

Natalia Szubska-Włodarczyk

Uniwersytet Łódzki

OPLACALNOŚĆ PRODUKCJI BIOENERGII W GOSPODARSTWIE ROLNYM – STUDIUM PRZYPADKU

PROFITABILITY OF BIOENERGY PRODUCTION ON FARM – A CASE STUDY

Słowa kluczowe: bioenergia, gospodarstwo rolne, brykiet/pellet, panele solarne

Key words: bioenergy, farm, briquette/pellet, solar panels

Abstrakt. Zgodnie z globalnymi trendami rozwoju preferowany jest styl życia uwzględniający poszanowanie środowiska naturalnego. Trend ten jest następstwem przyjętych przez UE założeń we wspólnej polityce energetycznej i klimatycznej. Dodatkowo zgodnie ze strategią „Europa 2020” wspierane będą działania umożliwiające aktywizację grup społecznych. Jedną z tych grup stanowią mieszkańcy obszarów wiejskich. Istnieje potrzeba pokazania możliwości zastosowania dobrych praktyk w zakresie ochrony środowiska, a w tym dalszego rozwoju na tych obszarach. Przedstawiono możliwość ekologizacji gospodarstwa rolnego pod kątem zastąpienia konwencjonalnych nośników energii cieplnej przez bioenergię.

Wstęp

Zrównoważony rozwój jako rozwój niekonwencjonalny o charakterze horyzontalnym odnosi się do niepospolitych rozwiązań, których podstawą mogą być odnawialne źródła energii. Skupienie na energetyce rozproszonej umożliwia rozwój gospodarce lokalnej. Prowadzenie polityki energetycznej przez gminy wspiera główne obszary zrównoważonego rozwoju, tj. ekonomiczny (niezależność energetyczna gmin może wpływać pozytywnie na rozwój lokalnej przedsiębiorczości), społeczny (zastosowanie nowych technik wytwarzania energii skutkujących wzrostem zatrudnienia społeczności, jak również poprawą jakości życia), środowiskowy (odpowiednio kierowana strategia zarządzania OZE w gminie skutkować może wzrostem efektywności energetycznej oraz minimalizować negatywny wpływ na środowisko naturalne)[Poskrobko, Sidorcuk-Pietraszko 2010]. Ponad połowa powierzchni kraju to użytki rolne. Rolnictwo jest sektorem, który wywiera istotny wpływ na środowisko naturalne oraz jakość życia ludności, dlatego stanowi obszar, na którym niezbędna jest aktywacja działań zrównoważonego rozwoju. Zgodnie z założeniami dyrektywy 2009/28/WE w 2020 r. Polska powinna wytwarzać 15% energii ze źródeł odnawialnych w stosunku do całkowitego zużycia energii. Bez koncentracji działania na rozwoju energetyki rozproszonej, a w tym na aktywacji obszarów wiejskich, cel ten będzie nie do zrealizowania.

Celem badań było przedstawienie możliwości zastąpienia energii cieplnej pozyskiwanej z konwencjonalnego nośnika (węgla) nośnikami bioenergii, tj. panelami solarnymi oraz brykietem/pelletem wyprodukowanym z nadwyżki słomy powstałej w gospodarstwie rolnym. Analizie poddana zostanie także opłacalność inwestycyjna zaproponowanych rozwiązań.

Material i metodyka badań

Analizowane gospodarstwo rolne znajduje się w gminie Buczek, powiatu łaskiego, (województwo łódzkie). Głównym profilem działalności gospodarstwa jest produkcja zwierzęca (hodowla bydła mlecznego). Ogólna wielkość użytków rolnych wynosi 11,73 ha, w tym 0,4 ha odłogu. Przeważającą część gospodarstwa stanowią łąki (ok. 6,47 ha). Właściciel posiada również 1 ha lasu. Struktura użytków pod zasiew kształtuje się następująco: łączny areal mieszanki zbożowej stanowi 1,69 ha, natomiast pszenżyta 2,57 ha.

Plon pszenżyta ozimego i mieszanki zbożowej jarej uzyskiwany w gospodarstwie wynosi średnio 4 t/ha. Szacunkowo właściciel uzyskuje średnio 6,76 t/rok plonu mieszanki zbóż jarych (owsa, jęczmienia) oraz ok. 10,28 t/rok pszenżyta ozimego. Co roku zmienia się miejsce zasiewu pszenżyta i mieszanki zbożowej w celu zachowania odpowiedniej kultury rolnej. Obornik wykorzystywany jest do nawożenia użytków rolnych raz na trzy lata. Gospodarz zadeklarował, że zużywany cały zasób słomy, aby zaspokoić własne potrzeby (na podściółkę i paszę dla bydła). Żywy inwentarz stanowią szesnaście sztuk bydła mlecznego, w tym czternaście dorosłych sztuk oraz dwie młode sztuk. Gospodarstwo produkuje śred-

nio 60 000 l mleka/rok. Poniżej przedstawiono teoretyczny potencjał energetyczny słomy tych dwóch gatunków zbóż oparty o uzyskiwane plony.

W celu określenia wartości energetycznej słomy w gospodarstwie zastosowano następujący wzór [Klugman-Radziemska 2006]:

$$Z = \sum Pz [t] \cdot l \quad (1)$$

gdzie:

Z – teoretyczny zasób słomy,

Pz – całkowity plon ziarna poszczególnych zbóż z powierzchni zasiewów zbóż,

l – stosunek plonu słomy do plonu ziarna.

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie wskaźników pozyskania słomy w zależności od plonu ziarna poszczególnych zbóż ozimych i jarych wykorzystanych do obliczenia teoretycznego zasobu słomy w gospodarstwie zgodnie z równaniem (1).

Tabela 1. Wskaźniki pozyskania słomy w zależności od plonu ziarna zbóż ozimych i jarych
Table 1. Indicators of obtaining straw given yields of winter and spring grains

Wskaźnik/Indicator	Zboża ozime/Winter grains				Zboża jare/Spring grains			Rzepak/ Rape
	pszenica/ wheat	pszenżyto/ triticale	żyto/ rye	jęczmień/ barley	pszenica/ wheat	jęczmień/ barley	owies/ oats	
l – stosunek plonu słomy do plonu ziarna/ l – yield ratio of straw to grain	0,88	1,104	1,37	0,78	0,92	0,74	1,05	1

Źródło/Source: Klugmann-Radziemska 2006

Potencjał energetyczny słomy mieszanki zbożowej oraz pszenżyta obliczono na podstawie wzoru [Klugmann-Radziemska 2006]:

$$Es [GJ] = Z \cdot 13 [GJ/t]$$

Należy przyjąć założenie, że dwuskładnikowa mieszanka zbożowa została dobrana w stosunku 1:1, dlatego wskaźnik pozyskania słomy w zależności od plonu ziarna przyjęto na poziomie 0,895. Wskaźnik powstał po wyliczeniu średniej wartości z sumy wartości współczynnika jęczmienia i owsa. Potencjał teoretyczny słomy pszenżyta ozimego kształtuje się na poziomie 11,35 t/rok, z której można pozyskać 148 GJ energii. Natomiast ilość mieszanki zbożowej (owsa, jęczmienia) uzyskiwana przez właściciela gospodarstwa wynosi 6,05 t/rok, co umożliwia produkcję 79 GJ energii.

Szacunkowe roczne zużycie nośników energii w gospodarstwie przedstawiono w tabeli 2. Skorzystano z następującego wzoru [Bieranowski, Olkowski 2007]:

$$Q = M \cdot Wu \quad (3)$$

gdzie:

Q – zużycie energii nośnika energii,

M – masa/ilość zużytego nośnika energii,

Wu – wartość opałowa nośnika.

Łączne zużycie nośników energii w analizowanym gospodarstwie w ciągu roku wynosi średnio 185,3 GJ.

Tabela 2. Roczne zużycie energii w gospodarstwie rolnym z uwzględnieniem wykorzystanych nośników energii
Table 2. The annual farm energy consumption accounting for the used energy carriers

Rodzaj nośnika/ Energy carrier type	Masa zużytego nośnika energii/Weight amount of used energy carrier	Wartość opałowa nośnika/Calorific value of energy carrier	Zużycie energii nośnika energii/Consumption of energy carrier [GJ]
Olej napędowy/Diesel	800 l	42,9 MJ/l	34,3
Węgiel kamienny/Coal	4 t	23,4 MJ/kg	93,6
Drewno opałowe/Firewood	3 t	13,38 MJ/kg	40,1
Zużycie energii elektrycznej/ Electricity consumption	4800 kWh	3600	17,3
Suma/Total	185,3 GJ		

Źródło: opracowanie własne na podstawie Skrótnicki 2010
Source: own study based Skrótnicki 2010

Do analizy wskaźników ekonomicznych przyjęto stopę dyskontową na poziomie 1,85% odpowiadającą realnej stopie procentowej obligacji dziesięcioletnich, tj. nominalnej stopie obligacji (5,75%) z uwzględnieniem stopy inflacji na poziomie (3,9%). Wolne środki finansowe właścicieli gospodarstwa skłonny byłby do alokacji w instrument o jak najniższej stopie ryzyka, np. lokata pieniężna. Inwestycja w zestaw solarny oraz brykietarkę jest przedsięwzięciem długookresowym, dlatego przyjęto za najlepszą, możliwą alternatywę kupno obligacji jako instrumentu o najmniejszym ryzyku. Panele solarne objęte są dziesięcioletnią gwarancją.

Wyniki badań

Przy zadeklarowanych zbiorach przez właściciela gospodarstwa można faktycznie uzyskać 227 GJ energii pochodzącej ze słomy zbóż. Dodatkowo należy zaznaczyć, że w analizie nie zostały uwzględnione różne długości słomy sianych zbóż, które zależą m.in. od gatunku zboża i warunków meteorologicznych. W przedstawionej kalkulacji założono, że cała masa uzyskanej słomy zostanie przeznaczona na produkcję energii. W praktyce jej część zostanie wykorzystana w gospodarstwie na cele hodowlane, a więc faktyczna wielkość uzyskanej energii z biomasy uprawianych zbóż może być mniejsza.

Łącznie roczne zapotrzebowanie gospodarstwa na energię cieplną wynosi 133,7 GJ. W analizowanym gospodarstwie nośnikiem energii cieplnej jest przede wszystkim węgiel (średnie roczne zużycie to 93,6 GJ – 70% całkowitej energii cieplnej), a następnie drewno opałowe tj.: sosna, świerk, brzoza (średnie roczne zużycie: 40,1 GJ – 30% całkowitej energii cieplnej).

Gospodarstwo produkuje łącznie ok. 17,4 t/rok słomy. Według dostępnych Normatywów Produkcji Rolnej zapotrzebowanie gospodarstwa na słomę dla posiadanego inwentarza wynosi 8 t/rok. Zakładając równomierne zużycie słomy mieszanki zbóż jarych (owsa, jęczmienia) oraz pszenżyta, do zagospodarowania pozostanie 7,35 t/rok słomy pszenżyta oraz 2,05 t/rok słomy mieszanki zbożowej. Teoretyczna wartość energetyczna nadwyżki biomasy wynosi 169,2 GJ. Dodatkowo należy uwzględnić efektywność kotła występującego w gospodarstwie domowym. Przyjęto sprawność na poziomie 50% (kocioł bez podajnika). Potencjał techniczny energii możliwej do pozyskania z wyprodukowanych brykietów/pelletów to 84,6 GJ (23 500 kWh).

Przeprowadzony wywiad w gospodarstwie rolnym wykazał, że domownicy używają średnio 50 dm³/osobę wody wraz z oporządzeniem gospodarstwa. Pojenie inwentarza odbywa się za pomocą studni głębinowej. W celu obliczenia odpowiedniego doboru instalacji solarnej zastosowano następujące wzory [Klugman-Radziemska 2006]:

$$Q = n \cdot cw \cdot \Delta t \quad (4)$$

gdzie:

Q – ciepło wytwarzane,

n – masa wody ogrzewanej,

cw – ciepło właściwe – 4,186 kJ/kg^oK,

Δt – różnica temperatury wody.

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad (5)$$

gdzie:

t_1 – woda wodociągu ok. 10°C,

t_2 – 55° C c.w.u. (ciepła woda użytkowa) w zasobniku.

Po podstawieniu do równania powyższych danych obliczono średnie zapotrzebowanie na ciepło dobowe w gospodarstwie wynoszące 37674 kJ, co daje 10,465 kWh energii do podgrzania 200 litrów wody. Optymalną ilość kolektorów obliczono na podstawie następującego wzoru [Poradnik Aparel... 2010]:

$$N = Y \cdot k \quad (6)$$

gdzie:

N – liczba kolektorów potrzebna do zainstalowania,

Y – liczba kolektorów przypadająca na osobę,

k – liczba osób w gospodarstwie.

Instalacja solarna dla analizowanego gospodarstwa powinna posiadać dwa kolektory słoneczne. Dach domostwa nachylony jest pod kątem 45° w kierunku PN/PD, co stanowi dogodne warunki montażowe oraz odpowiedni kąt nachylenia zestawu. Całkowita energia potrzebna do podgrzania 220 dm³ wody w skali roku wynosi 4201,70 kWh. Natomiast uzysk energii z zaproponowanego zestawu kształtuje się na poziomie 2567,16 kWh, co umożliwi łącznie 61% pokrycia zapotrzebowania gospodarstwa w energię cieplną niezbędną do podgrzania wody użytkowej [Poradnik Aparel... 2010].

Analiza ekonomiczna opłacalności paneli solarnych

Koszt dobranej instalacji solarnej wynosi 6999 zł (netto). Dodatkowo należy doliczyć koszt montażu – 3000 zł (netto). Koszt całkowity instalacji (po naliczeniu podatku) to ok. 12 300 zł. Koszt produkcji 1 kWh energii cieplnej należy przyjąć na poziomie 0,13 zł (4690 zł/37 139 kWh, gdzie 37 139 kWh = 133,7 GJ). Całkowite zapotrzebowanie gospodarstwa w energię ciepłą niezbędną do podgrzania 220 dm³ wynosi 4201,70 kWh, co generuje roczny koszt w wysokości 546,22 zł. Według powyższych szacunków dobry zestaw solarny może pokryć ok. 61% zapotrzebowania gospodarstwa. Stan ten może wygenerować oszczędności w wysokości 333,73 zł w skali roku. Można stwierdzić, że:

- okres zwrotu inwestycji skrócił się po skorzystaniu z programu NFOŚiGW z 36,8 lat do 27 lat; w tym okresie urządzenia najprawdopodobniej zużyją się i wystąpi konieczność wymiany ich na nowe;
- inwestycja wspomagana przez dofinansowanie przynosi większą średnią stopę zysku niż inwestycja finansowana w całości z własnych nakładów ($KSZ(2,7\%) < KSZ_2(3,7\%)$);
- instalacja solarna dla analizowanego gospodarstwa rolnego jest nieopłacalna w badanym okresie zarówno bez dofinansowania ($NPV = -9278,58$), jak i z uwzględnieniem dofinansowania do kredytu NFOŚiGW ($NPV = -6127,92$);
- dla stopy dyskonta równej zeru, wskaźnik NPV jest ujemny, co świadczy o nieopłacalności inwestycji;
- analizowane inwestycje nie są opłacalne dla gospodarstwa rolnego, pomimo możliwości uzyskania dofinansowania do kredytu na zestawy solarne;
- 1 kWh energii pochodzącej z paneli solarnych kosztuje 4,8 zł;
- 1 kWh energii pochodzącej z drewna opałowego kosztuje 0,11 zł;
- 1 kWh energii pochodzącej z węgla kamiennego kosztuje 0,13 zł;
- ogólny koszt wytworzenia 1 kWh energii cieplnej na potrzeby gospodarstwa rolnego bez uwzględnienia zestawu solarowego wynosi 0,13 zł, natomiast z uwzględnieniem paneli 0,45 zł.

Analiza ekonomiczna opłacalności produkcji brykietu ze słomy

Przyjmujemy, że całkowite nakłady inwestycyjne kształtują się na poziomie 15 100 zł. Na rynku dostępne są: rozdrabniacz o mocy 7,5 kW o wydajności do 450 kg/h, którego koszt wynosi 7600 zł, brykietciarka o mocy 7,5 kW i wydajności 100-300 kg/h (w zależności od przetwarzanego surowca) w cenie 7500 zł. Na rynku dostępne są również droższe urządzenia, natomiast przyjęto, iż wyznacznikiem podjęcia decyzji jest cena. Gospodarz będzie tym bardziej przychylny inwestycji, im urządzenie będzie tańsze. Zwłaszcza, że nadwyżki słomy może on wykorzystać jako dodatkową paszę dla żywego inwentarza lub jako nawóz. Dodatkowo rozważono dwa warianty inwestycji: wariant I – bez uwzględnienia kosztów produkcji słomy, wariant II – z uwzględnieniem kosztów produkcji słomy. Właściciel gospodarstwa rolnego wykazał, iż koszty nawożenia stanowią ok. 930 zł/ha, koszty wypożyczenia kombajnu ok. 250 zł/ha, koszty belowania ok. 180 zł/ha. Przy takich założeniach koszty przewyższają przychody z produkcji energii cieplnej i stanowią 3231,5 zł. Biorąc pod uwagę, że produkcja brykietu wymaga rozdrobnienia słomy można nie uwzględnić w rachunku kosztów belowania. W takim przypadku produkcja słomy przeznaczona na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej gospodarstwa generuje koszty w wysokości 2817,5 zł.

Ze względu na trudność oszacowania ilości spalonego odpowiednio określonego gatunku drzewa, przyjęto w dalszej analizie wartość opałową na poziomie 7,97 GJ/m³ będącą średnią arytmetyczną wartości opałowej tych trzech gatunków. Dla zaspokojenia energii cieplnej pochodzącej z drewna opałowego, gospodarz powinien zakupić ok. 5 m³. Jeśli ustalić średnie ceny drewna opałowego na poziomie 250 zł/m³ (informacje producentów), koszt zakupu wynosi 1250 zł. Średnia cena 1 tony węgla kamiennego to 860 zł/t. Koszt zakupu tego nośnika energii dla analizowanego gospodarstwa wynosi 3440 zł. Łącznie właściciel gospodarstwa rolnego w celu zaspokojenia potrzeb powinien wydać 4690 zł. Koszt produkcji 1 kWh energii cieplnej dla gospodarstwa rolnego przyjmuje się na poziomie 0,13 zł (4690 zł/ 37 139 kWh, gdzie 37 139 kWh = 133,7 GJ). Według szacunków, produkcja brykietu na własne potrzeby z dostępnego surowca w gospodarstwie może pokryć 84,6 GJ (23 500 kWh). Gospodarz uzyska roczne oszczędności wynoszące 3055 zł. Po analizie powyższych założeń oraz wyliczeniu odpowiednich wskaźników ekonomicznych można wyciągnąć następujące wnioski:

- okres zwrotu inwestycji jest znacznie krótszy, wziąć pod uwagę warianty I i II uwzględniające tylko koszty zakupu węgla potrzebnego do wytworzenia 84,6 GJ energii; stopa zwrotu kształtuje się na poziomie 5 lat; jest to obiecujący wynik; natomiast po uwzględnieniu kosztów produkcji słomy okres wydłuża się do 63,5 lat;
- inwestycja rozważana w wariantcie I ($KSZ=20,23\%$) przynosi większą średnią stopę zysku niż inwestycja wariantu II ($KSZ=1,6\%$);
- instalacja urządzeń do produkcji brykietu ze słomy dla analizowanego gospodarstwa rolnego jest opłacalna w badanym okresie dla wariantu I ($NPV=12558,42$);

- instalacja urządzeń do produkcji brykietu ze słomy jest nieopłacalna w badanym okresie dla wariantu II (NPV= -12949,8);
- 1 kWh energii pochodzącej z brykietu ze słomy kosztuje 0,64 zł;
- 1 kWh energii pochodzącej z drewna opałowego kosztuje 0,11 zł;
- 1 kWh energii pochodzącej z węgla kamiennego kosztuje 0,13 zł;
- ogólny koszt wytworzenia 1 kWh energii cieplnej na potrzeby gospodarstwa rolnego bez uwzględnienia zestawu solarnego wynosi 0,13zł, natomiast z uwzględnieniem paneli 0,45 zł.

Podsumowanie

Analiza gospodarstwa rolnego objętego badaniem wykazała, że istnieje możliwość zagospodarowania odpadów produkcji rolnej do produkcji bioenergii. Widoczny jest potencjał zastąpienia nośnika konwencjonalnego (węgla kamiennego) energią pochodzenia OZE. Zapotrzebowanie gospodarstwa rolnego w energię cieplną kształtuje się na poziomie 133,7 GJ/rok. W podejściu pierwotnym 93,6 GJ energii (70% całkowitej energii cieplnej zużytej w gospodarstwie w ciągu roku) wytwarzano z węgla, natomiast 40,1 GJ (30% całkowitej energii cieplnej zużytej w gospodarstwie w ciągu roku) pozyskiwano z drewna opałowego. Wyniki analizy przeprowadzonej na podstawie szacunkowych danych wykazały, że 84,6 GJ energii cieplnej (63% całkowitej energii cieplnej zużytej w gospodarstwie w ciągu roku) może zostać pozyskane z wyprodukowanego na własny użytek brykietu ze słomy. Natomiast panele słoneczne umożliwią pokrycie 9,2 GJ (7% całkowitej energii cieplnej zużytej w gospodarstwie w ciągu roku). Bilans wskazuje pełne pokrycie energii cieplnej zaproponowanymi rozwiązaniami dla analizowanego gospodarstwa rolnego. Widoczna jest nadwyżka 40,1 GJ energii pochodzącej ze spalania drewna opałowego. Umożliwia to gospodarzowi wybór zastosowania kombinacji tych trzech odnawialnych nośników energii w ogólnej strukturze produkcji, a także ogranicza ryzyko związane ze spadkiem urodzaju plonu w kolejnych latach.

W celu realizacji pakietu energetyczno-klimatycznego lub Strategii „Europa 2020”, a w tym Narodowej Strategii Rozwoju niezbędny jest wzrost efektywności energetycznej przez m.in. przez rozwój odnawialnych źródeł energii. Popularyzacja urządzeń OZE możliwych do wykorzystania w gospodarstwie rolnym jest jedną z metod wdrażania implementacyjnych zasad zrównoważonego rozwoju. Natomiast wyniki analizy wykorzystania zestawu paneli solarnych i urządzeń do produkcji brykietu ze słomy lub siana wykazały, że takie rozwiązanie może być problematyczne ze względu na konieczność poniesienia relatywnie dużych nakładów finansowych dla potencjalnego użytkownika, które nie generują znaczącego zysku.

Literatura

- Bieranowski J., Olkowski T.** 2007: Koncepcja substytucji energii pierwotnej energią odnawialną z odpadowej biomasy w wybranym gospodarstwie rolnym. *Inżynieria Rolnicza*, 7(95).
- Klugmann-Radziemska E.** 2006: Odnawialne źródła energii. Przykłady obliczeniowe. Wyd. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk.
- Kuś J., Jończyk K.** 2005: Dobra Praktyka Rolnicza w gospodarstwie rolnym. Materiały szkoleniowe, Radom. Poradnik Aparel. Instalacje Solarne Ergom. 2010: Wydanie IV. Aparel Ergom.
- Poskrobko B., Sidorczuk-Pietraszko E.** 2010: Systemy zarządzania energią jako instrument zrównoważonego rozwoju na poziomie lokalnym. [W:] Zrównoważony rozwój na poziomie lokalnym i regionalnym. Teoria i praktyka (red. M. Burchard-Dziubińska, A. Rzeńca). Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Program Priorytetowy NFOŚiGW, Program dla przedsięwzięć w zakresie odnawialnych źródeł energii i obiektów wysokosprawnej kogeneracji, Część 3, Dopłaty na częściowe spłaty kapitału kredytów bankowych przeznaczonych na zakup i montażu kolektorów słonecznych dla osób fizycznych i wspólnot mieszkaniowych;
- Skróńicki H. (red.).** 2010: Skrócone normatywy produkcji rolnej. Wyd. Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Radom.

Summary

In line with global trends, the preferred sustainable lifestyle development respects the natural environment. The trend is a consequence of the EU adopted energy and climate policy. In addition, the Europe 2020 Strategy provides support for societal initiatives. One of such groups are rural residents. There is a need to demonstrate the application of good practices in environmental protection, including further development of rural areas. The paper presents the possibility of greening a farm by replacing conventional energy sources with bioenergy.

Adres do korespondencji:

mgr Natalia Szubska-Włodarczyk
Uniwersytet Łódzki
Instytut Ekonomii
ul. Rewolucji 1905 r. 41/43
90-214 Łódź
tel. (42) 635 51 59
e-mail: natszub@uni.lodz.pl