

ANALIZA ROZMIESZCZENIA PREPARATU MIKROBIOLOGICZNEGO W BELACH WILGOTNEGO SIANA ZBIERANEGO PRASĄ ZWIJAJĄCĄ

Sylwester Borowski, Edmund Dulcet, Marcin Zastempowski

Zakład Techniki Rolniczej, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy

Streszczenie. W pracy przedstawiono metodykę oraz wyniki badań rozmieszczenia preparatu mikrobiologicznego Inoculant 1155 w belach wilgotnego siana zbieranego prasą zwijającą. Celem badań była analiza nierównomierności rozmieszczenia granulowanego preparatu Inoculant 1155 w belach wilgotnego siana zbieranego prasą zwijającą. Preparat dodawano przy użyciu aplikatora nabudowanego na prasie. Największą ilość preparatu stwierdzono w środkowej części beli. W trakcie przechowywania bel siana zaobserwowano poprawę wskaźnika nierównomierności rozmieszczenia preparatu. Zaobserwowano, że namnażanie się bakterii zmniejsza nierównomierność rozmieszczenia preparatu. W trakcie badań dokonywano także pomiarów temperatury zebranej paszy.

Słowa kluczowe: wilgotne siano, preparat konserwujący, lucerna

Wstęp

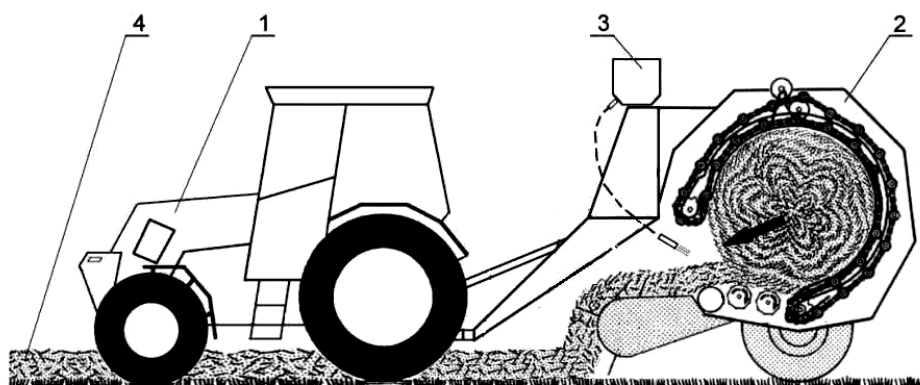
Ze względu na zmienne warunki atmosferyczne produkcja siana związana jest z dużym ryzykiem. Dotyczy to szczególnie siana prasowanego. Zastosowanie podczas zbioru siana preparatu mikrobiologicznego pozwala na zbiór siana o zwiększonej wilgotności, co umożliwia szybsze jego zebranie, a w konsekwencji uzyskanie produktu o wyższej jakości. Skuteczność działania preparatów zależy od równomiernego rozprowadzenia ściśle określonej ich ilości w zbieranym materiale [Dulcet, Woropay 2000; Dulcet et al. 2000; Dulcet 2001]. Rozprowadzenie preparatu musi być przeprowadzone bardzo równomiernie podczas formowania się beli w prasie zwijającej. Istnienie jakichkolwiek mokrych miejsc w sianie prasowanym powoduje tworzenie się ognisk o aktywnej działalności szkodliwych bakterii, które mogą się rozprzestrzeniać i zniszczyć całą belę siana lub spowodować samozapalenie się jej [Coblentz i in. 1999; Meisser 2001].

Celem niniejszej pracy była analiza nierównomierności rozmieszczenia granulowanego preparatu Inoculant 1155 w belach wilgotnego siana zbieranego prasą zwijającą.

Materiał i metody

W skład stanowiska badawczego wchodziły następujące maszyny: ciągnik, kosiarka rotacyjna, przetrząsacz karuzelowy, zgrabiarka karuzelowa, prasa zwijająca z nabudowa-

nym aplikatorem. Do aplikacji preparatu wykorzystano dozownik Gandy Jumbo. Wskaźnik nierównomierności dozowania preparatu przez aplikator w warunkach eksperymentu nie przekraczał 2%. Końcówki przewodów wylotowych aplikatora umieszczono w przedniej części komory zwijania prasy (rys. 1), w której straty preparatu były najniższe [Dulcet i in. 2004, 2006].



Rys. 1. Miejsca dodawania preparatu w trakcie doświadczenia: 1 – ciągnik, 2 – prasa zwijająca, 3 – aplikator, 4 – wałek zielonki

Fig. 1. Various points of adding the preparation in the course of experiment: 1 – tractor, 2 – round baler, 3 – applicator, 4 – green crop shaft

Materiałem roślinnym stosowanym w badaniach była lucerna mieszańcowa (*Medicago media*) z drugiego pokosu, w fazie początku kwitnienia. Siano zbierano przy wilgotności względnej 24%. Wilgotność względną siana określano metoda suszarkowo – wagową [Jarmozat i in. 2001]. W badaniach użyto preparat mikrobiologiczny granulowany Inoculant 1155 firmy Pioneer o następujących właściwościach fizycznych: średnia wielkość ziaren 0,87 mm, wilgotność 2,5%, masa usypowa 1040 kg·m⁻³. Gwarantowana ilość żywych bakterii *Bacillus pumilus* 1·10⁸ colony forming unit w gramie preparatu [cfu·g⁻¹]. Preparat dodawano za pomocą aplikatora Gandy Jumbo nabudowanego na prasie zwijającej Sipma Z-279/1.

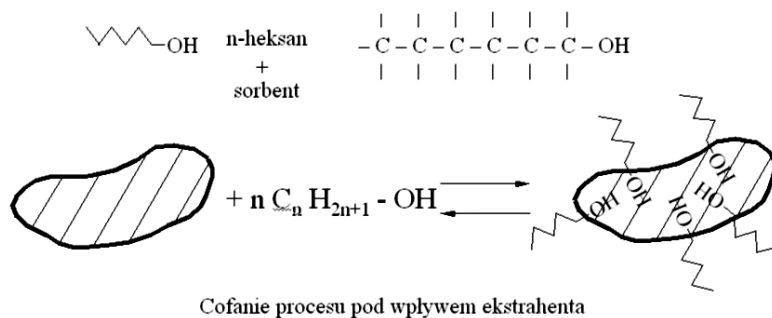
Po sprasowaniu bele siana przewieziono do miejsca składowania. Ocenę nierównomierności rozmieszczenia preparatu przeprowadzano dwoma metodami:

- poprzez analizę ilości znacznikowanych cząstek preparatu (liofilizatu) w próbkach siana pobranego z bel natychmiast po zbiorze. Na potrzeby realizowanych badań opracowano własną technikę znacznikowania preparatu mikrobiologicznego za pomocą n-heksanu. Metoda ta pozwala w szybki i bezpieczny sposób określić ilość znacznika w próbce.

Zastosowana substancja znacznikująca tworzy z preparatem wiązanie fizyczne (rys. 2), które pod wpływem ekstrahenta rozpada się. próbki pobierano z 15 różnych miejsc beli. Po pobraniu próbki izolowano znacznik i oznaczano jego ilość. Oznaczenia dokonano za pomocą chromatografu gazowego HP 5890 oraz spektrometru masowego MS 5972.

Analiza rozmieszczenia preparatu...

Oznaczenia dokonano metodą wzorca zewnętrznego przy poziomie odzysku n-heksanu 89,1-94,6%.



Rys. 2. Zasada wiązania cząsteczek n-heksanu z granulami preparatu konserwującego
 Fig. 2. The principle of hexane molecules fixation with granules of preservative preparation

Równomierność rozmieszczenia preparatu w sianie charakteryzowano za pomocą wskaźnika nierównomierności rozmieszczenia (współczynnik zmienności):

$$K_1 = \frac{\varphi_1}{\bar{x}_1} \cdot 100\% \quad (1)$$

gdzie:

- K_1 – wskaźnik nierównomierności rozmieszczenia n-heksanu wilgotnym sianie (współczynnik zmienności) [%],
- φ_1 – odchylenie standardowe [$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$],
- \bar{x}_1 – średnia arytmetyczna zawartość n-heksanu wilgotnym sianie [$\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$].

- poprzez ocenę ilościową bakterii *Bacillus pumilus* w próbkach siana pobranych 15 dni po zbiorze z 15 różnych miejsc beli. Liczbę bakterii w 1 g próbki określano wg wzoru (PN-R-647911):

$$L = \frac{c}{(N_1 + 0,1N_2)d} \quad (2)$$

gdzie:

- L – liczba bakterii [$\text{cfu} \cdot \text{g}^{-1}$],
- c – suma kolonii na wszystkich liczonych płytkach,
- N_1 – liczba płytek w pierwszym liczonym rozcieńczeniu,
- N_2 – liczba płytek w drugim liczonym rozcieńczeniu,
- d – wskaźnik rozcieńczenia odpowiadającego pierwszemu liczonym rozcieńczeniu.

Równomierność rozmieszczenia preparatu w sianie charakteryzowano za pomocą wskaźnika nierównomierności wymieszania (współczynnik zmienności):

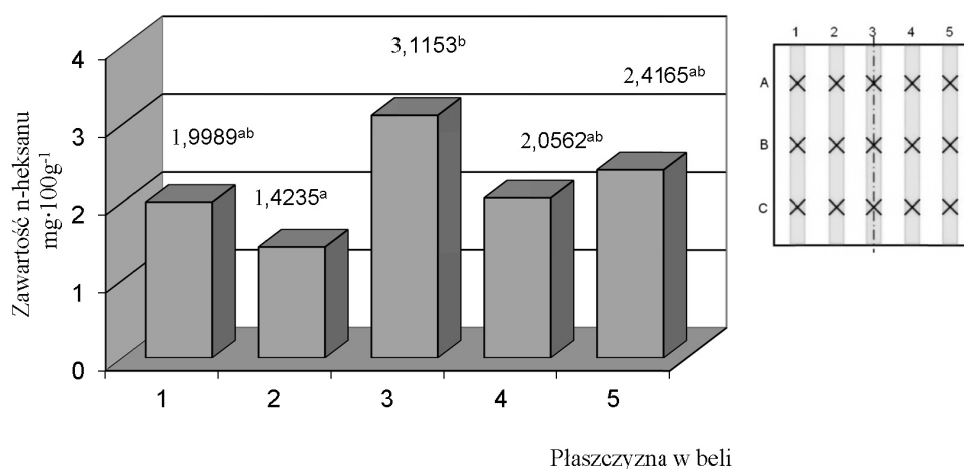
$$K_2 = \frac{\varphi_2}{\bar{x}_2} \cdot 100 \% \quad (3)$$

gdzie:

- K_2 – wskaźnik nierównomierności rozmieszczenia bakterii *Bacilluspumilus* w wilgotnym sianie (współczynnik zmienności) dla liczby bakterii [%],
- φ_2 – odchylenie standardowe [$\text{cfu} \cdot \text{g}^{-1}$],
- \bar{x}_2 – średnia arytmetyczna zawartość bakterii *Bacilluspumilus* w wilgotnym sianie [$\text{cfu} \cdot \text{g}^{-1}$].

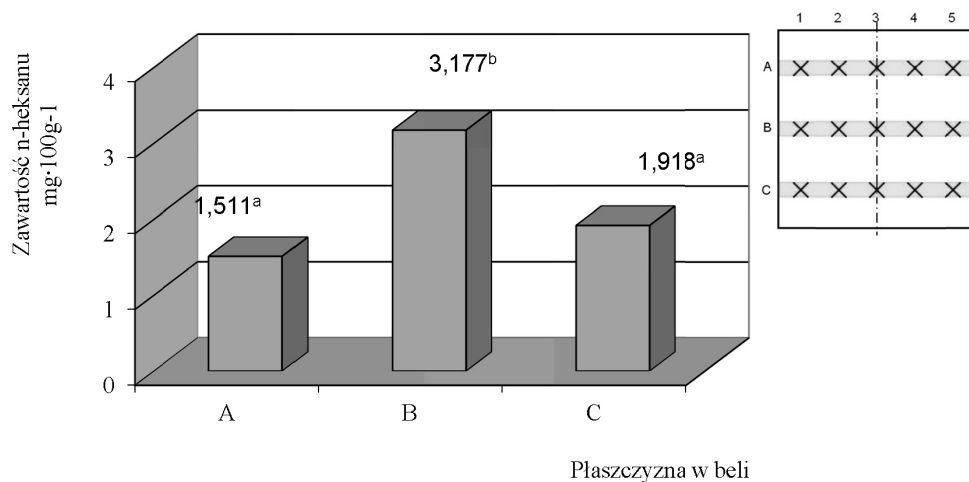
Wyniki badań

Uzyskane wyniki badań laboratoryjnych przedstawiono graficznie w postaci histogramów rozkładu zawartości n-heksanu w płaszczyznach pionowych i poziomych bel na rysunkach 5 i 6.



Rys. 3. Histogram zawartości n-heksanu w próbkach siana dla płaszczyzn pomiarowych pionowych 1-5 (wartość średnia). Wartości oznaczone literami różnią się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$)

Fig. 3. Histogram of n-hexane content in hay samples for vertical measurement planes 1-5 (mean value). The values with statistically significant differences are marked with letters ($p \leq 0,05$)



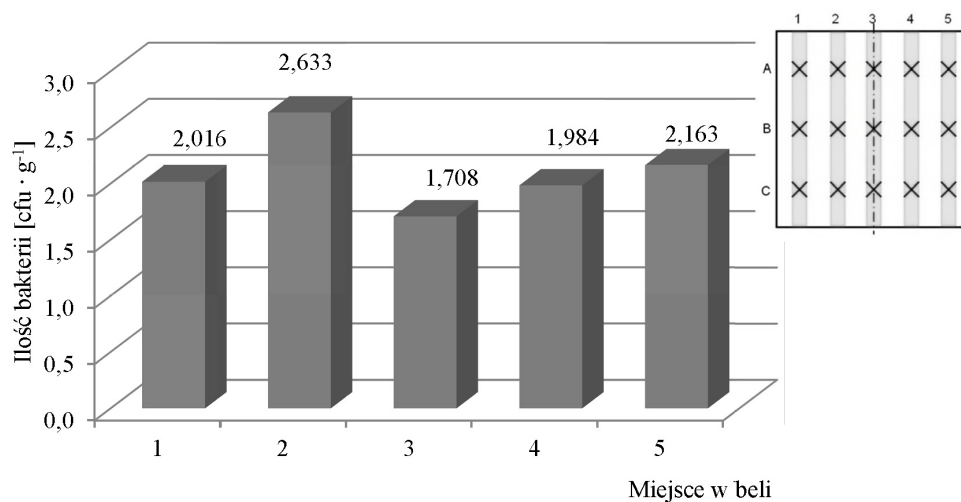
Rys. 4. Histogram zawartości n-heksanu w próbkach siana dla płaszczyzn pomiarowych poziomych A-C (wartość średnia). Wartości oznaczone literami różnią się istotnie statystycznie ($p \leq 0,05$).

Fig. 4. Histogram of n-hexane content in hay samples for horizontal measurement planes A-C. (mean value). The values with statistically significant differences are marked with letters ($p \leq 0,05$)

Jak wynika z rysunku 5 płaszczyzny pomiarowe pionowe 1,3,4,5 nie różniły się między sobą istotnie statystycznie zawartością n-heksanu, również między płaszczyznami pionowymi 1,2,4,5 nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ($NIR_{0,05} = 1,136$). Wystąpiły one jedynie między płaszczyznami pionowymi 2 a 3. Wskazuje to na jednostkowe różnice w ilości podawanego preparatu w warunkach prowadzonego eksperymentu. Nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy płaszczyznami poziomymi A i C. Płaszczyzna pozioma B (rys. 6) różniła się ($NIR_{0,05} = 0,749$) od pozostałych i w miejscach znajdujących się tam stwierdzono średnio największą zawartość n-heksanu. Obliczony wskaźnik nierównomierności rozmieszczenia n-heksanu wynosił $K_1 = 61,1\%$.

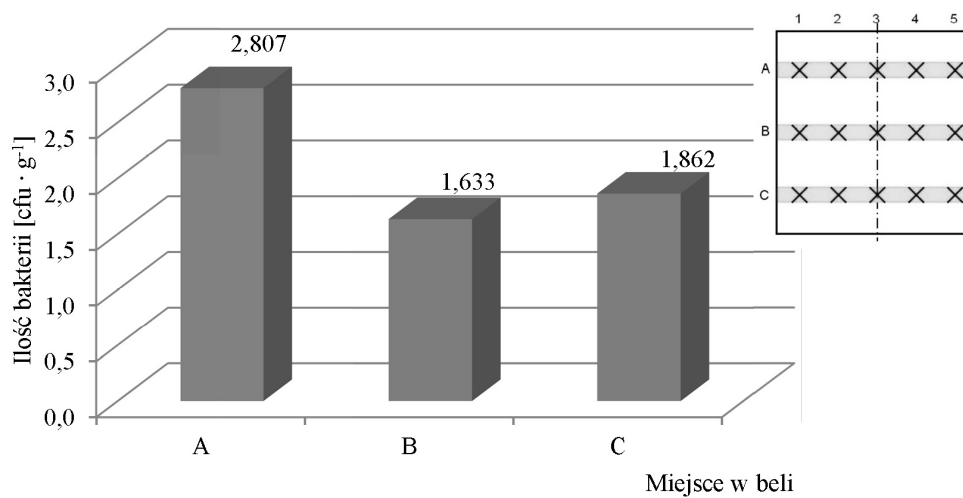
Oznaczone w belach ilości bakterii przedstawiono w postaci histogramów na rysunkach 5 i 6.

Jak wynika z rysunków, najmniejszą liczbę bakterii stwierdzono w środkowej części beli. Wyższe wartości stwierdzono natomiast w jej zewnętrznych warstwach. Pomimo występujących znacznych rozbieżności w liczbie bakterii w badanych próbkach analiza statystyczna nie wykazała różnic. Dla poziomu istotności $p \leq 0,05$ Najniższa Istotna Różnica ($NIR_{0,05}$) wynosiła $3166 \text{ cfu} \cdot \text{g}^{-1}$. Obliczony wskaźnik nierównomierności (współczynnik zmienności) rozmieszczenia kolonii bakterii wynosił $K_2 = 51,2\%$. Namnażające się bakterie są w stanie penetrować belę siana występując w większej ilości w miejscach o zwiększonej wilgotności. Ich zachowanie pozwala na minimalizację błędów popełnionych przy aplikacji preparatu, wpływających na równomierność jego rozmieszczenia w beli.



Rys. 5. Histogram liczby bakterii w próbkach siana dla płaszczyzn pomiarowych pionowych 1-5 (wartość średnia).

Fig. 5. Histogram of the number of bacteria in hay samples for vertical measurement planes 1-5 (mean value)



Rys. 6. Histogram liczby bakterii w próbkach siana dla płaszczyzn pomiarowych poziomych A-C (wartość średnia).

Fig. 6. Histogram of the number of bacteria in hay samples for horizontal measurement planes A-C (mean value)

Dotychczas stosowane metody poprzez analizę jakości uzyskanej paszy [Dulcet 2001] nie pozwalają na określenie ilości liofilizatu bezpośrednio po zbiorze. Natomiast metody opisywane przez Kocha, Spielsa [1985] i Wartenberga [1991] z użyciem preparatów fluorescencyjnych i promieniotwórczych są trudne do stosowania i pozostawiają paszę nie nadającą się do skarmiania. Największą ilość preparatu granulowanego Inoculant 1155 (liofilizatu bakterii) stwierdzono w środkowej części beli. Zaobserwowano także wpływ miejscowego zagęszczenia beli na zawartość liofilizatu. Tylko prawidłowe i staranne formowanie beli z szerokich i wyrównanych wałów może zapewnić dostateczną równomierność rozmieszczenia preparatu. Na trudności związane z zastosowaniem aplikatorów do preparatów stałych zwrócili już uwagę w swojej publikacji Colzani i Santorio [1981]. Uznali oni, że lepsze efekty daje stosowanie preparatów w formie płynnej. Zaobserwowane różnice w ilości preparatu wpływają niekorzystnie na jego działanie. W przypadku występowania znacznych nieprawidłowości w aplikacji preparatu w trakcie zbioru lub nieprawidłowego formowania beli może doprowadzić to do powstania miejsc bez dostępu preparatu konserwującego. Jest to zjawisko szczególnie niekorzystne w przypadku stosowania preparatów chemicznych.

Wnioski

1. Zaobserwowano różnice istotne statystycznie ($p \leq 0,05$) w ilości preparatu konserwującego (liofilizatu bakterii). Dla przeprowadzonej analizy średnia zawartość n-heksanu (znacznika) była najwyższa w środkowej części beli.
2. Nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy liczbą bakterii w zależności od miejsca pobierania próbek.
3. Stwierdzono poprawę wskaźnika nierównomierności ($K_2 = 61,1\%$ dla n-heksanu oraz $K_1 = 51,2\%$ dla bakterii) w trakcie przechowywania siana (15 dni po zbiorze).

Bibliografia

- Coblentz W.K., Turner I.E., Scarbrough D.A., Lesmerster K.E., Keillogg D.W., Coffey K.P., McBeth L.J.** 1999. Storage characteristic of bermudgrass hay as affected by moisture content and density of square bales. AAES Research series 470. s. 154-161.
- Colzani G., Santorio G.** 1981. Contributo allarealizzazione di un dosatore di prodootichimiciintegrativi e conservativi per falcia – trincia - caricatrici. IstitutoSperimentale per la Meccanizzazione Agricola. Roma. s. 1-41.
- Dulcet E., Woropay M.** 2000. Analysis of liquid additives loss when applied to green forage in a forage harvester. Applied Engineering in Agriculture. American Society of Agricultural Engineering. 16 (6). s. 653-656.
- Dulcet E., Woropay M., Kaszkowiak J.** 2000. Effect on silage quality o moisture content in a baled crop with morphological and enzymatic additives during harvesting. Proc. of the Agricultural Engineering into the Third Millennium. Ag Eng. 2000, University of Warwick. UK. s. 87-88.
- Dulcet E.** 2001. Quality assessment of the mixing of vegetable with additives in a forage harvester. J. agric. Engng Res. 79 (3). s. 275-282.
- Dulcet E., Woropay M., Borowski S., Kaszkowiak J., Haczkiwicz T.** 2004. Analysis of Uniformity of the Application of Granulated Additive to Hay during Harvesting with the Baler. Proc.

- of the 3rd International Conference on Vibration Engineering and Technology of Machinery and the 4th Asia-Pacific Conference on System Integrity and Maintenance. Vol I. 6-9 December. Institute of Technology. Kanpur. India. s. 233-239.
- Dulcet E., Kaszkowiak J., Borowski S., Mikołajczak J.** 2006. Effects of Microbiological Additive on Baled Wet Hay. *Biosystems Engineering* 95(3). s. 379-384.
- Jarmoz D., Podkówka W., Chachulowa J.** 2001. *Żywnienie Zwierząt i Paszoznawstwo*. Tom 3, PWN Warszawa. ISBN 83-01-13563-8.
- Koch H., Spiels M.** 1985. Bestimmung der VerleilungvenBeizimitteln auf Saatgetreidemit den Fluoreszenverteilungstestr. *Nachrichtenbl. Deutsche Flanzenschutzd.* 37, Braunschweig, s. 187-190.
- Meisser M.** 2001. Konservierung von Feuchtheu. *AgrarForschung* 8 (2), s. 87-92.
- Wartenberg G.** 1991. Genauer dosieren. *Landtechnik* 6, s. 271-273.

ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF MICROBIOLOGICAL PREPARATION IN BALES OF MOIST HAY FORMED IN ROUND BALER

Abstract. The paper presents methodology as well as the results of studies regarding the distribution of Inoculant 1155 microbiological preparation in moist hay bales. The purpose of the study was to analyse the non - uniformity of distribution of Inoculant 1155 granulated preparation in moist hay bales harvested with a round baler. The preparation was being added by means of an applicator mounted to the baler. The greatest amount of the preparation was found in the central part of a bale. During storage of hay bales, an improvement of irregularity index of preparation distribution was observed. It was also noticed that the reproduction of bacteria reduces the non-uniformity of preparation distribution. The temperature of harvested feed was measured in the course of research.

Key words: moist hay, preservative preparation, lucerne

Adres do korespondencji:

Sylwester Borowski; e-mail: sylwa@utp.edu.pl
Zakład Techniki Rolniczej,
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy
Al. Prof. S. Kaliskiego 7
85-789 Bydgoszcz