

Jarosław Lira

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## PROGNOZOWANIE TARGOWISKOWYCH CEN ŻYWCIA WIEPRZOWEGO W POLSCE

### FORECASTING OF PURCHASE PRICES OF HOG LIVESTOCK IN POLAND

**Słowa kluczowe:** prognoza, dokładność prognozy, błędy prognoz *ex post*

*Key words:* forecast, forecast accuracy, forecast error measures (ex post)

**Synopsis.** Oceniono dokładność krótkoterminowych prognoz targowiskowych cen żywca wieprzowego uzyskanych z uwzględnieniem wahań cyklicznych i sezonowych na podstawie modelu multiplikatywnego według zmodyfikowanej metody klasycznej.

### Wstęp

Rynek żywca wieprzowego w Polsce podlega dużemu zróżnicowaniu podaży, która przy stosunkowo sztywnym popycie przekłada się na niestabilność cen. Podstawowym czynnikiem wpływającym na sytuację na rynku żywca są wahania cykliczne tworzące, tzw. cykle świńskie obserwowane w okresie 3-4 lat, które wynikają przede wszystkim z niedostosowania rozmiarów hodowli do wielkości popytu. Ponadto, decyzja producenta dotycząca zmiany skali produkcji zawsze jest spóźniona w stosunku do rynku. Niektórzy autorzy za bezpośrednią przyczynę występowania, cykli świńskich uznają niestabilność opłacalności chowu trzody chlewnej wywołanej niestabilnością cen pasz i żywca [Małkowski, Zawadzka 1995].

Krótkoterminowe prognozy targowiskowych cen żywca wieprzowego dostarczają ważnych informacji o kształtowaniu się tych cen w ciągu roku i mogą być wykorzystywane do szacowania opłacalności produkcji. Ponadto, pozwalają producentom dostosowywać się do rynku, np.: podejmować decyzje dotyczące wielkości produkcji i ewentualnie poszukiwania dochodów w innych działach rolnictwa.

Celem pracy jest ocena trafności krótkoterminowych prognoz targowiskowych cen żywca wieprzowego uzyskanych z uwzględnieniem wahań cyklicznych i sezonowych na podstawie modelu multiplikatywnego według zmodyfikowanej metody klasycznej. Materiał badawczy stanowiły przeciętne miesięczne ceny żywca wieprzowego uzyskiwane przez rolników na targowiskach w Polsce od stycznia 1990 r. do grudnia 2010 r., na podstawie Biuletynów Statystycznych GUS [1990-2010].

### Metodyka badań

Analizie poddane zostały przeciętne targowiskowe ceny żywca wieprzowego w Polsce w ujęciu miesięcznym od stycznia 1990 r. do grudnia 2010 r. Dane te posłużyły do utworzenia 85 szeregów czasowych. Pierwszy szereg czasowy złożony ze 168 jednostek czasowych obejmował poszczególne miesiące od stycznia 1990 r. do grudnia 2003 r., a kolejne szeregi były wydłużone o jeden wyraz w stosunku do poprzedniego szeregu, przy tym ostatni szereg czasowy składał się z 252 miesięcy z lat 1990-2010. Do sporządzenia prognoz targowiskowych cen żywca wieprzowego wykorzystano model multiplikatywny o następującej postaci:

$$z_t = f(t) \cdot c(t) \cdot s_i(t) \cdot e(t),$$

gdzie:

$z_t$  – poziom zjawiska w okresie  $t$ ,

$f(t)$  – funkcja tendencji rozwojowej (trend),

$c(t)$  – funkcja wahań cyklicznych w okresie  $t$ ,

$s_i(t)$  – funkcja wahań sezonowych w  $i$ -tym podokresie cyklu okresowości ( $i = 1, 2, \dots, d$ ),

$e(t)$  – składnik resztowy modelu, zwanym też składnikiem nieregularnym.

Prognozowanie cen z uwzględnieniem wahań cyklicznych i sezonowych na podstawie modelu multiplikatywnego według zmodyfikowanej metody klasycznej obejmowało etapy postępowania polegające na [Lira i Witczak 2007]:

- obliczeniu średniej ruchomej scentrowanej 12-okresowej, która reprezentuje trend  $f(t)$  i wahań cykliczne  $c(t)$ ,

- wyznaczeniu funkcji trendu  $f(t)$ ,
- wyodrębnieniu wahań cyklicznych  $c(t)$  jako ilorazu średniej ruchomej scentrowanej 12-okresowej i funkcji trendu  $f(t)$ ,
- usunięciu cykliczności z analizowanych cen ( $z/c(t)$ ),
- zastosowaniu multiplikatywnego modelu wyrównywania wykładniczego Wintersa o liniowej postaci trendu [Winters 1960, Stańko 1999] do wyznaczenia wahań sezonowych, wartości wygładzonych i prognoz ( $\hat{y}_t$ ) dla cen pozbawionych cykliczności,
- sporządzeniu prognoz i wyznaczeniu wartości wygładzonych dla targowiskowych cen żywca wieprzowego, uwzględniając prognozy i wartości wygładzone uzyskane za pomocą modelu Wintersa i wahań cyklicznych ( $\hat{z}_t = \hat{y}_t \cdot c(t)$ ).

Do oceny trafności prognoz wykorzystano następujące mierniki błędów prognoz *ex post* [Zeliaś i in. 2003]: względny błąd prognozy (WBP), średni kwadratowy błąd (SKB), średni błąd bezwzględny (SBP) oraz średni bezwzględny błąd procentowy (SBPP). WBP podaje odchylenie prognozy od wartości rzeczywistej w procencie wartości rzeczywistej:

$$\text{WBP} = (z_t - \hat{z}_t) / z_t \cdot 100\%$$

Następny błąd SKB wyrażony jest wzorem:

$$\text{SKB} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n (z_t - \hat{z}_t)^2, \text{ a interpretację tego błędu opieramy o odchylenie standardowe:}$$

$\sqrt{\text{SKB}}$ , które informuje o przeciętnym odchyleniu prognoz od wartości rzeczywistych. SBP wskazuje

na przeciętne bezwzględne odchylenie prognoz od wartości rzeczywistych:

$$\text{SBP} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n |z_t - \hat{z}_t|$$

Z kolei SBPP pokazuje, jaki procent rzeczywistej wartości stanowiło przeciętne bezwzględne odchylenie prognoz od wartości rzeczywistych:

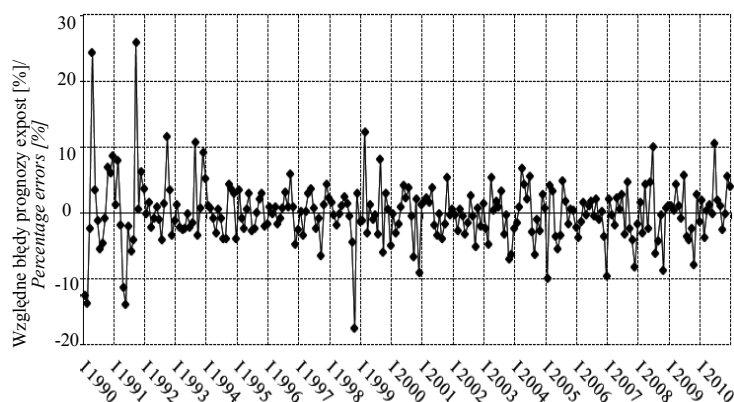
$$\text{SBPP} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{t=1}^n \left( \frac{|z_t - \hat{z}_t|}{z_t} \right) \cdot 100\%$$

Dla |WBP| i SBPP można przyjąć, że skonstruowane prognozy są bardzo dobre dla miernika nieprzekraczającego 3%, prognozy są dobre – w przedziale (3%, 5% >, prognozy są dopuszczalne (prognozy, które przez jej odbiorcę mogą być uznane za dostatecznie dokładne lub wiarygodne) – w przedziale (5%, 10% > oraz prognozy są niedopuszczalne dla miernika powyżej 10%. W przypadku SKB i SBP prognozy są tym trafniejsze, im są bliższe 0. Niezbędne obliczenia numeryczne zostały wykonane w oparciu o pakiet statystyczny STATISTICA i arkusz kalkulacyjny Excel.

W pierwszym etapie dla każdego z 85 szeregów czasowych wyodrębniono średnią ruchomą scentrowaną 12-miesięczną, a następnie wyznaczono funkcję trendu w postaci wielomianu stopnia II stopnia o poprawnych własnościach statystycznych (etap 2). Kolejno wyodrębniono wahania cykliczne (etap 3) i usunięto je z targowiskowych cen żywca wieprzowego (etap 4). W etapie 5 do cen pozbawionych cykliczności zastosowano multiplikatywny model wyrównywania wykładniczego Wintersa – o liniowej postaci trendu oraz przyjmując jako kryterium minimalizacyjne SBPP – w celu uzyskania wartości wygładzonych szeregu czasowego i sporządzenia prognoz o horyzoncie 12-miesięcznym. W ostatnim etapie (6) najpierw obliczono wartości wygładzone cen żywca na podstawie wartości wygładzonych uzyskanych za pomocą modelu Wintersa i wyodrębnionych wahań cyklicznych, a następnie w 12-miesięcznym horyzoncie prognozy określono przewidywalne kształtowanie się wahań cyklicznych na podstawie poprzednich cykli. Posłużyły one wraz prognozami z modelu Wintersa do zbudowania 12 prognoz targowiskowych cen żywca wieprzowego dla każdego szeregu czasowego.

## Wyniki badań empirycznych

**Ocena zmodyfikowanej metody klasycznej.** Na podstawie miesięcznych cen targowiskowych żywca wieprzowego z lat 1990-2010 (pogrupowanych w 85 szeregów czasowych) oraz odpowiadającym wartościom wygładzonym, obliczono względne błędy prognozy *ex post*, przy tym dla pierwszego szeregu czasowego otrzymano 168 względnych błędów, a dla kolejnego o jeden błąd więcej w odniesieniu do poprzedniego szeregu. Z kolei dla ostatniego szeregu czasowego (85) wyznaczono 252 błędy względne prognozy. Na rysunek 1 przedstawiono medianę względnych błędów prognozy *ex post* wyznaczoną dla poszczególnych miesięcy z lat 1990-2010. Analizując medianę względnych błędów prognozy można



Rysunek 1. Mediana względnych błędów prognozy ex post dla poszczególnych miesięcy z lat 1990-2010

Figure 1. Median of ex post percentage errors for individual months from 1990 to 2010

Źródło: opracowanie własne na podstawie Biuletyn Statystyczny za lata 1990-2010

Source: own study based on Biuletyn Statystyczny 1990-2010

Tabela 1. Statystyki opisowe dla błędów prognoz ex post  
Table 1. Descriptive statistics of ex post forecasting errors

| Błędy prognoz ex post/<br>Ex post forecast errors           | Minimum/<br>Minimum | Kwartył dolny/<br>Lower quartile | Mediana/<br>Median | Kwartył górny/<br>Upper quartile | Maksimum/<br>Maximum |
|---|---------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|----------------------|
| $\text{SKB}/\text{MSE} [\text{zł}/\text{kg}]^2$             | 0,0121              | 0,0134                           | 0,0138             | 0,0151                           | 0,0162               |
| $\sqrt{\text{SKB}}/\sqrt{\text{MSE}} [\text{zł}/\text{kg}]$ | 0,1099              | 0,1159                           | 0,1175             | 0,1231                           | 0,1274               |
| $\text{SBP}/\text{MAE} [\text{zł}/\text{kg}]$               | 0,0755              | 0,0833                           | 0,0847             | 0,0893                           | 0,0929               |
| $\text{SBBP}/\text{MAPE} [\%]$                              | 3,19                | 3,26                             | 3,29               | 3,31                             | 3,34                 |

Oznaczenia: średni kwadratowy błąd (SKB), średni błąd bezwzględny (SBP) oraz średni bezwzględny błąd procentowy (SBBP)/Explanations: mean squared error (MSE), mean absolute error (MAE), Mean absolute percentage error (MAPE)

Źródło: jak na rys. 1

Source: see fig. 1

zauważyć szczególnie duże błędy w kwietniu 1990 r. (24,3%), we wrześniu 1991 r. (26,0%), a także w październiku 1998 r. (-17,7%). Ponadto, odnotowano w 8 miesiącach względny błąd prognozy o wartości powyżej 10% lub poniżej -10%. Wysokość błędów można powiązać ze wzrostami lub spadkami miesięcznych cen targowiskowych żywca wieprzowego w stosunku do poprzedniego miesiąca. Tak więc w kwietniu w stosunku do marca 1990 r. zauważono wzrost o 36,7% targowiskowej ceny żywca, we wrześniu w porównaniu do sierpnia 1991 r. – wzrost o 40,4%, a w październiku w odniesieniu do września 1998 r. – spadek o 18,8%. Na ogół wzrost powyżej 10% lub spadek poniżej 10% rzeczywistych cen w stosunku do poprzedniego miesiąca powodował wystąpienie dużych względnych błędów prognozy.

W tabeli 1 podano podstawowe charakterystyki błędów prognoz ex post obliczonych w oparciu o wartości wygładzone i targowiskowe ceny żywca wieprzowego dla 85 szeregów czasowych. Analizując błędy można stwierdzić, że przeciętne odchylenie prognoz od targowiskowych cen oscyluje wokół 0,12 zł za 1 kg żywca wieprzowego. Obciążenie prognoz (co do bezwzględnej wartości) jest na poziomie ok. 0,08 zł/kg. Względne całkowite dopasowanie modelu do cen targowiskowych wynosi ok. 3,3%, co świadczy, że prognozy są obciążone stosunkowo niedużym błędem.

**Empiryczna weryfikowalność prognozy.** Dla każdego utworzonego szeregu czasowego przyjęto 12-miesięczny horyzont prognozy. W oparciu o pierwszy szereg skonstruowano prognozy na poszczególne miesiące od stycznia do grudnia 2004 r. Dla każdego kolejnego szeregu horyzont prognozy był przesunięty o jeden miesiąc, a zatem ostatni szereg (85) obejmował kolejne miesiące od stycznia do grudnia 2011 r. Łącznie wyznaczono 1020 prognoz. Empirycznej weryfikowalności poddano miesięczne prognozy wygasłe od stycznia 2004 r. do grudnia 2010 r., a zatem po upływie czasu, na który prognozy były sporządzone. Analiza obejmowała 942 prognozy wygasłe, w tym z wyprzedzeniem prognozy o jeden miesiąc było 84, o dwa miesiące – 83, ..., a o 12 miesięcy – 73. W tabeli 2 przedstawiono podstawowe charakterystyki względnych błędów prognozy ex post wyznaczonych na bazie prognoz wygasłych i targowiskowych cen żywca wieprzowego dla wyprzedzenia prognozy od jednego miesiąca do 12 miesięcy. Prognozy konstruowane w oparciu o model multiplikatywny według zmodyfikowanej metody klasycznej częściej były przeszacowane dla poszczególnego wyprzedzenia prognozy, poza wyprzedzeniem o trzy miesiące. Przeszacowanych prognoz wygasłych było więcej od 2,5 p.p. dla wyprzedzenia prognozy o 5 miesięcy, do ok. 9 p.p. dla wyprzedzenia

o 2 miesiące niż niedoszacowanych prognoz. Przeciętna wartość względnego błędu prognozy *ex post* zawarta była w przedziale od 0,01% (wyprzedzenie prognozy o 3 miesiące) do 1,99% (wyprzedzenie prognozy o 10 miesięcy). W typowym pozycyjnym przedziale zmienności zawarte było ok. 50% ogółu prognoz wygasłych z odchyleniem od in minus o 3,9 p.p. (wyprzedzenie prognozy o 9 miesięcy) do *in plus* 3,3 p.p. (wyprzedzenie o 10 miesięcy). Badając strukturę względnych błędów prognozy *ex post* dla prognoz wygasłych i targowiskowych cen żywca wieprzowego przedstawionych w tabeli 3 można odnotować, że największy odsetek bardzo dobrych prognoz (55,9%) i zarazem najmniejszy odsetek prognoz niedopuszczalnych wystąpiło przy wyprzedzeniu prognozy o jeden miesiąc, a na kolejnej pozycji – o 2 miesiące (odpowiednio: o 16,1 p.p. mniej i o 6 p.p. więcej w stosunku do jednego miesiąca). Z kolei najniższym odsetkiem bardzo dobrych prognoz charakteryzowało się wyprzedzenie prognozy o 8 miesięcy (16,9%), a najwyższym odsetkiem prognoz niedopuszczalnych o 6 miesięcy (39,3%). Analizując strukturę błędów w latach 2004-2010 największy odsetek bardzo dobrych prognoz (46,5%) i najmniejszy odsetek prognoz niedopuszczalnych (4,2%) było w 2005 r. Najniższymi odsetkami prognoz bardzo dobrych (ok. 16,5%) i jednocześnie najwyższymi odsetkami prognoz niedopuszczalnych (odpowiednio: 62,5 i 37,5%) cechowały się lata 2004 i 2008. Były to lata o największej zmienności targowiskowych cen żywca wieprzowego, przeciętnie ok. 134% (2004 r.) i 68% (2008 r.) wyższej w porównaniu do lat 2005-2007 i 2009-2010.

**Tabela 2. Charakterystyki względnych błędów prognozy *ex post* dla prognoz wygasłych i targowiskowych cen żywca wieprzowego w Polsce**

*Table 2. The characteristics of percentage errors for ex post forecasts and purchase prices of hog livestock*

| Wyprzedzenie prognozy/<br><i>Step-ahead of forecast</i> | Minimum/<br><i>Mini-mum</i> | Kwartył dolny/<br><i>Lower quartile</i> | Mediana/<br><i>Median</i> | Kwartył górny/<br><i>Upper quartile</i> | Maksimum/<br><i>Maxi-mum</i> | Odsetek dodatnich błędów WBP [%]/<br><i>Percentage of positive errors PE</i> | Typowy pozycyjny przedział zmienności*/<br><i>Typical position interval of deviation</i> | Odsetek ogółu błędów WBP [%]/<br><i>Percentage of PE errors in total</i> |
|---|-----------------------------|---|---------------------------|---|------------------------------|--|--|--|
| 1   | -12,76                      | -2,53                                   | 0,57                      | 2,76                                    | 11,50                        | 54,8   | (-2,08; 3,21)  | 50,0   |
| 2   | -16,57                      | -2,80                                   | 1,87                      | 3,76                                    | 16,14                        | 59,0   | (-1,41; 5,15)  | 48,2   |
| 3   | -17,44                      | -3,67                                   | 0,01                      | 6,29                                    | 15,57                        | 50,0   | (-4,96; 4,99)  | 47,6   |
| 4   | -20,86                      | -7,41                                   | 0,82                      | 6,44                                    | 21,23                        | 55,6   | (-6,11; 7,75)  | 49,4   |
| 5   | -19,15                      | -6,47                                   | 0,53                      | 8,29                                    | 22,52                        | 52,5   | (-6,85; 7,91)  | 48,8   |
| 6   | -23,53                      | -7,64                                   | 1,05                      | 7,91                                    | 21,70                        | 53,2   | (-6,73; 8,82)  | 50,6   |
| 7   | -26,32                      | -7,43                                   | 1,42                      | 8,68                                    | 20,68                        | 55,1   | (-6,64; 9,48)  | 50,0   |
| 8   | -23,59                      | -5,59                                   | 1,85                      | 9,00                                    | 21,06                        | 55,8   | (-5,44; 9,15)  | 48,1   |
| 9   | -24,95                      | -5,58                                   | 0,72                      | 8,35                                    | 18,42                        | 52,6   | (-6,25; 7,68)  | 46,1   |
| 10  | -31,51                      | -5,04                                   | 1,99                      | 8,18                                    | 17,03                        | 56,0   | (-4,62; 8,60)  | 53,3   |
| 11  | -36,87                      | -5,22                                   | 1,39                      | 7,77                                    | 19,24                        | 54,1   | (-5,11; 7,89)  | 48,6   |
| 12  | -40,26                      | -5,03                                   | 1,38                      | 7,67                                    | 21,66                        | 54,8   | (-4,97; 7,73)  | 49,3   |

\* Przedział jednego odchylenia ćwiartkowego/*Interval of one quartile deviation*

Źródło: jak na rys. 1

Source: see fig. 1

**Tabela 3. Struktura względnych błędów prognozy *ex post* dla prognoz wygasłych i targowiskowych cen żywca wieprzowego w Polsce**

*Table 3. The structure of percentage errors for ex post forecasts and purchase prices of hog livestock*

| Względny błąd prognozy <i>ex post</i> /<br><i>Percentage error</i> | Wyprzedzenie prognozy (miesiące) [%]/ <i>Step-ahead of forecast (months)</i> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | 1  | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| (-3%; 3%)  | 55,9   | 39,8 | 35,4 | 29,6 | 26,2 | 17,7 | 23,1 | 16,9 | 21,1 | 21,3 | 21,6 | 32,9 |
| (-5%; -3%> lub/ and <3%; 5%)                                       | 21,4   | 21,7 | 12,2 | 11,1 | 8,8  | 17,7 | 14,1 | 19,5 | 11,8 | 14,7 | 14,9 | 9,6  |
| (-10%; -5%> lub/ and <5%; 10%)                                     | 17,9   | 27,7 | 24,4 | 30,9 | 30,0 | 25,3 | 25,6 | 27,3 | 35,5 | 36,0 | 32,4 | 23,3 |
| ≤-10% lub ≥10%   | 4,8  | 10,8 | 28,0 | 28,4 | 35,0 | 39,3 | 37,2 | 36,3 | 31,6 | 28,0 | 31,1 | 34,2 |

Źródło: jak na rys. 1

Source: see fig. 1

### Podsumowanie

Krótkoterminowe prognozy dostarczają ważnych informacji o kształtowaniu się cen produktów rolnych w poszczególnych miesiącach roku kalendarzowego oraz mogą wpływać na zachowanie się producentów na rynku rolnym.

Model multiplikatywny według zmodyfikowanej metody klasycznej umożliwia konstruowanie prognoz targowiskowych cen żywca wieprzowego z uwzględnieniem wahań cyklicznych i sezonowych. Względne całkowite dopasowanie modelu do cen targowiskowych jest obciążone stosunkowo niewielkim błędem (ok. 3,3%). Na ogół wzrost powyżej 10% lub spadek poniżej 10% cen żywca w stosunku do poprzedniego miesiąca powoduje wystąpienie stosunkowo dużego niedoszacowania lub przeszacowania prognozy. Najwyższą trafność prognoz uzyskuje się dla wyprzedzenia prognozy od jednego do trzech miesięcy (odpowiednio: 77,3, 61,5 oraz 47,6%), a przeciętny odsetek prognoz dobrych i bardzo dobrych wynosi ok. 37%. Ponadto im mniejsza wystąpi zmienność cen żywca w horyzoncie prognozy, tym większa jest trafność prognoz.

### Literatura

Biuletyn Statystyczny za lata 1990-2010: GUS, Warszawa.

**Lira J., Witczak A.** 2007: Krótkoterminowe prognozy cen produktów rolnych. *Wiadomości Statystyczne*, 1, 23-35.

**Malkowski J., Zawadzka D.** 1995: Wahania produkcji trzody chlewnej w Polsce i innych krajach. *Komunikaty, Raporty, Ekspertyzy*, 389, IERiGŻ, Warszawa.

**Stańko S.** 1999: Prognozowanie w rolnictwie. Wyd. SGGW, Warszawa, 126-132.

**Winters P.R.** 1960: Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6.

**Zeliaś A., Pawelek B., Wanat S.** 2003: Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady zadania. PWE, Warszawa, 45-50.

### Summary

*The aim of the paper was the assessment of accuracy of short-term forecasts of purchase prices of hog livestock obtained taking into account the cyclical and seasonal fluctuations on the basis of multiplicative model, according to the modified classical method. The highest forecast accuracy is obtained with one to three months advance (77.3%, 61.5% and 47.6%, respectively), and the median of the good and very good forecasts amounted to about 37%. Moreover, the lower the changeability of hog livestock prices as shown by the forecast, the more accurate the forecast is.*

#### Adres do korespondencji:

dr Jarosław Lira  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu  
Katedra Finansów i Rachunkowości  
ul. Wojska Polskiego 28  
60-637 Poznań  
tel. (61) 848 71 11  
e-mail: jlira@up.poznan.pl