

# Matematički model i programska podrška za određivanje vrijednosti granične obvezne pričuve kao instrumenta monetarne politike

Darko Pongrac

Hrvatska narodna banka, [darko.pongrac@hnb.hr](mailto:darko.pongrac@hnb.hr)

Kristina Šorić, Višnja Vojvodić Rosenzweig

Ekonomski fakultet Zagreb

[ksoric@efzg.hr](mailto:ksoric@efzg.hr), [vvojvodic@efzg.hr](mailto:vvojvodic@efzg.hr)

HMD – inženjerska sekcija  
Zagreb, 4.6.2008.



CROATIAN NATIONAL BANK

# Sadržaj

- Uvod – situacija u Hrvatskoj
- Monetarna politika
- Matematički model
- Heuristika
- Numerički rezultati
- Ekonometrijsko procjenjivanje
- Zaključak
- Buduće istraživanje



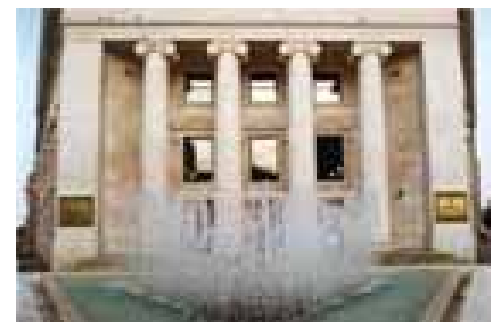
- Hrvatska narodna banka - ciljevi:

- stabilnost cijena

- podržavanje ekonomskog rasta

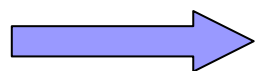
- poslovne banke – cilj:

- dobit (profit)



# Poslovne banke

- u stranom vlasništvu
- zaduživanje u inozemstvu uz nisku kamatnu stopu
- plasiranje sredstava u Hrvatskoj uz višu kamatnu stopu



lako ostvarena dobit!



## Plasmani poslovnih banaka:

- stambeni krediti
- ostali krediti stanovništvu
- krediti poduzećima



- Hrvatski vanjski dug je dostigao razinu koja se u ekonomskoj teoriji smatra najvećom prihvatljivom granicom za vanjski dug neke zemlje



## ■ HNB:

- koristi raspoložive instrumente monetarne politike da bi kontrolirala vanjski dug (spore i brze mjere)
- minimizira porast potrošnje stanovništva



CROATIAN NATIONAL BANK

# Monetarna politika

- HNB koristi ograničen broj instrumenata monetarne politike kako bi utjecala na ponašanje poslovnih banaka
  - Spore mjere
  - Brze mjere



CROATIAN NATIONAL BANK



# Monetarna politika

## ■ Spore mjere:

- Obvezna pričuva
- Granična obvezna pričuva**
- Posebna obvezna pričuva



CROATIAN NATIONAL BANK

## Obvezna pričuva:

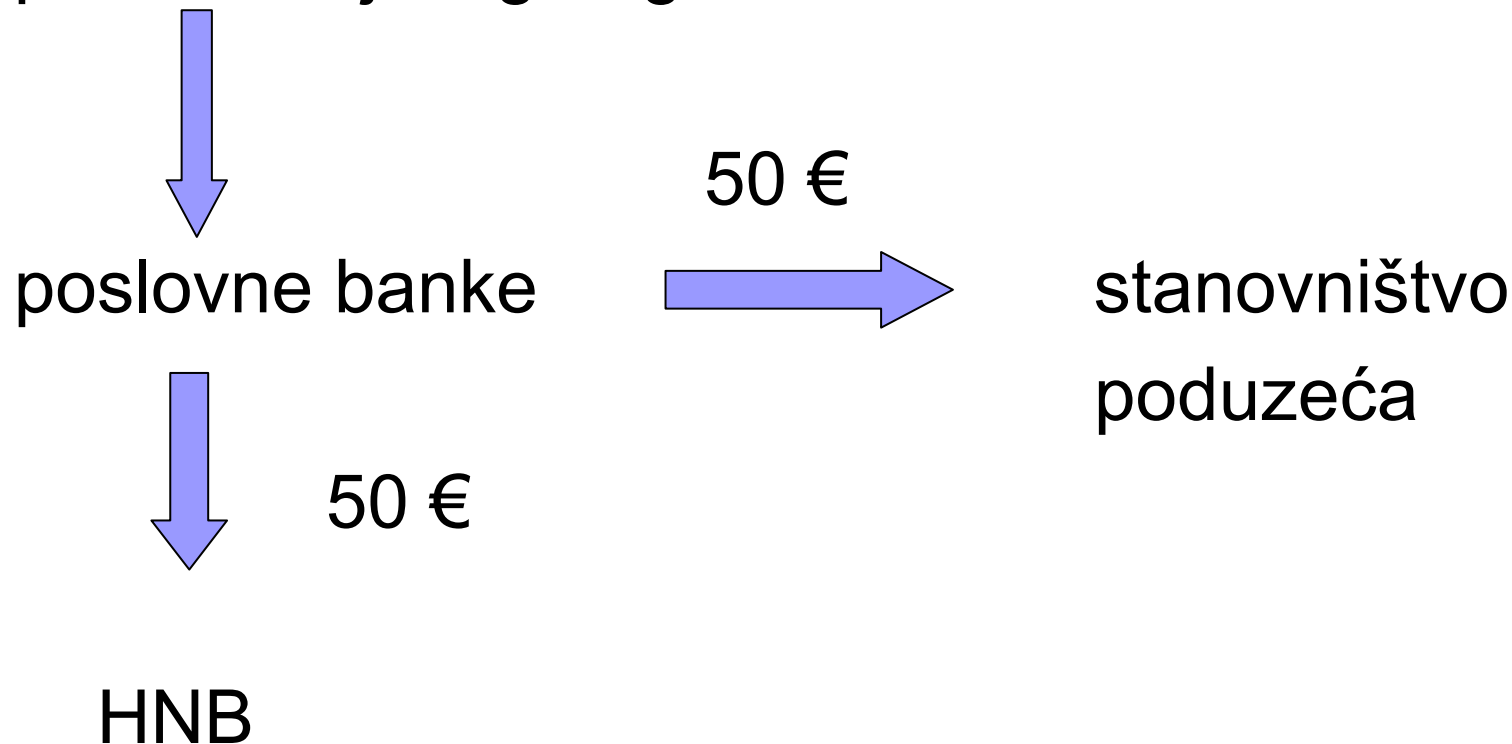
- obveznici: domaće banke i podružnice stranih banaka
- stopa obvezne pričuve: 17%
- Obvezna pričuva je propisani iznos dijela prikupljenih depozita koji poslovne banke minimalno moraju izdvojiti na posebne račune kod centralne banke ili održati na svojim računima u obliku likvidnih financijskih sredstava

# Granična obvezna pričuva

- obveznici: domaće banke i štedne banke te podružnice stranih banaka
- Granična obvezna pričuva je mjera koja je bila uvedena u Hrvatskoj sredinom 2004. godine, s **ciljem usporavanja rasta inozemnog zaduživanja** Republike Hrvatske. Budući da poslovne banke nisu reagirale na tu mjeru prema očekivanjima HNB, stopa izdvajanja je nekoliko puta povećavana, da bi došlo do **55%** izdvajanja od porasta inozemnog zaduženja, koliko iznosi danas.
- **Osnovicu za izdvajanje granične obvezne pričuve čini rast inozemnog zaduživanja** u odnosu na bazno razdoblje.
- Granična obvezna pričuva izdvaja se isključivo u devizama i to u eurima ili dolarima. Na izdvojenu graničnu obveznu pričuvu Hrvatska narodna banka **ne plaća bankama nikakvu naknadu.**

**Primjer:** zaduživanje u inozemstvu u periodu  $t$  je 600 €, otplata u periodu  $t$  je 500 €,  $GOP = 50\%$

porast vanjskog duga = 100 €



# Posebna obvezna pričuva

- obveznici: domaće banke i štedne banke te podružnice stranih banaka
- Posebna obvezna pričuva je mjera koja je po svojim karakteristikama **identična graničnoj obveznoj pričuvi**, a osnovnu razliku čini osnovica na koju se obračunava.
- **Osnovicu za izdvajanje posebne obvezne pričuve čini porast izdanih vrijednosnica** u odnosu na bazno razdoblje, neovisno jesu li te vrijednosnice izdane na domaćem ili inozemnom financijskom tržištu

# Monetarna politika

## ■ Brze mjere:

- Aukcija blagajničkih zapisa
- Repo aukcije
- Devizne aukcije

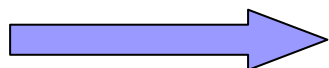


CROATIAN NATIONAL BANK

# Matematički model

## Model dvorazinskog programiranja

- HNB – voditelj:
  - minimizira porast plasmana u kredite stanovništvu
  - određuje graničnu obveznu pričuvu
- Poslovne banke – sljedbenici: maksimiziraju dobit (razlika u kamatama)



Konflikt!

- Indeksi
- $i$  - tip zaduženja (  $i=1$  krediti uzeti u inozemstvu,  $i=2$  obveznice )
- $j$  - poslovna banka,  $j = 1, \dots, J$
- $l$  - tip plasmana zaduženih sredstava ( $l=1$  stambeni krediti,  $l=2$  ostali krediti stanovništvu,  $l=3$  krediti poduzećima )
- $p$  - propisani postotak granične/posebne obvezne pričuve
- $t$  - vremenski period zaduživanja (makro period),  $t = 1, \dots, T$
- $\tau$  -vremenski period plasiranja (mikro period)  
 $\tau \in St,, t = 1, \dots, T$



## Parametri

- $op^l$  - postotak obvezne pričuve
- $kb$  - kreditni multiplikator poslovne banke
- $x_{jil0}$  - stanje duga banke  $j$  iz izvora sredstava  $i$ , a koja je plasirala u plasman  $l$  na početku promatranog razdoblja
- $W_{jl0}$  - stanje plasmana  $l$  banke  $j$  na početku promatranog razdoblja
- $o_l$  - broj obroka u kojima se vraća plasman  $l$
- $b_i$  - broj obroka u kojima se vraća zaduženje  $i$
- $k_{it}$  - kamatna stopa uz koju se zadužuje iz izvora  $i$  u periodu  $t$
- $m_{jlt}$  - kamatna stopa uz koju banka  $j$  plasira sredstava  $l$  u periodu  $t$
- $d_{lt}$  - minimalna potražnja koja mora biti zadovoljena za kreditnim plasmanima  $l$  u periodu  $t$
- $g_{lt}$  - maksimalna ponuda kreditnih plasmana  $l$  u periodu  $t$

## Oznake

- $Y_{j|it}$  - iznos sredstava koja je banka  $j$  vratila putem anuiteta za izvor sredstava  $i$ , po kamatnoj stopi  $k_{it}$ , uz izdvajanje granične obvezne pričuve po stopi  $p$  u periodu  $t$ , a koja je plasirala u plasman  $l$
- $W_{jlt}$  - ukupan iznos sredstava koja je banka  $j$  plasirala u plasman  $l$  u makro periodu  $t$  po kamatnoj stopi  $m_{jlt}$
- $U_{jlt}$  - ukupan iznos sredstava koja je banka  $j$  primila putem anuiteta iz plasmana  $l$  po kamatnoj stopi  $m_{jlt}$  u makro periodu  $t$
- $Q_{j|it}$  - stanje duga banke  $j$  iz izvora  $i$  posuđenih po kamatnoj stopi  $k_{it}$ , uz izdvajanje granične obvezne pričuve  $p$  na kraju perioda  $t$
- $R_{jlt}$  - stanje plasmana banke  $j$  u plasman  $l$  plasiranih po kamatnoj stopi  $m_{jlt}$  na kraju perioda  $t$

## Varijable odlučivanja

$x_{jilpt}$  - iznos sredstava koja je banka  $j$  posudila u periodu  $t$  iz izvora  $i$ , po kamatnoj stopi  $k_{it}$  uz izdvajanje granične obvezne pričuve po stopi  $p$ , a kako bi ih plasirala u plasman  $l$

$w_{jlt}$  - iznos sredstava koja je banka  $j$  plasirala u plasman  $l$  u mikro periodu  $\tau$  po kamatnoj stopi  $m_{jlt}$

$z_{ilpt}$  -  $\begin{cases} 1, & \text{ako je postotak propisane granične (i=1) / posebne (i=2) obvezne} \\ & \text{pričuve na posuđena sredstva za plasman } l \text{ u periodu } t \text{ jednak } p \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$

$l = 1, 2$  (kreditni stanovništvu),  $l = 3$  (kreditni poduzećima)

$v_{jilpt}$  -  $\begin{cases} 1, & \text{ako je } \sum_{i,p,t} (x_{jilpt} - y_{jilpt}) > 0 \\ 0, & \text{inače} \end{cases}$

$$x_{jilpt}, w_{jlt} \geq 0$$

$$z_{ilpt}, v_{jilpt} \in \{0, 1\}$$

■  $x_{jilpt}$

- iznos sredstava koja je banka  $j$  posudila u razdoblju  $t$  iz izvora  $i$ , po kamatnoj stopi  $k$  uz izdvajanje granične obvezne pričuve po stopi  $p$ , a kako bi ih plasirala u plasman  $l$

# Oznake:

$$\square y_{jiplt} = \frac{1}{b_i} \left( x_{jil0} + \sum_{\alpha=\max(-b_i,1)}^{t-1} z_{ilp\alpha} x_{jilp\alpha} \right), \quad \forall j,i,l,p,t \quad (a)$$

$$\square W_{jlt} = \sum_{\tau \in S_t} w_{jl\tau} \quad \forall j,l,t \quad (b)$$

$$\square U_{jlt} = \frac{1}{o_l} \left( W_{jl0} + \sum_{\alpha=\max(t-o_l,1)}^{t-1} W_{jl\alpha} \right), \quad \forall j,l,t \quad (c)$$

$$\square Q_{jipt} = \sum_{l=1}^3 \left( x_{jil0} + \sum_{\alpha=1}^t (x_{jilp\alpha} - y_{jilp\alpha}) \right), \quad \forall j,i,p,t \quad (d)$$

$$\square R_{jlt} = W_{jl0} + \sum_{\alpha=1}^t (W_{jl\alpha} - U_{jl\alpha}), \quad \forall j,l,t \quad (e)$$

Model:

$$\min_z \sum_{\substack{l=1,2 \\ j,t}} (W_{jlt} - U_{jlt})$$

s ograničenjima:

$$\sum_p z_{ilpt} = 1, \quad \forall i,l,t \quad (1)$$

$$\max_{x,w,v} \sum_t \left( \sum_l m_{jlt} R_{jlt} - \sum_{i,p} k_{it} Q_{jipt} \right) \quad \forall j$$

s ograničenjima :



$$W_{jlt} \geq d_{jlt} \quad , \quad \forall j,t,l=1,2 \quad (6)$$

$$W_{jlt} \leq g_{jlt} \quad , \quad \forall j,t,l \quad (7)$$

$$x_{jilpt}, w_{jlt} \geq 0, z_{jlpt}, v_{jilpt} \in \{0,1\} \quad \forall j,i,l,p,t \quad (8)$$



■  $z_{jlpt}$

■  $v_{jilpt}$



Realna situacija:  $j=30$ ,  $l=3$ ,  $p=15$ ,  $t=12$ ,  $i=1$



*32400* 0-1 varijabli (heuristika!)

# Heuristika

- NP-težak problem (Ben-Ayed, Blair, 1989)
- heuristika
- kvadratna ograničenja (2) su relaksirana tako što su binarne varijable  $v_{ijlpt}$  fiksirane na 1 u svim točkama promatranja, a binarna varijabla  $z_{ilpt}$  je fiksirana na 1 za odabrani postotak granične obvezne pričuve

# Heuristika

- Kamatne stope za vanjsko zaduživanje fiksirane su na euribor+1%, tj., na 4.5%, kamatne stope na kreditne plasmane u Hrvatskoj su poznate

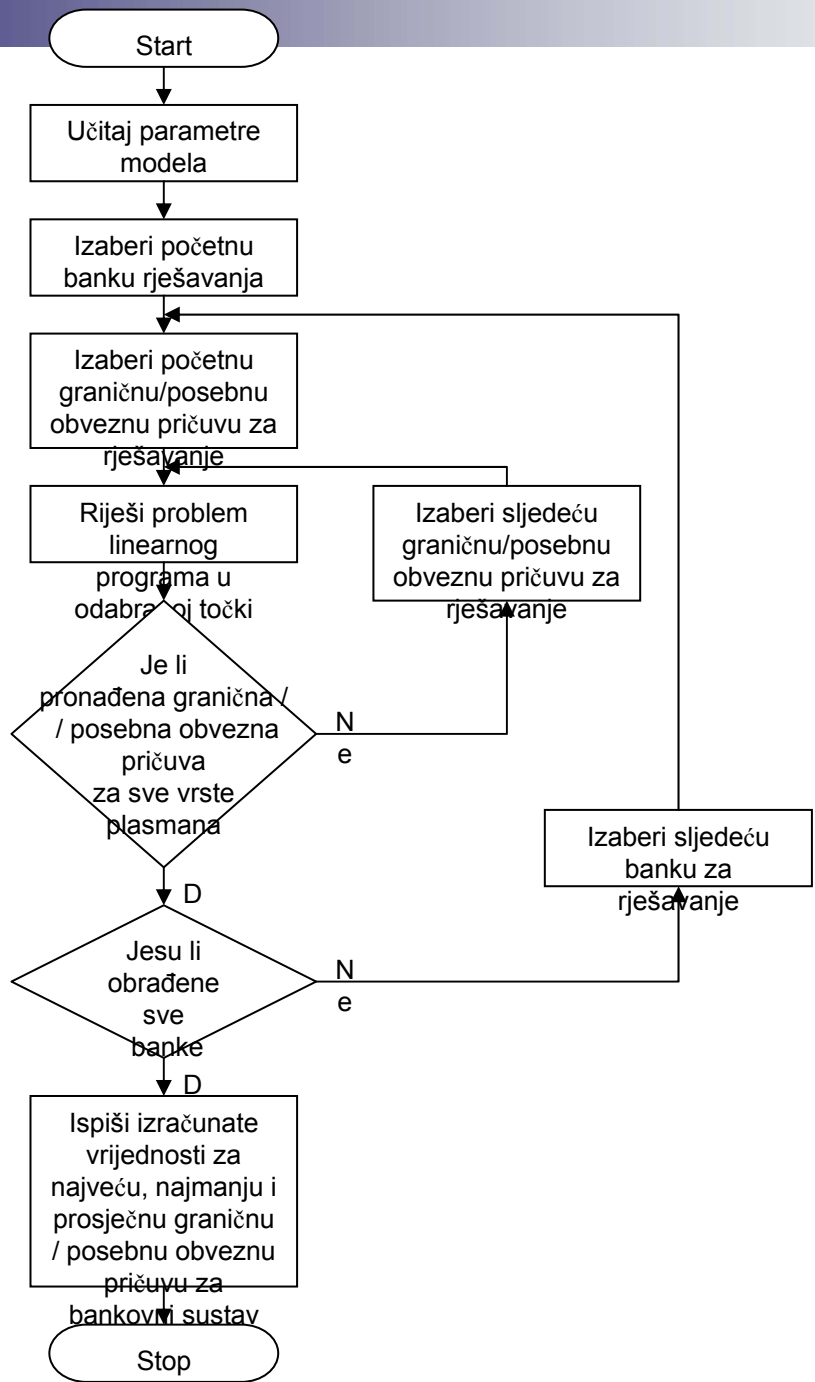
# Heuristika

- Promatra se okolina od  $\pm 5\%$  za odabrani postotak granične obvezne pričuve
- Za detaljnije pretraživanje, promatra se okolina od  $\pm 1\%$

- Pretpostavljena stopa zadržavanja kredita u banci u obliku depozita: 60%

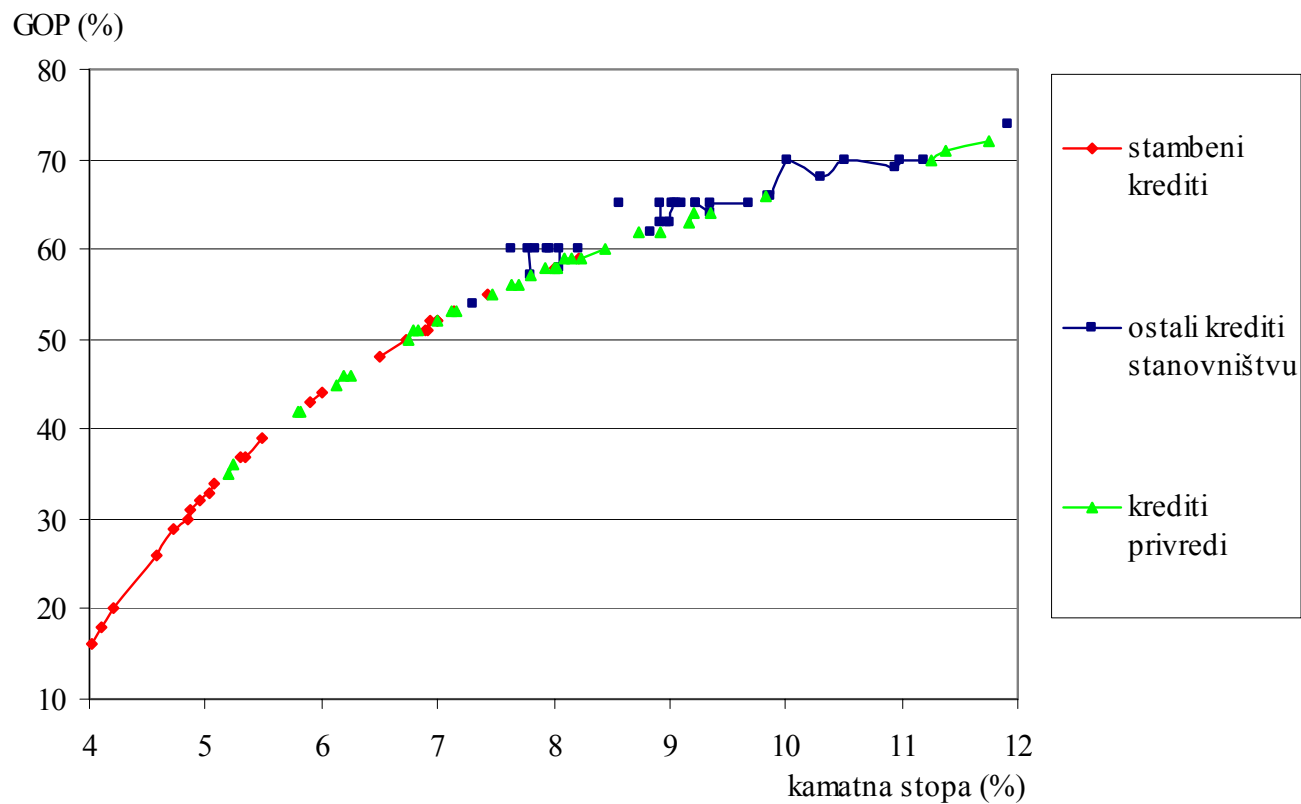
$$kb = \frac{100}{100 - 0.6 \times (100 - op)} = \frac{100}{40 + 0.6op},$$

$$W_{jlt} \leq \left( \left( \frac{100 - op}{40 + 0.6op} \right) \left( \sum_i x_{jil0} + \sum_{i,p,\alpha=1}^t v_{jilpt} \frac{100 - p}{100} z_{ilp\alpha} (x_{jilp\alpha} - y_{jilp\alpha}) \right. \right. \\ \left. \left. + \sum_{i,p,\alpha=1}^t (1 - v_{jilpt}) (x_{jilp\alpha} - y_{jilp\alpha}) \right) \right) + \sum_{\alpha=1}^t U_{jl\alpha} - \sum_{\alpha=1}^{t-1} W_{jl\alpha} - W_{jl0}$$



# Rezultati simulacija

tip plasmana	stambeni krediti	ostali krediti stanovništvu	kreditu privredi
udjeli plasmana	24,37%	36,02%	39,61%

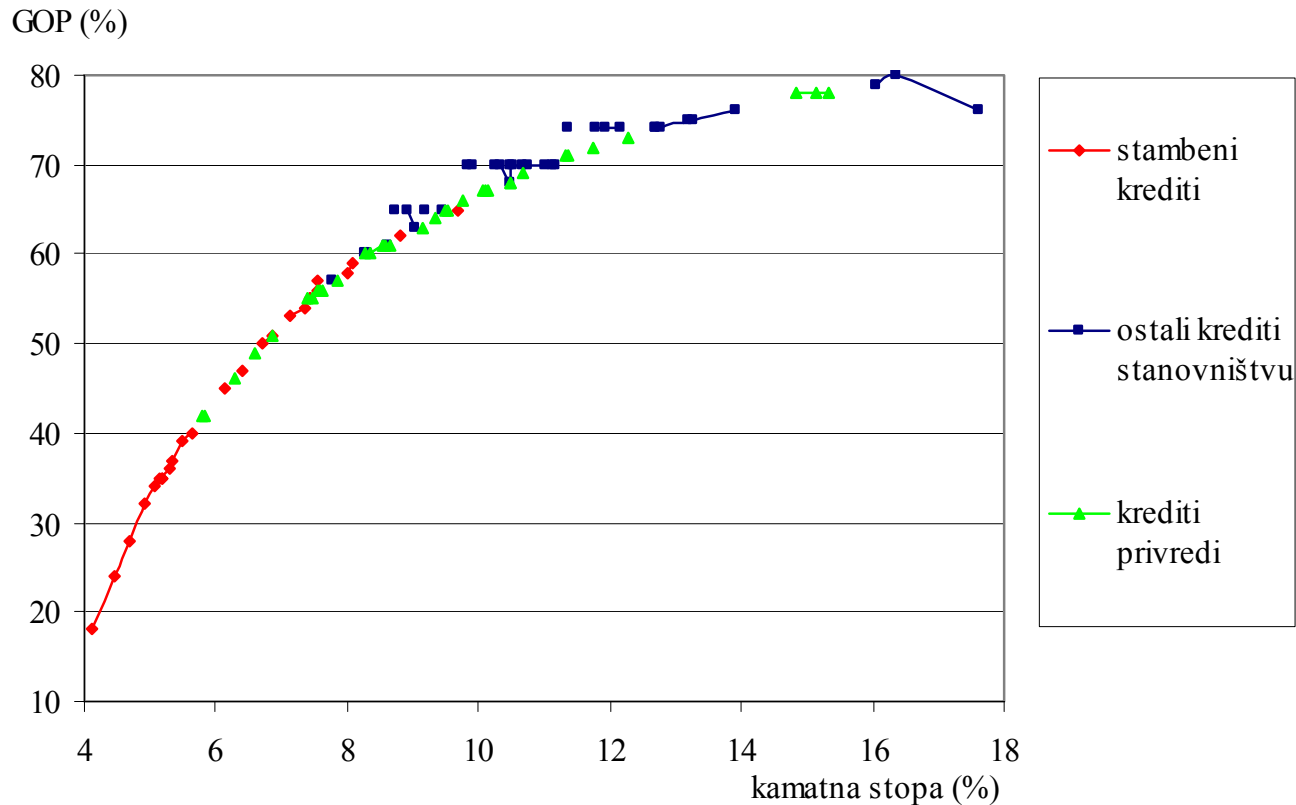


- Utjecaj promjene GOP na profitabilnost plasmana u ovisnosti o nominalnoj kamatnoj stopi



tip plasmana	minimalni GOP	maksimalni GOP	prosječni GOP
stambeni kredit	16,00%	59,00%	40,38%
ostali krediti stanovništvu	54,00%	74,00%	64,03%
kredit privredi	35,00%	72,00%	55,56%

- Korištenjem podataka o udjelima pojedinih plasmana i podataka o prosječnoj graničnoj obveznoj pričuvi, dobivena je stopa utjecaja granične obvezne pričuve sustava od 54,91%.



- utjecaj promjene GOP na profitabilnost plasmana u ovisnosti o efektivnoj kamatnoj stopi

tip plasmana	minimalni GOP	maksimalni GOP	prosječni GOP
stambeni kredit	18,00%	65,00%	44,62%
ostali kredit stanovništvu	57,00%	80,00%	67,71%
kredit privredi	42,00%	78,00%	62,29%

- Korištenjem podataka o udjelima pojedinih plasmana i podataka o prosječnoj graničnoj obveznoj pričuvi, dobivena je stopa utjecaja granične obvezne pričuve sustava od 59,94%.

# Ostali krediti stanovništvu

EViews - [Equation: UNTITLED Workfile: UNTITLED]

File Edit Objects View Procs Quick Options Window Help

View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids

Dependent Variable: EF\_GOP\_POTROSACK  
Method: Least Squares  
Date: 11/29/07 Time: 21:55  
Sample: 1901 1934  
Included observations: 34  
EF\_GOP\_POTROSACK=C(1)\*SIN(EF\_KTA\_POTROSACK\*3.14/180)  
+C(2)\*COS(EF\_KTA\_POTROSACK\*3.14/180)

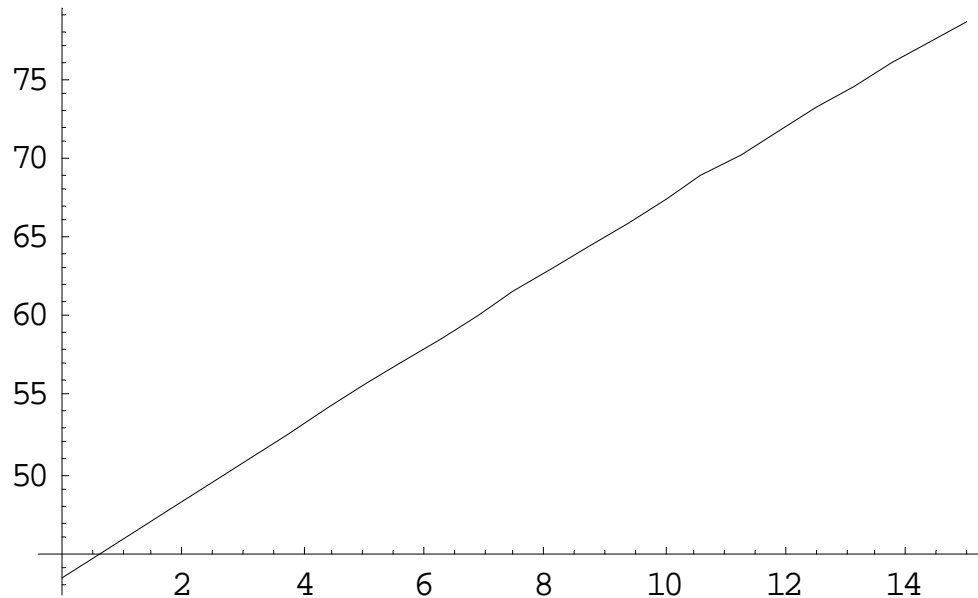
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	142.0817	9.036944	15.72231	0.0000
C(2)	43.36653	1.824185	23.77309	0.0000


R-squared 0.861955 Mean dependent var 70.05882  
Adjusted R-squared 0.857641 S.D. dependent var 5.725759  
S.E. of regression 2.160354 Akaike info criterion 4.435444  
Sum squared resid 149.3482 Schwarz criterion 4.525230  
Log likelihood -73.40255 Durbin-Watson stat 2.190983

Path = c:\reviews3 DB = none WF = untitled

## ■ Eviews:

$$GOP = 142.0817 \cdot \sin\left( INT \cdot \frac{\pi}{180} \right) + 43.36653 \cdot \cos\left( INT \cdot \frac{\pi}{180} \right)$$




$$GOP = 142.0817 \cdot \sin\left( INT \cdot \frac{\pi}{180} \right) + 43.36653 \cdot \cos\left( INT \cdot \frac{\pi}{180} \right)$$

- $i=4, GOP=53.172$
- $i=6, GOP=57.9805$
- $i=8, GOP=62.7184$
- $i=10, GOP=67.3799$

# Kreditu poduzećima

Dependent Variable: EF\_GOP  
Method: Least Squares  
Date: 11/08/07 Time: 10:22  
Sample: 1901 1934  
Included observations: 34  
EF\_GOP=C(1)+C(2)\*EF\_KTA\_STOPA

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	27.67111	2.078724	13.31158	0.0000
C(2)	3.671924	0.213547	17.19496	0.0000

R-squared	0.902340	Mean dependent var	62.29412
Adjusted R-squared	0.899288	S.D. dependent var	9.488524
S.E. of regression	3.011200	Akaike info criterion	5.099577
Sum squared resid	290.1544	Schwarz criterion	5.189363
Log likelihood	-84.69281	Durbin-Watson stat	2.011104

Path = c:\reviews3 DB = none WF = untitled



- Eviews:

$$GOP = 27.67111 + 3.671924 \cdot INT$$

- $i=4$ ,  $GOP=42.3588$
- $i=6$ ,  $GOP=49.7027$
- $i=8$ ,  $GOP=57.0465$
- $i=10$ ,  $GOP=64.3904$



## ■ Verzija modela:

### □ Obvezni blagajnički zapisi

$$\begin{aligned}
 W_{jlt} \leq & \left( \left( \frac{100 - op}{40 + 0,6op} \right) \left( \sum_i x_{jil0} + \sum_{i,p,\alpha=1}^t v_{jilpt} \frac{100 - p}{100} z_{ilp\alpha} (x_{jilp\alpha} - y_{jilp\alpha}) \right. \right. \\
 & \left. \left. + \sum_{i,p,\alpha=1}^t (1 - v_{jilpt}) (x_{jilp\alpha} - y_{jilp\alpha}) \right) \right) + \sum_{\alpha=1}^t U_{jl\alpha} - \sum_{\alpha=1}^{t-1} W_{jl\alpha} - W_{jl0} \\
 & - 0.5 \sum_{\alpha=2}^t \left( \max \left\{ \left( \frac{\sum_{\beta=1}^{\alpha-1} W_{jl\beta}}{W_{jl0}} - \frac{\alpha - 1}{100} \right), 0 \right\} \cdot W_{jl0} \right)
 \end{aligned}$$



## ■ Zaključak:

- koristiti različite stope GOP-a za različite plasmane i različite kamatne stope na njih
- buduće istraživanje: cilj poslovnih banaka je maksimizacija dobiti i tržišnog udjela (konflikt!)