska E. 1998. Wpływ zanieczyszczeń pyłowych na zdrowotność tuczników. Trzoda Chlewna. Nr 8–9, s. 151–153

Norma PN/EN 12341 Jakość powietrza – oznaczanie frakcji PM10 pyłu zawieszonego. Wydawnictwo ARS Boni Sp. z o.o.

Szyfelbejn E. 1972. Zoohigiena. PWN. Warszawa, ss. 288

Takai H. i in. 2007. Comparison of odorants in room-air and in headspace of sediment dust collected in swine buildings. Particulate matter in and from agriculture. FAL. Braunschweig, s. 117–123

Truszczyński M., Pejsak Z. 2005. Możliwości aerogennego rozprzestrzeniania chorób zakaźnych świń. Życie Weterynaryjne. Nr 11, s. 690–693

## **ASSESSMENT OF DUST GENERATION AND PROPAGATION DURING OPERATION OF A SCREW FEEDSTUFF FEEDER**

### **Summary**

Paper discussed the risk to animals and stockmen coming out from dry feedstuff feeding equipment in a piggery building. Research included sedimentation rate of the total dust as a function of distance from the screw feeder. PM10 dust fraction concentration as a function of distance from the



dust source was measured. To reduce the dust propagation a fogging system (humidification) was applied. The results confirmed advisability of fogging the dust cloud, though some other negatives may occur.

**Key words:** piggery building, dust, screw conveyor, fogging, feedstuff distribution

Praca wpłynęła do Redakcji 24.02.2010 r.

*Recenzenci: prof. dr hab. inż. Wacław Romaniuk  
prof. dr hab. inż. Józef Szlachta*

Adres do korespondencji:

mgr inż. Jerzy Karłowski  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Poznaniu  
ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań  
tel. 61 820-33-31 w. 238 lub 240, e-mail: jkarlo@ibmer.waw.pl

