

# Behawioralny model kursu równowagi PLN/EUR

J. Bęza-Bojanowska<sup>1</sup> R. MacDonald<sup>2</sup>

<sup>1</sup>BISE, NBP

<sup>2</sup>Glasgow University

12 sierpnia, 2008

# Plan prezentacji

- 1 Kurs równowagi - teoria
  - Pojęcie kursu równowagi
  - Modele kursu równowagi
  - Cele wyznaczania kursu równowagi
- 2 Behawioralny model kursu równowagi
  - Założenia i specyfikacja modelu BEER
  - Etapy analizy w modelu BEER
- 3 BEER dla kursu PLN/EUR
  - Opis danych
  - BEER dla złotego
  - PEER dla złotego
  - Ocena sytuacji na polskim rynku walutowym

# Co to jest kurs równowagi?

**Rynkowy kurs równowagi** wynika ze zrównania się popytu i podaży walut na rynku walutowym.

**Kurs walutowy równowagi** - poziom kursu walutowego, zapewniający równowagę gospodarki:

- **w najwęższym sensie:** równowaga na rynku dóbr i usług
- **w najszerszym sensie:** równowaga gospodarki światowej

# Typy kursu równowagi

Kurs równowagi (Driver, Westaway, 2004):

- **krótkookresowej** - kurs odpowiadający aktualnym wartościom zmiennych fundamentalnych po wyeliminowaniu czynników losowych
- **średniookresowej** - kurs odpowiadający wewnętrznej i zewnętrznej równowadze gospodarki
- **długookresowej** - „globalna” równowaga gospodarki, tzn. wszystkie zmienne fundamentalne w stanie równowagi

# Jak wyznaczyć kurs równowagi?

- Hipoteza parytetu siły nabywczej (Purchasing Power Parity; PPP; Cassel, 1928)
- Model behawioralnego kursu walutowego równowagi (Behavioural Equilibrium Exchange Rate; BEER; Clark, MacDonald, 1998)
- Model fundamentalnego kursu walutowego równowagi (Fundamental Equilibrium Exchange Rate; FEER; Williamson, 1983)

## Po co wyznaczać kurs równowagi?

- ocena aktualnej sytuacji na rynku walutowym
- identyfikacja czynników determinujących kurs walutowy - określenie ścieżki konwergencji kursu bieżącego do kursu równowagi
- wyznaczenie kursu centralnego przy zmianie reżimu kursu walutowego
- wyznaczenie pożądanego przy danych warunkach makroekonomicznych poziomu kursu walutowego

# Założenia modelu BEER

## Podejście behawioralne:

- wiąże bezpośrednio realny kurs walutowy z jego **determinantami** (czynniki fundamentalnymi)
- zakłada, że **realny kurs walutowy równowagi może zmieniać się w czasie**
- **krótko- i średniookresowy kurs równowagi**

## Specyfikacja modelu BEER

- hipoteza parytetu stopy procentowej bez pokrycia (UIP) z uwzględnieniem występowania premii za ryzyko

$$E(s_{t+k} - s_{t+k-1}) = -(i_t - i_t^*) + \lambda_t$$

- realna wersja

$$E(q_{t+k} - q_{t+k-1}) = -(r_r - r_t^*) + \lambda_t$$

- model BEER

$$q_t = E(q_{t+k}) - (r_r - r_t^*) + \lambda_t$$

- długookresowy realny kurs walutowy równowagi

$$E(q_{t+k}) = f(nfa_t, tot_t, bs_t)$$



## Analiza kursu równowagi w ramach BEER

- oszacowanie behawioralnego kursu równowagi ( $\bar{q}_t$ )
- wyznaczenie aktualnego odchylenia od kursu równowagi:  
 $cm_t = \varepsilon_t = q_t - \bar{q}_t$
- wyznaczenie całkowitego odchylenia od kursu równowagi:  
 $tm_t = q_t - \bar{\bar{q}}_t$ 
  - **podejście „klasyczne”**: wyznaczenie ścieżek równowagi dla zmiennych fundamentalnych:  
 $\bar{\bar{q}}_t = B^T \bar{x}_t$
  - **podejście statystyczne**: dekompozycja kursu równowagi:  
 $\bar{q}_t = P_t + T_t$   
gdzie:  $\bar{\bar{q}}_t = P_t$

## Definicje zmiennych

$q_t$  - realny kurs PLN/EUR [NBP, OECD]

$nfa_t$  - aktywa zagraniczne netto [obliczenia własne; NBP, GUS]

$r_t$  - realny dysparytet długoterminowych stóp procentowych [Eurostat, OECD]

$tot_t$  - relatywny terms of trade [GUS, SBD]

$bs_t$  - relatywna wydajności pracy [GUS, Eurostat]

$\lambda_t$  - premia za ryzyko [MF, GUS]: deficyt budżetu państwa /  
zadłużenie skarbu państwa

## Analiza kointegracyjna

Procedura testowania hipotez (Greenlade, Hall, Henry, 2002):

- 1 Oszacowanie modelu VAR bez restrykcji:

$$x_t = \sum_{k=1}^K \Delta x_{t-k} \Pi_k + d_t \Phi + \varepsilon_t$$

- 2 Testowanie rzędu kointegracji (test śladu):

$$\tau_{p-r} = -T \sum_{i=1}^p \ln(1 - \hat{\lambda})$$

- 3 Nałożenie restrykcji słabej egzogeniczności:

$$LM(rm) = -T \sum_{i=1}^p \left\{ \ln(1 - \hat{\lambda}_i^c) - (1 - \hat{\lambda}_i) \right\}$$

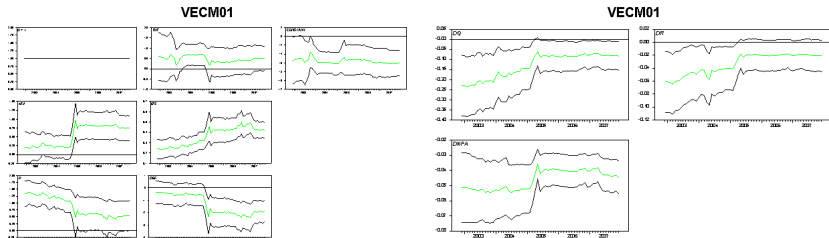
- 4 Testowanie rzędu kointegracji

- 5 Identyfikacja struktury długookresowej:

$$\Delta x_t = \Pi x_t + \sum_{s=1}^{S-1} \Delta x_{t-s} \Gamma_s + d_t \Phi + \varepsilon_t, \text{ gdzie: } \Pi = AB^T$$

# Behavioralny model kursu równowagi PLN/EUR (V01)

<i>Variant</i>	<i>q</i>	<i>NFA</i>	<i>R</i>	<i>tot</i>	<i>bs</i>	<i>DEF</i>	<i>DEBT</i>	
VECM01	<i>LT</i>	1.000	0.740 (4.282)	0.553 (2.032)	0.509 (1.776)	0.415 (10.778)	-1.871 (-4.363)	-
	<i>ECT</i>	-0.083 (-2.276)	-0.045 (-7.567)	-0.021 (-1.717)	0.000	0.000	0.000	-

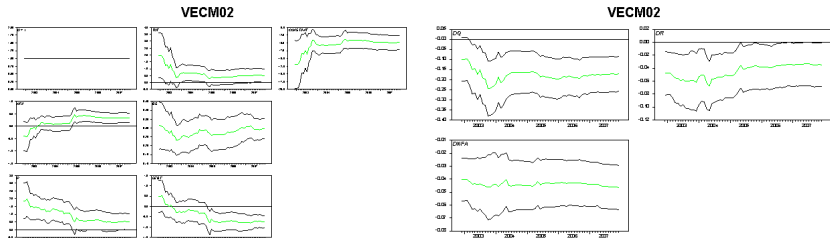


# Behavioralny model kursu równowagi PLN/EUR

<i>Variant</i>		<i>q</i>	<i>NFA</i>	<i>R</i>	<i>tot</i>	<i>bs</i>	<i>DEF</i>	<i>DEBT</i>
VECM01	<i>LT</i>	1.000	0.740 (4.282)	0.553 (2.032)	0.509 (1.776)	0.415 (10.778)	-1.871 (-4.363)	-
	<i>ECT</i>	-0.083 (-2.276)	-0.045 (-7.567)	-0.021 (-1.717)	0.000	0.000	0.000	-
VECM02	<i>LT</i>	1.000	0.338 (3.370)	0.526 (1.989)	0.511 (2.148)	0.295 (10.314)	-	-0.729 (-4.865)
	<i>ECT</i>	-0.170 (-3.511)	-0.047 (-5.083)	-0.035 (-2.021)	0.000	0.000	-	0.000

# Behavioralny model kursu równowagi PLN/EUR (V02)

<i>Variant</i>	<i>q</i>	<i>NFA</i>	<i>R</i>	<i>tot</i>	<i>bs</i>	<i>DEF</i>	<i>DEBT</i>
<i>LT</i>	1.000	0.338	0.526	0.511	0.295	-	-0.729
VECM02		(3.370)	(1.989)	(2.148)	(10.314)		(-4.865)
	<i>ECT</i>	-0.170	-0.047	-0.035	0.000	0.000	-
	(-3.511)	(-5.083)	(-2.021)				



## Reprezentacja MA modelu VEC

Model VEC:

$$\Delta x_t = \Pi x_t + \sum_{s=1}^{S-1} \Delta x_{t-s} \Gamma_s + d_t \Phi + \varepsilon_t$$

Wektorowa reprezentacja MA (Johansen, 1995):

$$x_t = C \sum_{i=1}^t \varepsilon_i + C \sum_{i=1}^t d_i \Phi + Y_t$$

gdzie:

$C = \beta_{\perp} (\alpha_{\perp}^T \Gamma \beta_{\perp})^{-1} \alpha_{\perp}^T = \tilde{\beta}_{\perp} \alpha_{\perp}^T$  - macierz długoterminowego wpływu szoków

$\alpha_{\perp}, \beta_{\perp}$  - ortogonalne dopełnienia macierzy  $\alpha, \beta$

$\tilde{\beta}_{\perp}$  - wagi dla p-r wspólnych trendów stochastycznych  $\alpha_{\perp}^T \sum_{i=1}^t \varepsilon_i$

$Y_t = C^*(L)(\varepsilon_t + d_t \Phi)$  - stacjonarny proces

$C^*(L)$  - niejednostkowa macierz wielomianowa dana przez parametry modelu VAR

## Dekompozycja Gonzalo-Grangera

- 1 Identyfikacja czynników wspólnych (common factors):

$$x_t = A_1 f_t + \tilde{x}_t$$

gdzie:

$f_t = A_2 x_t$  - czynnik wspólny I(0)

$\tilde{x}_t$  - element przejściowy (transitory element)

$A_1 = \beta_{\perp} (\alpha_{\perp}^T \beta_{\perp})^{-1}$  - macierz wag o własności  $\alpha^T A_1 = 0$

$$A_2 = \alpha (\beta^T \alpha)^{-1}$$

- 2 Dekompozycja  $x_t$ :

$$x_t = P_t + T_t$$

gdzie:

$$P_t = A_1 \alpha_{\perp}^T \beta_{\perp} x_t$$

$$T_t = A_2 \beta^T x_t$$



# Siły ciągnięcia kursu równowagi PLN/EUR (V01)

**VECM01: Loadings to Common Trends**

BETA_ORT(tilde)	CT(1) <i>NFA</i>	CT(2) <i>tot</i>	CT(3) <i>bs</i>	CT(4) <i>DEF</i>	CT(5) <i>R</i>
<i>q</i>	0.292 (0.369)	-1.193 (-0.240)	<b>-0.251</b> (-3.147)	<b>1.740</b> (2.316)	<b>-1.700</b> (-3.135)
<i>NFA</i>	<u>1.817</u> (1.705)	8.300 (1.236)	-0.085 (-0.790)	0.847 (0.836)	-0.854 (-1.168)
<i>R</i>	-0.790 (-1.225)	4.917 (1.210)	0.018 (0.276)	0.443 (0.723)	<u>1.406</u> (3.177)
<i>tot</i>	-0.061 (-0.075)	<u>8.644</u> (1.687)	0.102 (1.240)	0.221 (0.286)	-0.105 (-0.188)
<i>bs</i>	0.536 (0.694)	-3.119 (-0.641)	<u>0.688</u> (8.836)	0.572 (0.780)	-0.061 (-0.115)
<i>DEF</i>	0.315 (1.142)	1.015 (0.583)	-0.035 (-1.240)	<u>1.544</u> (5.884)	-0.156 (-0.825)

**VECM01: Long-Run Impact Matrix**

C	<i>q</i>	<i>NFA</i>	<i>R</i>	<i>tot</i>	<i>bs</i>
<i>q</i>	<b>0.574</b> (1.918)	0.292 (0.369)	<b>-1.700</b> (-3.135)	-1.193 (-0.240)	<b>-0.251</b> (-3.147)
<i>NFA</i>	<u>-0.685</u> (-1.698)	<u>1.817</u> (1.705)	-0.854 (-1.168)	8.300 (1.236)	-0.085 (-0.790)
<i>R</i>	-0.155 (-0.634)	-0.790 (-1.225)	<u>1.406</u> (3.177)	4.917 (1.210)	0.018 (0.276)
<i>tot</i>	0.082 (0.265)	-0.061 (-0.075)	-0.105 (-0.188)	<u>8.644</u> (1.687)	0.102 (1.240)
<i>bs</i>	-0.285 (-0.977)	0.536 (0.694)	-0.061 (-0.115)	-3.119 (-0.641)	<u>0.688</u> (8.836)
<i>DEF</i>	-0.115 (-1.105)	0.315 (1.142)	-0.156 (-0.825)	1.015 (0.583)	-0.035 (-1.240)

# Siły ciągnięcia kursu równowagi PLN/EUR (V02)

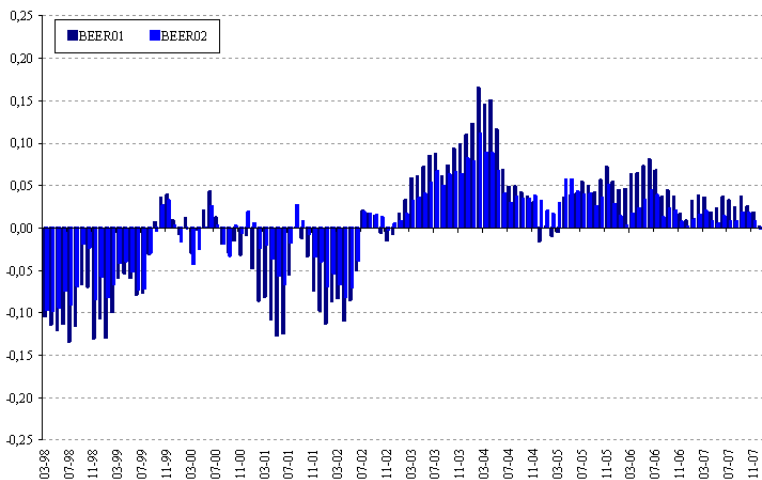
**VECM02: Loadings to Common Trends**

BETA_ORT(tilde)	CT(1)	CT(2)	CT(3)	CT(4)	CT(5)
	<i>tot</i>	<i>bs</i>	<i>DEBT</i>	<i>R</i>	<i>NFA</i>
<i>q</i>	-1.696 (-0.347)	<b>-0.222</b> (-3.346)	0.093 (0.434)	<b>-1.873</b> (-3.538)	0.918 (1.153)
<i>NFA</i>	8.089 (1.177)	-0.027 (-0.292)	-0.319 (-1.059)	-0.906 (-1.218)	<u>2.036</u> (1.820)
<i>R</i>	5.921 (1.258)	0.024 (0.379)	0.053 (0.259)	<u>1.303</u> (2.559)	-0.900 (-1.175)
<i>tot</i>	<u>9.244</u> (1.610)	0.112 (1.442)	0.055 (0.220)	-0.012 (-0.019)	-0.106 (-0.113)
<i>bs</i>	-3.942 (-0.753)	<u>0.669</u> (9.417)	0.148 (0.646)	-0.222 (-0.392)	0.908 (1.065)
<i>DEBT</i>	2.672 (0.648)	-0.080 (-1.436)	<u>0.803</u> (4.454)	<u>-0.917</u> (-2.058)	<u>1.744</u> (2.601)

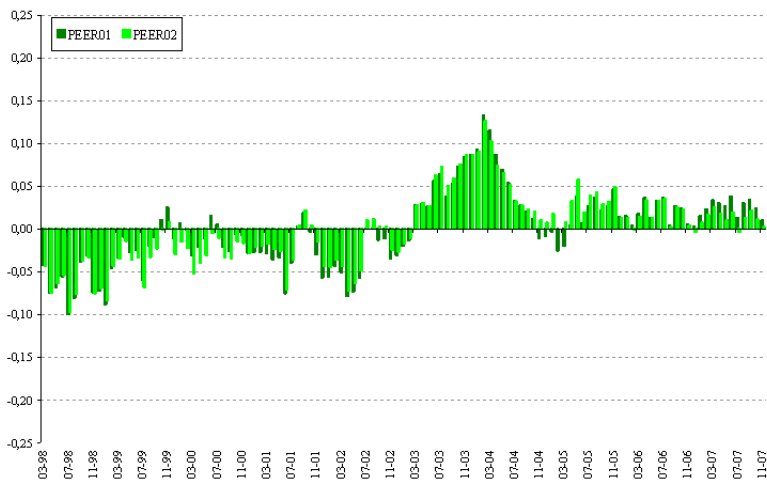
**VECM02: Long-Run Impact Matrix**

C	<i>q</i>	<i>NFA</i>	<i>R</i>	<i>tot</i>	<i>bs</i>
<i>q</i>	<b>0.482</b> (1.847)	0.918 (1.153)	<b>-1.873</b> (-3.538)	-1.696 (-0.347)	<b>-0.222</b> (-3.346)
<i>NFA</i>	<u>-0.608</u> (-1.659)	<u>2.036</u> (1.820)	-0.906 (-1.218)	8.089 (1.177)	-0.027 (-0.292)
<i>R</i>	-0.197 (-0.787)	-0.900 (-1.175)	<u>1.303</u> (2.559)	5.921 (1.258)	0.024 (0.379)
<i>tot</i>	0.062 (0.203)	-0.106 (-0.113)	-0.012 (-0.019)	<u>9.244</u> (1.610)	0.112 (1.442)
<i>bs</i>	-0.365 (-1.307)	0.908 (1.065)	-0.222 (-0.392)	-3.942 (-0.753)	<u>0.669</u> (9.417)
<i>DEBT</i>	<u>-0.448</u> (-2.038)	<u>1.744</u> (2.601)	<u>-0.917</u> (-2.058)	2.672 (0.648)	-0.080 (-1.436)

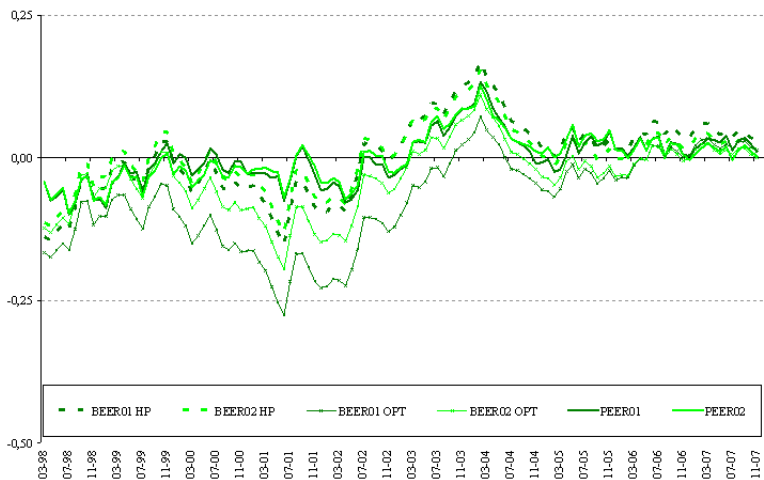
## Bieżące niedopasowanie do kursu równowagi (cm)



## Całkowite niedopasowanie do kursu równowagi (tm)



## Analiza wrażliwości tm



## Niedopasowanie na tle wcześniejszych badań

Paper	Model	Period	Misalignment	Our outcomes
Bęza-Bojanowska, 2007	BEER ( <i>BS_REL, R, NFA, TOT, DEF, DEBT</i> )	Feb 2004	(+): 12.7-15.9%	(+): 11.2-16.5%
	PPI-based	Dec 2006	close to ER	close to ER
Coudert and Couharde, 2002	FEER	2000	(-): 7%	(-): 1-3%
	CPI-based	2001	(-): 3%	(-): 2-3%
Égert and Lommatzsch, 2004	BEER ( <i>BS, R, OPEN, TOT, REG, FDEBT, DEBT</i> ) based on CPI and PPI	Q4 2002	(-): 12-15%	(-): 0-3%
Lommatzsch and Tober, 2002	BEER ( <i>BS, GDP*, R, NFA</i> ) PPI-based	Q4 2001	(-): 10%	(-): 4-10%
Rahn, 2003	BEER ( <i>BS, NFA</i> ) CPI-based	Q1 2002	(-): 10-15%	(-): 2-8%
Rawdanowicz, 2002	FEER CPI-based	2002	(-): 3.7-6.9%	(-): 3-4%
Rubaszek, 2004	FEER based on GDP deflator	Q4 2004	(+): 6.4%	(+): 8%

DEF– budget deficit to GDP; DEBT– government debt to GDP/industrial production, FDEBT– foreign debt to GDP, GDP\*– foreign GDP; NFA– net foreign assets to GDP/industrial production; BS– productivity; BS\_REL– indirect BS effect proxy; OPEN– openness ratio (foreign trade turnover to GDP/industrial production); REG– differential in regulated prices vis-à-vis Germany, R– real interest disparity; TOT– terms of trade

(+) – undervaluation, (-) – overvaluation, ER – equilibrium rate

For FEERs totals misalignment was reported (last column)

## Podsumowanie

- Związek pomiędzy kursem PLN/EUR a jego determinantami jest stabilny w czasie
- Dobór aproksymaty premii za ryzyko ma ograniczony wpływ na ocenę aktualnej sytuacji na rynku walutowym
- W przeszłości kurs złotego charakteryzował się znacznymi i długotrwałymi odchyleniami od kursu równowagi

## Wnioski (1)

- 1998-2001: „naturalna” aprecjacja kursu równowagi przy jednoczesnym umocnieniu kursu bieżącego
- W momencie wprowadzenia systemu kursu płynnego kurs PLN/EUR bliski poziomowi równowagi
- Od wejścia do UE nieznaczne odchylenia kursu PLN/EUR od bieżącego kursu równowagi (generalnie poniżej 5%)
- 2005-2007: aprecjacja kursu równowagi silniejsza niż kursu rynkowego



## Wnioski (2)

- Efekt BS, dysparytet stóp procentowych i premia za ryzyko aproksymowana przez deficyt budżetu państwa głównymi „siłami ciągnięcia” w systemie
- Sytuacja budżetu państwa kluczowa dla wypełnienia kursowego kryterium konwergencji
- W warunkach racjonalnej polityki makroekonomicznej i dobrej sytuacji gospodarczej złoty powinien umacniać się w ERM II

## Disclaimer

- Wyniki pojedynczego projektu badawczego nie determinują wyników całego Raportu na temat pełnego uczestnictwa Rzeczypospolitej Polskiej w trzecim etapie Unii Gospodarczej i Walutowej. Projekty badawcze mają charakter dokumentów wspierających.
- Przedstawione w Raporcie wyniki będą stanowiły podsumowanie kilkudziesięciu projektów, realizowanych zarówno przez pracowników NBP, jak też ekspertów zewnętrznych, oraz dotychczasowej literatury.