

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE**  
**Fakulta matematiky, fyziky a informatiky**

## **Diplomová práca**

**Bratislava 2008**

**Katarína Sojčáková**

# Stresové testovanie kreditného rizika

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Katarína Sojčáková



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE  
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY  
KATEDRA APLIKOVANEJ MATEMATIKY A ŠTATISTIKY

Ekonomická a finančná matematika

Vedúci diplomovej práce  
RNDr. Juraj Zeman, CSc.

BRATISLAVA 2008

## **Čestné prehlásenie:**

Čestne prehlasujem, že predkladanú prácu som vypracovala samostatne pod odborným vedením vedúceho diplomovej práce len s použitím uvedenej literatúry.

.....  
Katarína Sojčáková

## **Pod'akovanie:**

Predovšetkým sa chcem poďakovať vedúcemu mojej diplomovej práce RNDr. Jurajovi Zemanovi, csc. za čas, ktorý mi venoval pri zodpovedaní mojich otázok spojených s prácou na diplomovej práci, za jeho odborné vedenie, rady, pripomienky, návrhy, trpezlivosť a ochotu.

V neposlednom rade patrí vďaka mojej rodine a priateľom za ich neustálu morálnu podporu, ústretovosť a trpezlivosť.

# Abstrakt

Univerzita Komenského v Bratislave  
**FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

Názov diplomovej práce: STRESOVÉ TESTOVANIE KREDITNÉHO RIZIKA

Študijný odbor: Finančná a ekonomická matematika

Autor: Katarína Sojčáková

Vedúci diplomovej práce: RNDr. Juraj Zeman, csc.

Dátum: Apríl 2008

V diplomovej práci sa snažím odhadnúť vplyv neočakávaných makroekonomických šokov na kreditné riziko. Jedným z nástrojov, ktoré sa používajú na zisťovanie citlivosti portfólia na abnormálne šoky a trhové podmienky je práve stresové testovanie. Ekonometrickým odhadom predchádza popis teoretického pozadia spojeného s aplikáciou stresového testovania na problematiku kreditného rizika, popis NPL indikátora (podielu objemu zlyhaných úverov k celkovému objemu poskytnutých úverov), vytvorenia modelov popisujúcich jeho vývoj pre sektor podnikov a sektor domácností, vytvorenie stresových scenárov popisujúcich nastatie abnormálnej udalosti na trhu a ich následné kvantifikovanie.

Kľúčové slová: kreditné riziko, stresové testovanie, NPL indikátor

# OBSAH

<b>1 Úvod</b>	<b>2</b>
<b>2 Teoretický základ</b>	<b>4</b>
2.1 Kreditné riziko .....	4
2.2 Non performing loan indikátor .....	6
2.3 Vývoj NPL indikátora v slovenskej ekonomike .....	8
2.4 Štatistická teória .....	11
<b>3 Modely</b>	<b>14</b>
3.1 Hľadanie signifikantných faktorov .....	14
3.2 Viacrozmerný model pre sektor podnikov .....	20
3.3 Viacrozmerný model pre sektor domácností .....	22
<b>4 Stresové scenáre</b>	<b>24</b>
4.1 Čo sú to stresové scenáre .....	24
4.2 Konkrétne stresové scenáre .....	25
4.3 Výsledky .....	29
<b>5 Záver</b>	<b>35</b>
<b>Použitá literatúra</b>	<b>37</b>
<b>Príloha</b>	<b>38</b>

# 1 ÚVOD

Zvýšenie konkurencie medzi bankami sa prejavilo v poslednom období predovšetkým v oblasti poskytovania úverov. V snahe získať čo najviac zákazníkov banky napríklad postupne znižujú štandardy pri poskytovaní úverov - pôžičky bez ručiteľov, bez zisťovania príjmov, ...

Taktiež silný ekonomický rast a zlepšenie finančnej situácie v jednotlivých ekonomických sektoroch sa podpísali pod rast objemu poskytnutých úverov. Spolu s ďalšími faktormi to viedlo ku skutočnosti, že finančné inštitúcie si uvedomili nevyhnutnosť precíznejšieho a podrobnejšieho monitorovania stability finančného systému.

Riziko zlyhania dlžníkov pri plnení ich pohľadávok – tzv. **kreditné riziko**, je v súčasnosti hlavným rizikom, ktorému banky čelia.

Stresové testovanie sa začalo používať medzinárodne aktívnymi bankami na začiatku 90 - tych rokov minulého storočia a veľmi rýchlo sa rozšírilo do najväčších finančných inštitúcií. Jeho význam zdôraznil aj *Basel Committee on Banking Supervision* (BCBS), ktorý v publikácii *Amendment to the capital Accord to incorporate Market risk* (1999) označil stresové testovanie za „...kľúčovú zložku bankového oceňovania jeho kapitálových pozícií“.

Stresové testovanie finančných systémov tvorí kľúčovú časť aj *Financial Sector Assessment Program* (FSAP), programu vytvorenému spoločne *Medzinárodným menovým fondom* (IMF) a *Svetovou bankou* (WB) s cieľom zabezpečiť skoré odhalenie slabostí vo finančnom systéme a vyvinutie vhodných riešení týchto nedostatkov.

FSAP vypracoval metodiku postupu pri odhaľovaní slabín vo finančných systémoch a následnom odhadnutí možných strát z kreditného rizika, pomocou ktorej som sa čiastočne riadila aj ja.

Danou problematikou sa zaoberala rovnako ako aj iné Národné banky aj naša Národná banka. Modely, ktoré vytvorila sa zaoberali vysvetľovaním zlyhávania subjektov pri plnení ich úverových záväzkov, pričom domácnosti a podniky boli na rozdiel od prístupu v mojej diplomovej práci brané ako jeden celok.

Agregátne stresové testovanie môže byť definované ako veľkosť expozície daných firiem vzhľadom na špecifický stresový scenár. Od stresového testovania portfólií sa líši predovšetkým jeho cieľmi. Cieľom agregátneho stresového testovania je pomôcť regulátorom identifikovať štrukturálne slabosti a celkovú expozíciu voči riziku vo finančnom systéme, ktoré by mohli viesť k rozpadu finančného trhu. Naproti tomu stresové testovanie portfólia je používané pri riadení rizika v rámci firmy, s cieľom nájsť optimálnu alokáciu kapitálu medzi jednotlivé rizikové akcie.

Cieľom mojej diplomovej práce je odhadnúť vplyv neočakávaných makroekonomických šokov na kreditné riziko. Jedným z nástrojov, ktoré sa používajú na zisťovanie citlivosti portfólia na abnormálne šoky a trhové podmienky je práve stresové testovanie .

Súčasne bude mojim cieľom nájsť makroekonomické veličiny ovplyvňujúce zlyhávania domácností a podnikov pri splácaní úverov.

Druhá kapitola bude zameraná na popísanie teoretického pozadia spojeného s problematikou kreditného rizika a možnosťami jeho popísania. V tretej kapitole budeme popisovať hľadanie makroekonomických veličín ovplyvňujúcich zlyhávania podnikov a domácností pri splácaní úverov a odhadovania modelov popisujúcich zlyhávania. Následne v štvrtej kapitole bude popísaná tvorba stresových scenárov a kvantifikácia ich dopadu na splácanie úverov.



## 2 TEORETICKÝ ZÁKLAD

Ako sme už spomínali najväčším rizikom, ktorému v súčasnosti banky čelia je kreditné riziko. V tejto kapitole sa zameriame na jeho teoretické popísanie. Ďalej sa budeme zaoberať NPL (non performing loan) indikátorom ako jedným z najčastejšie používaných indikátorov charakterizujúcich kreditné riziko. Okrem jeho teoretického popisu sa zameráme aj na popísanie jeho vývoja v slovenskej ekonomike.

### 2.1 KREDITNÉ RIZIKO

Kreditné riziko je rizikom straty zo zlyhania protistrany. Predstavuje teda riziko straty v dôsledku neochoty resp. neschopnosti protistrany plniť záväzky podľa podmienok kontraktu. Kreditné riziko možno ďalej deliť na :

- **Priame kreditné riziko** - je riziko straty zo zlyhania protistrany pri súvahových položkách; toto riziko sa teda spája s transakciami, pri ktorých už boli protistrane poskytnuté finančné prostriedky.
- **Nepriame kreditné riziko** - týka sa podsúvahových položiek, teda poskytnutých úverových príslubov, záruk, finančných derivátov a pod.
- **Riziko úverovej angažovanosti** - je riziko z prílišnej koncentrácie expozícií voči jednotlivým subjektom, skupinám, ekonomickým sektorom, a pod.

**Expozíciou** nazývame každé vystavenie sa banky kreditnému riziku voči danej protistrane.

U kreditného rizika je zaujímavé si všimnúť rozloženie pravdepodobnosti potenciálnych ziskov a strát. Distribučná funkcia je asymetrická, s vysokou pravdepodobnosťou malých ziskov a s nízkou pravdepodobnosťou veľkých strát, nakoľko v prípade zlyhania dlžníka môžu nastať relatívne vysoké straty a to vo výške hodnoty celej expozície aj potenciálnych úrokov.

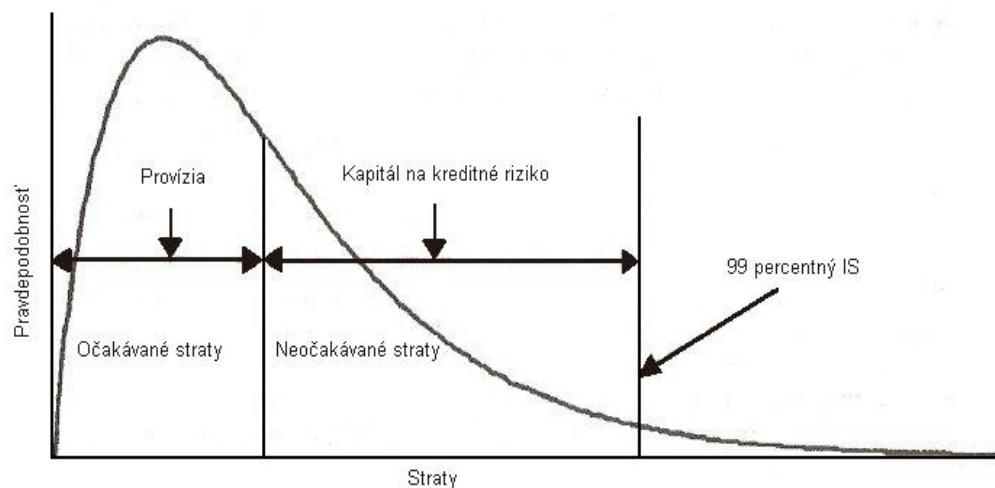
V literatúre sa často rozlišuje medzi očakávanými a neočakávanými úverovými stratami.

**Očakávané straty** - sú také straty, ktoré sú nepredvídateľné, ale v priemere sa vyskytujúce. Finančné inštitúcie ich najčastejšie kryjú primeraným províziom a oceňovaním ich úverových nástrojov.

**Neočakávané straty** - sú také straty, ktoré sa vyskytujú s neznámou frekvenciou a nemôžu byť zarátané do oceňovacích stratégií.

**Credit risk capital** - je množstvo kapitálu, ktorý musí inštitúcia držať, aby nim pokryla neočakávané straty. Zvyčajne je definovaný ako maximálna strata v rámci daného intervalu spoľahlivosti.

Citlivosť neočakávaných úverových strát na vonkajšie šoky, môže byť získaná z empirického odhadu pozorovanej frekvencie zlyhania, ktorá je reprezentovaná pomerom objemu klasifikovaných úverov k celkovému objemu poskytnutých úverov (npl-indikátor).



Obr. č. 1: distribučná funkcia potenciálnych ziskov a strát pri kreditnom riziku

## 2.2 NON PERFORMING LOAN INDIKÁTOR

Jedným z najčastejšie používaných indikátorov vyjadrujúcich kreditné riziko je **NPL indikátor**. Ten je definovaný ako podiel objemu klasifikovaných úverov k celkovému objemu poskytnutých úverov. V celej práci ho budeme označovať skrátené len **NPL**.

Jeho použitie sa ale spája aj s určitými nedostatkami. Jedným z hlavných nedostatkov je fakt, že hodnotenie kreditného rizika by malo byť postavené najmä na pohľade do budúcnosti, čiže na možný vývoj ukazovateľov, ktoré ovplyvňujú splácanie úverov dlžníkmi. Avšak hodnotenie kreditného rizika, prostredníctvom podielu klasifikovaných úverov, je naopak postavené na pohľade na minulé správanie dlžníkov a založené na predpoklade, že sa budú správať rovnako aj v budúcnosti.

Ďalším z nedostatkov použitia NPL je jeho závislosť od metodiky výpočtu a definície klasifikovaných úverov. Tá sa aj v Slovenskej republike od získania samostatnosti niekoľkokrát menila.

V metodike používanej NBS významnejšia zmena vo výpočte klasifikovaných úverov nastala v januári 2005 a potom druhá, obzvlášť významná, v januári 2006.

Podľa opatrenia NBS č.3/1995 sa pohľadávky rozdeľovali podľa závažnosti rizika strát, ktoré obsahujú, do piatich kategórií:

- a) štandardné pohľadávky,
- b) štandardné pohľadávky s výhradou,
- c) neštandardné pohľadávky,
- d) pochybné a sporné pohľadávky,
- e) stratové pohľadávky.

Pohľadávky podľa odseku c), d) a e) sa nazývali klasifikované pohľadávky. Pre klasifikované úvery teda vo všeobecnosti platilo, že boli oneskorené v platiach (splácanie istiny, úrokov, platenie poplatkov a odplát) o viac ako 90 dní a o dlžníkoch sa predpokladalo, že: pohľadávky už pravdepodobne nesplatia v plnej výške ich nominálnej hodnoty, alebo ich nesplatia už vôbec; dlžník neposkytol bankou požadované finančné výkazy a iné údaje viac ako 90 dní odo dňa, kedy mali byť banke

poskytnuté; dlžník bol v konkurznom konaní alebo v likvidácii (bez ohľadu na výšku odhadnutých strát) .

Zmena, ktorá vstúpila do platnosti od 1.1.2005, do klasifikovaných pohľadávok zahŕňala už len kategórie c) a e). Z klasifikovaných úverov boli teda vylúčené úvery, pri ktorých dlžník bol vo vyrovnacom konaní, alebo bol na majetok dlžníka podaný návrh na vyhlásenie konkurzu a bol ustanovený predbežný správca konkurznej podstaty. Táto zmena sa však nepodpísala pod tak významnú zmenu v hodnote vykazovaných klasifikovaných úverov, ako zmena metodiky na základe nového opatrenia NBS č. 7/2005 zo 6.decembra 2005.

To s platnosťou od januára 2006 podstatne zmenilo spôsob členenia úverov z hľadiska hodnotenia ich kvality. Na základe zmeny v účtovaní bánk podľa medzinárodných účtovných štandardov sa zmenil spôsob úpravy oceňovania finančných aktív a pozmenil sa charakter regulačný (pre účel oceňovania vybraných druhov aktív) na charakter overovací. Na účely vykonávania bankového dohľadu sa vybrané finančné aktíva členia nasledovne:

- Pohľadávky oceňované na individuálnom základe voči právnickým osobám
  - bez identifikovaného znehodnotenia
  - so zníženou hodnotou
    - v intervale znehodnotenia nie viac ako 20 %
    - v intervale znehodnotenia viac ako 20 %, ale nie viac ako 50 %
    - v intervale znehodnotenia viac ako 50 %, ale nie viac ako 95 %
    - v intervale znehodnotenia viac ako 95 %
  - zlyhané.
  
- Pohľadávky oceňované na portfóliovom základe voči právnickým osobám
  - významné
  - nevýznamné.

Pre potreby štatistického vykazovania sa jednotlivé pohľadávky členia nasledovne :

- kategóriou I. sa rozumie majetok oceňovaný individuálne bez identifikovaného znehodnotenia.
- kategóriou II. sa rozumie majetok oceňovaný na portfóliovom základe (bez identifikovaného znehodnotenia na individuálnom základe).
- kategóriou III. sa rozumie majetok oceňovaný individuálne s identifikovaným znehodnotením.

Ako zlyhané pohľadávky sa uvedie majetok, u ktorého banka identifikovala znehodnotenie viac ako 50%, alebo ak je dlžník v omeškaní so splácaním viac ako 90 dní.

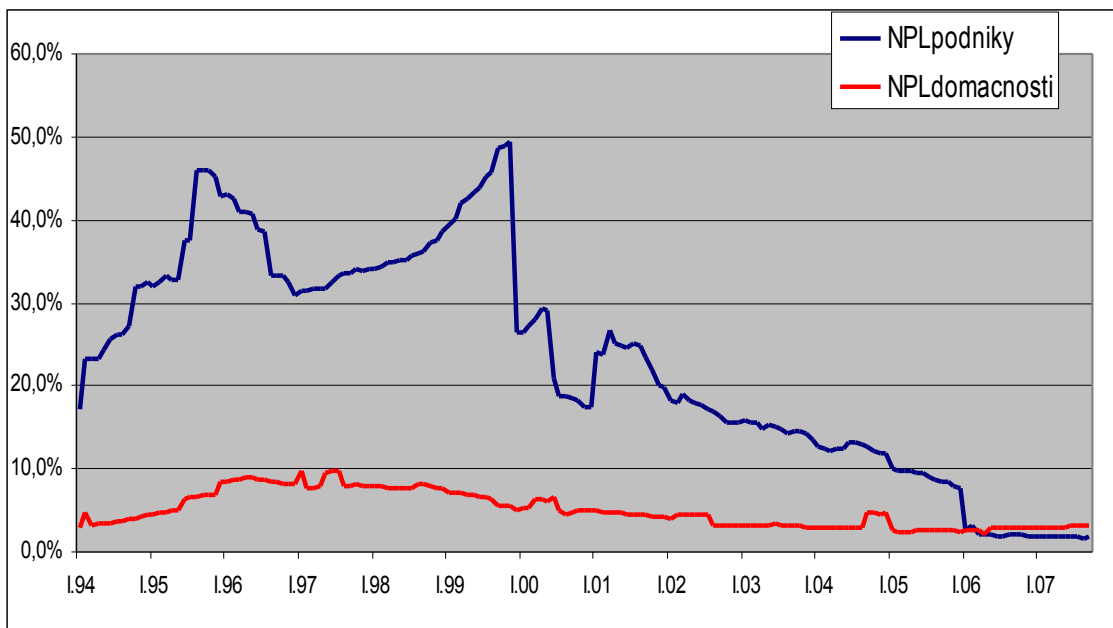
## 2.3 VÝVOJ NPL INDIKÁTORA V SLOVENSKEJ EKONOMIKE

Pre popísanie kreditného rizika spojeného s domácnosťami budem používať veličinu **NPLd** - definovanú ako podiel objemu klasifikovaných úverov poskytnutých domácnostiam na celkovom objeme úverov poskytnutých domácnostiam.

Pre popísanie kreditného rizika spojeného s podnikmi budem používať veličinu **NPLp** - definovanú ako podiel objemu klasifikovaných úverov poskytnutých podnikom na celkovom objeme úverov poskytnutých podnikom.

Pri počítaní NPL indikátora pre podniky, boli z celkového objemu úverov poskytnutých podnikom vybrané úvery poskytnuté živnostníkom, finančným spoločnostiam a neziskovým organizáciám. Pri vytváraní NPL indikátora pre domácnosti boli do celkového objemu poskytnutých úverov domácnostiam brané len úvery obyvateľom, rezidenti zahrnutí neboli.

V oboch prípadoch boli zahrnuté len úvery poskytnuté v slovenskej mene a s nenulovou úrokovou mierou. Dôvodom nezahrnutia úverov v cudzej mene sú chýbajúce údaje za prvé roky vykazovania.

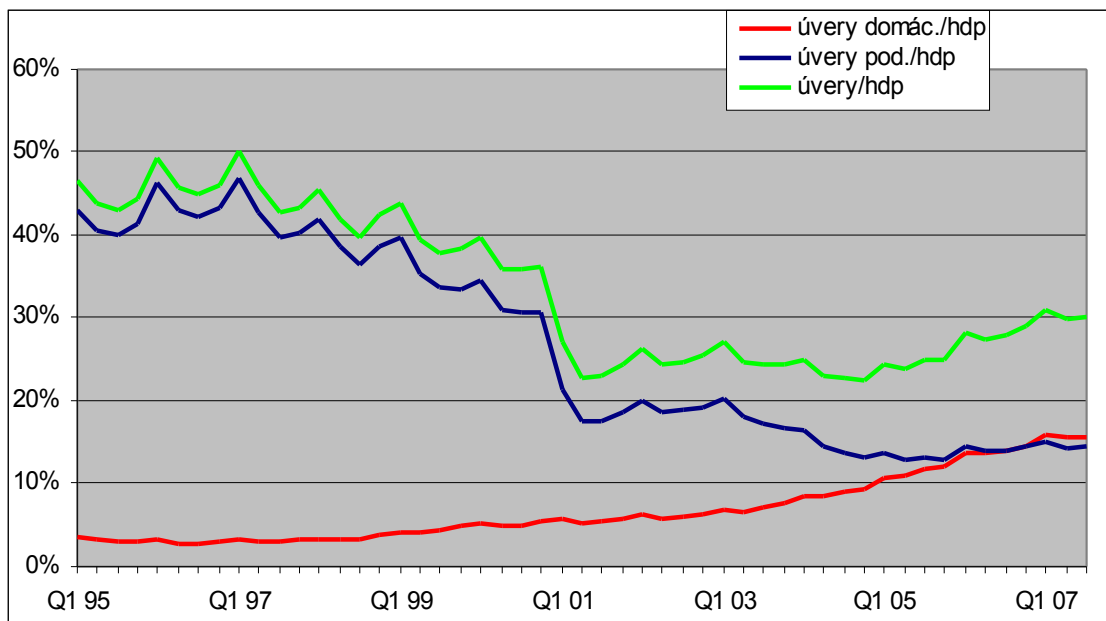


Obr.č.2: vývoj NPL indikátora na Slovensku (zdroj NBS)

Vývoj NPL indikátora pre domácnosti má približne od roku 1999-2000 značne klesajúci charakter. Ten však nie je ani tak spôsobený zlepšením sa splácania úverov domácnosťami, ale viac menej prevýšením tempa rastu poskytovania úverov domácnostiam nad tempom rastu zlyhaných úverov.

Keď sa pozrieme na vývoj úverového trhu za obdobie rokov 1995-2007, vidíme, že objem poskytnutých pôžičiek významne vzrástol predovšetkým v období rokov 2000 až 2005 a to s priemerným ročným rastom 16% (obr. č. 4). Tento významný rast pretrvával aj v rokoch 2006 a 2007. Taktiež vzrástol nie len celkový objem poskytnutých pôžičiek, ale aj podiel pôžičiek na hrubom domácom produkte. Avšak trend v pôžičkách pre sektor domácností bol iný ako trend v pôžičkách pre sektor podnikov. Zatiaľ čo podiel úverov poskytnutých domácnostiam k HDP rástol od roku 1998 (obdobie rokov 1996,1997 bolo obdobím stagnácie), podiel úverov poskytnutých podnikom k HDP klesal a to až do roku 2004 a potom začal mierne stúpať.

Celková zadlženosť v Slovenskej republike je však v porovnaní s ostatnými európskymi krajinami ešte stále nízka a to je aj jeden z dôvodov rastu zadlženosti.

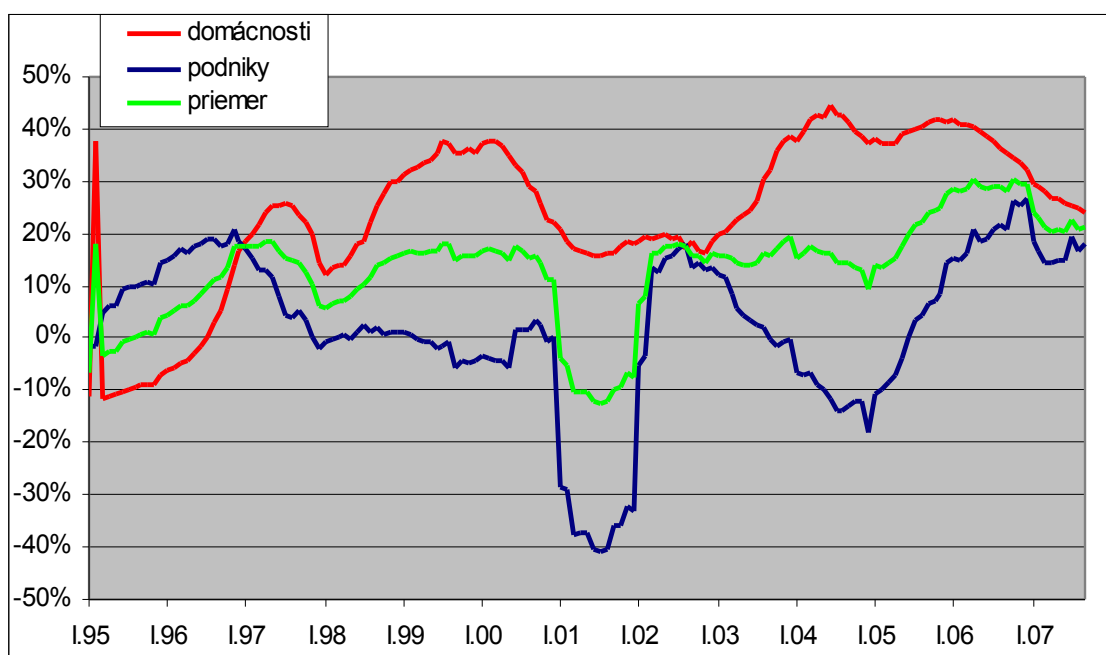


Obr.č.3: vývoj podielu objemu úverov k HDP

Ako vidíme na obrázkoch č.1, 2 a 3, v období rokov 1997-2000 objem úverov podnikom stagnoval ale podiel na HDP postupne klesal a podiel klasifikovaných úverov stúpala. To bol dôsledok prudkého nárastu úverov podnikom pred rokom 1997. Rast úverov domácnostiam sa v tomto období pomerne prudko zvyšoval, čo sa prejavilo aj na rastúcom podiele objemu úverov poskytnutých domácnostiam na HDP. Tento nárast celkového objemu poskytnutých úverov zabezpečil, že hodnota NPL indikátora pre domácnosti na rozdiel od hodnoty NPL indikátora pre podniky nerástla ale stagnovala.

V nasledujúcom období (roky 2001 - 2003) zaznamenal bankový sektor rozsiahlu reštrukturalizáciu a na začiatku roku 2001 významná časť zlyhaných úverov bola presunutá z bánk do Slovenskej konsolidačnej banky a úvery boli nahradené vládnymi dlhopismi. Od roku 2002 sú slovenské banky vlastníctvom prevažne zahraničných bankových skupín. Ohľadom situácie na úverovom trhu, po období nárastu zlyhaných úverov, banky sa stali opatrnejšími pri poskytovaní úverov podnikom. V súvislosti s týmito opatreniami sa podiel objemu úverov poskytnutých podnikom k HDP nemenil a pohyboval sa okolo 18% - 20%. Na trhu úverov domácnostiam sa však v dôsledku spustenia hypotekárneho úverovania a programu štátnej podpory na tieto úvery podiel úverov domácnostiam k HDP postupne zvyšoval.

V súčasnosti (od roku 2004) podiel úverov podnikom rovnako ako aj domácnostiam k HDP postupne rastie. Za týmto rastom je skrytých niekoľko faktorov. Najvýznamnejším z nich je pokles úrokovej miery po roku 2005. Ďalším faktorom je zjednodušenie štandardov pre poskytnutie úverov. Ich liberalizácia nastala predovšetkým po reštrukturalizácii a konsolidácii bankového sektora. Pre domácnosti a malé a stredné podniky sa tak získanie úveru stalo podstatne jednoduchším.<sup>1</sup>



Obr.č.4: ročná miera rastu úverov

## 2.4 ŠTATISTICKÁ TEÓRIA

Podmienkou pre použitie OLS je stacionarita radov, ktoré v regresii vystupujú. Na posúdenie stacionarity všetkých radov, ktoré budú do regresii vstupovať budeme používať Augumented Dickey-Fuller test.

$$\text{Ak uvažujeme jednoduchý AR(1) proces: } y_t = \rho \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1.1)$$

Ak  $|\rho| \geq 1$   $\bar{y}$  je nestacionárne rad a variancia  $\bar{y}$  rastie s časom a približuje sa

<sup>1</sup> spracované podľa [3], [6]



nekonečnu

$|\rho| < 1$   $\bar{y}$  je stacionárny rad

Dickey a Fuller preto navrhli spôsob testovania jednotkového koreňa (unit root) spočívajúci v transformácii vzťahu 1.1 na

$$\Delta y_t = \alpha \cdot y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1.2)$$

kde  $\alpha = \rho - 1$ . Testovanie rovnosti  $\rho = 1$  je potom ekvivalentné s testom  $\alpha = 0$ . Jednoduchý Dickey-Fullerov test jednotkového koreňa je založený na odhadnutí rovnice

$$\Delta y_t = \alpha \cdot y_{t-1} + \mathbf{d}_t^T \boldsymbol{\varphi} + \varepsilon_t \quad (1.3)$$

formulovaní nulovej a alternatívnej hypotézy

$$H_0 : \alpha = 0 \quad (1.4)$$

$$H_1 : \alpha < 0 \quad (1.5)$$

a vyhodnotení štatistiky 
$$t_\alpha = \frac{\hat{\alpha}}{se(\hat{\alpha})} \quad (1.6)$$

kde  $\hat{\alpha}$  je získaný odhad koeficientu a  $se(\hat{\alpha})$  je jeho štandardná odchýlka. Člen  $\mathbf{d}_t$  predstavuje deterministické členy, ktoré by tu mohli byť pridané (posunutie, časový trend). Dickey a Fuller ukázali, že za predpokladu nulovej hypotézy jednotkového koreňa táto štatistika nemá štandardné Studentovo t-rozdelenie a súčasne poskytli tabelované kritické hodnoty testu, získané Monte-Carlo simuláciami. Taktiež ukázali, že tieto kritické hodnoty sú závislé na zahrnutí deterministických členov, vyjadrených v člene  $\mathbf{d}_t$ , a preto ponúkajú alternatívne kritické hodnoty aj pre prípad zahrnutia konštanty alebo konštanty a trendu. Jednoduchý Dickey-Fuller test platí len za predpokladu, že testovaný proces je AR(1). Ak má proces korelované oneskorenia vyššieho rádu, je porušený predpoklad o bielom šume odchýliek  $\varepsilon_t$ . Východiskom je konštrukcia upraveného Dickey- Fullerovho testu (Augmented Dickey Fuller test - ADF), ktorý koriguje chyby vyplývajúce z vyššieho rádu autokorelácie tak, že do regresnej rovnice je medzi regresory pridaných  $p$  oneskorených diferencií procesu  $x_t$

$$\Delta y_t = \alpha \cdot y_{t-1} + \mathbf{d}_t^T \boldsymbol{\varphi} + \beta_1 \cdot \Delta y_{t-1} + \dots + \beta_p \cdot \Delta y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1.7)$$

Fuller dokázal že rozdelenie t-štatistiky nezávisí od počtu oneskorených diferencií pridaných do odhadovanej rovnice. Pri testovaní jednotkového koreňa ADF testom

musíme určiť deterministické členy a počet oneskorených diferencií, ktoré budú do regresie zahrnuté. Problém s určením deterministických členov, ktoré do regresie zahrnieme sa najčastejšie rieši použitím špecifikácie, ktorá je vzhľadom na testovaný rad vyhovujúcou v prípade nulovej aj alternatívnej hypotézy. Zahrnutie irelevantných regresorov by nám znížilo silu testu. Počet oneskorení  $p$ , ktoré pridáme do rovnice 1.3 môžeme určiť na základe niektorého z dostupných informačných kritérií (Akaike, Schwartz, Hannan-Quinn).

## 3 MODELY

Podobne ako niekoľko iných prác, na určenie makroekonomických faktorov významne ovplyvňujúcich NPL indikátor použijeme metodiku, ktorú IMF navrhuje na odhadnutie kreditného rizika, t.j. vplyv vonkajších šokov na neočakávané úverové straty budeme modelovať použitím lineárnej regresie.

### 3.1 HĽADANIE SIGNIFIKANTNÝCH FAKTOROV

Prvým krokom, ktorý sme museli urobiť pri snahe o vytvorenie modelov popisujúcich zlyhávanie podnikov a domácností pri splácaní úverov, bolo nájsť makroekonomické veličiny, ktoré by ovplyvňovali a popisovali vývoj NPL indikátora. Za týmto cieľom sme použili jednorozmernú regresiu, kde bola metódou najmenších štvorcov (OLS) zisťovaná závislosť NPL indikátora od jednotlivých makroekonomických veličín.

$$NPLd_t = \beta_0 \cdot NPLd_{t-1} + \beta_1 \cdot x_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$NPLp_t = \beta_0 \cdot NPLp_{t-1} + \beta_1 \cdot x_{t-i} + \varepsilon_t$$

Koeficienty týchto jednorozmerných regresíí sú neskôr vstupom pre makrostresové testovanie, poskytujú citlivosť dlžníkov na zmeny významných rizikových makroekonomických faktorov.

Makroekonomické veličiny, u ktorých budeme zisťovať vplyv na zlyhávanie subjektov pri splácaní môžeme podobne ako autori viacerých iných prác a článkov rozdeliť do niekoľkých skupín<sup>2</sup>: cyklické veličiny, indikátory cenovej stability, indikátory domácností, indikátory obchodných spoločností, indikátory spojené s finančným trhom a externé indikátory. Indikátory domácností a obchodných spoločností

---

<sup>2</sup> delenie ako v [2]

sa vo väčšine prípadov môžu zaradiť do niektorej zo zvyšných skupín, preto aj my budeme uvažovať len o štyroch zvyšných skupinách<sup>3</sup>.

cyklické indikátory	HDPsc, počet zamestnaných, index reálnych miezd, rast priemernej mesačnej mzdy
indikátory cenovej stability	M1, ceny priemyselných výrobcov, inflácia
indikátory finančného trhu	3M bríbor, úroková miera (neterminované vklady)
vonkajšie indikátory	SKK/EUR, vývoz, cena ropy

tab.č.1: zoznam makroekonomických veličín

**Cyklické indikátory** : túto skupinu tvoria veličiny, ktoré popisujú celkový stav ekonomiky; pokiaľ ide o výšku HDP, počet zamestnaných, index priemerných miezd a rast priemernej mesačnej mzdy, predpokladá sa že sú negatívne korelované s výškou NPL indikátora pre podniky i domácnosti. Nárast spomínaných veličín je znakom pozitívneho vývoja ekonomiky a je teda menší predpoklad zlyhania subjektov pri splácaní úverov. Naopak, napríklad pri zvýšení mieri nezamestnanosti je predpoklad, že niektoré subjekty- predovšetkým v sektore domácností stratia schopnosť splácať úvery a NPL indikátory budú rásť.

**Indikátory cenovej stability** : hlavným indikátorom v tejto skupine je inflácia. O jej hodnote predpokladáme, že je negatívne korelovaná s výškou NPL indikátorov, pretože s rastom inflácie klesá reálna hodnota úveru, a teda podniky i domácnosti by mali zlyhávať pri splácaní v menšej miere. S infláciou sú úzko prepojené ďalšie veličiny- ceny priemyselných výrobcov a výška menového agregátu M1. Tie majú z pohľadu splácania úverov rovnaký vplyv ako inflácia.

**Indikátory finančného trhu**: pri úrokovej miere neterminovaných vkladov a 3-mesačnom bríbore predpokladáme pozitívne prepojenie na výšku NPL indikátora, pretože s rastom úrokov rastie cena úveru, ktorý bol poskytnutý a teda počet subjektov,

<sup>3</sup> napr. ako [3]

ktoré zlyhajú pri splácaní sa zvýši.

**Vonkajšie indikátory:** pokiaľ ide o vplyv ceny ropy na schopnosť podnikov a domácností splácať úvery, s určitosťou vieme, že rast ceny ropy zvýši náklady domácností a podnikov a teda negatívne ovplyvní hodnotu NPL. Taktiež o vývoze môžeme povedať, že jeho rast znamená zlepšenie situácie u podnikov (ich priaznivý vývoj zasa pozitívne vplýva na domácnosti) a to spôsobí zlepšenie ich splácacej aktivity. Naproti tomu pri výmennom kurze SKK voči EUR nevieme s určitosťou povedať, aký vplyv bude mať jej apreciácia alebo depreciácia na finančnú situáciu sektorov. Na jednej strane posilnenie meny je pozitívnym znakom vývoja ekonomiky a z toho vyplýva, že podnikom i domácnostiam by sa malo dariť lepšie a teda by mali zlyhávať pri splácaní úverov v menšej miere. Ale na druhej strane, posilnenie meny „zdražuje“ naše výrobky na zahraničných trhoch, čo negatívne ovplyvňuje pozíciu našich podnikov, znižuje ich konkurencieschopnosť a teda sa zvyšuje počet subjektov, ktoré zlyhajú pri splácaní.

Ako už bolo spomínané podmienkou pre použitie OLS pri regresii je stacionarita radov, ktoré v regresii vystupujú. Augumented Dickey-Fuller test nám však prehlásil časové rady NPL<sub>p</sub> a NPL<sub>d</sub> za nestacionárne. Stacionárne časové rady sme získali vytvorením radov zmeny NPL indikátorov oproti rovnakému obdobiu pred rokom.

$$\Delta NPLd_t = NPLd_t - NPLd_{t-4}$$

$$\Delta NPLp_t = NPLp_t - NPLp_{t-4}$$

Rovnako tak aj u všetkých ostatných makroekonomických veličín, ktoré sme chceli použiť na popísanie NPL indikátorov, sme museli pôvodné časové rady, ktoré boli nestacionárne, previesť na stacionárne - použili sme ich ročné prírastky alebo ich percentuálne ročné prírastky (zmena oproti rovnakému obdobiu pred rokom). U premenných, ktoré predstavovali percentuálny časový rad sme použili prírastky a u ostatných premenných sme použili percentuálny ročný prírastok.

$$\Delta x_t = x_t - x_{t-4} \quad (\text{prírastok oproti rovnakému obdobiu pred rokom})$$

$$\Delta \%x_t = \frac{x_t - x_{t-4}}{x_{t-4}} \quad (\text{percentuálny prírastok oproti rovnakému obdobiu pred rokom})$$

$\Delta$	nplp, npld, index reálnych miezd, rast pr. mesačnej mzdy, inflácia, 3m bríbor, úroková miera
$\Delta\%$	hdp, M1, počet zamestnaných, ceny pr.výrobcov, SKK/EUR, cena ropy, vývoz

tab.č.2: rozdelenie veličín podľa druhu použitého prírastku

premenná	nič (p-hodnota)	konštanty (p-hodnota)	konštanty a lin. trend (p-hodnota)
<b>nplp</b>	0,19	0,845	0,04
<b>npld</b>	0,41	0,67	0,04
<b>hdp</b>	0,65	0,76	0,9
<b>počet zamestnaných</b>	0,84	0,88	0,97
<b>index reálnych miezd</b>	0,69	0,27	0,58
<b>rast pr. mesačnej mzdy</b>	0,99	0,99	0,99
<b>inflácia</b>	0,11	0,15	0,3
<b>index cien pr.výrobcov</b>	1	0,99	0,5
<b>M1</b>	0,98	0,99	0,95
<b>3m bríbor</b>	0,16	0,44	0,04
<b>úr.miera</b>	0,21	0,65	0,22
<b>SKK/EUR</b>	0,4	0,95	0,99
<b>cena ropy</b>	0,99	0,99	0,93
<b>vývoz</b>	1	1	0,99

tab.č.3: výsledky Augumented Dickey- Fuller unit roots pre pôvodné časové rady  
(zamietnutie stacionarity pôvodných časových radov)

Po získaní stacionárnych radov, sme už mohli pokračovať v tvorení jednorozmerných regresíí, pomocou ktorých určíme veličny, ktoré významne ovplyvňujú podniky a domácnosti pri splácaní úverov a neskoršie budú kandidátmi na

vysvetľujúce veličiny do viacrozmerných regresíí.

Najprv sa budeme zaoberať výsledkami pre podniky. Jednorozmerné regresie nám potvrdili v každej kategórii (cyklické veličiny, indikátory cenovej stability, indikátory finančného trhu a externé indikátory) aspoň jednu štatisticky významnú veličinu (na 90%-nom intervale spoľahlivosti), ktorá splňala aj predpoklady ohľadom očakávaného znamienka korelácie voči NPL indikátoru. Presnejšie, potvrdený bol vplyv: hdp, indexu reálnych miezd, inflácie, 3mesačného brioru, úrokovej miery, výmenného kurzu SKK/EUR a ceny ropy. Konkrétne hodnoty sú uvedené v tabuľke č. 4.

V niektorých jednorozmerných regresiach sme museli na vyrovnanie efektov, ktoré by mohli posunúť naše výstupy, použiť dummy premenné. Konkrétne v prípade ceny ropy, rastu priemernej mesačnej mzdy a trojmesačného brioru. Podrobnejšie výsledky týchto troch regresíí s dummy premennými sú uvedené v prílohe (príloha: tabuľky č.1,2 a 3 ).

#### PODNIKY

premenná	očakávané znamienko	regresia dnpl od dnpl(-1) a premennej $x_{t-i}$			
		koeficient	t-štatistika	R <sup>2</sup>	p-hodnota
<b>Δ% hdp (-3)</b>	-	-0.0023	-2.2611	0.527	<b>0,029</b>
Δ%počet zamest. (-1)	-	0.0003	0.0760	0.548	0.945
<b>Δ index real.miezd (-1)</b>	-	0.0029	1.89	0.576	<b>0,085</b>
Δ rast pr. mes. mzdy (-2)	-	-0.0038	-1.4702	0.677	0.15
Δ%ceny pr. výrobcov (-1)	-	-0.0009	-0.6769	0.552	0.5
Δ%M1(-1)	-	-2.94E-05	-0.1872	0.548	0.85
<b>Δ inflácia (-1)</b>	-	-0.0053	-3.0927	0.625	<b>0,003</b>
<b>Δ 3m brior(-4)</b>	+	0.0015	1.3412	0.664	<b>0,088</b>
<b>Δ úr.miera(-1)</b>	+	0.0094	1.94	0.488	<b>0,1</b>
<b>Δ% SKK/EUR(-4)</b>	+/-	-0.0067	-4.7997	0.632	<b>0</b>
<b>Δ% cena ropy(-4)</b>	+	0.0004	2.0016	0.712	<b>0,052</b>
Δ%vývoz(-3)	-	-9.82E-05	-0.265	0.474	0.79

tab.č.4: výsledky jednorozmerných regresíí, vysvetľovaná premenná- NPLp

V prípade NPL indikátora pre domácnosti nám jednorozmerné regresie potvrdili (na 90% - nom intervale spoľahlivosti) závislosť od indexu reálnych miezd, rastu priemernej mesačnej mzdy, 3 mesačného brioru, úrokovej miery (neterminovaných vkladov), výmenného kurzu SKK/EUR, vývozu a hdp. V snahe o zastúpenie indikátorov zo všetkých skupín, pri miernom poľavení kritérií (pri prechode na 85%-ný interval spoľahlivosti), môžeme za signifikantnú prehlásiť aj veličinu M1. Podrobnejšie výsledky regresíí sú uvedené v tabuľke č.5. Podobne ako pri NPL indikátore pre podniky aj v prípade NPL indikátora pre domácnosti sme pri viacerých regresiach museli použiť dummy premenné. Konkrétne, dummy premenné sme použili pri regresiach, kde ako vysvetľujúce premenné vystupovali index reálnych miezd, úroková miera, rast priemernej mesačnej mzdy, výmenný kurz SKK/EUR a HDP. Výsledky týchto regresíí s dummy premennými sú uvedené v prílohe (príloha: tab. č.4, 5, 6, 7, 8)

DOMÁCNOSTI		regresia dnpl od dnpl(-1) a premennej $x_{t-i}$			
premenná	očakávané znamienko	koeficient	t-štatistika	R <sup>2</sup>	p-hodnota
$\Delta\%$ počet zamest	-	0.001	1.2776	0.503	0.208
<b><math>\Delta</math> index real.miezd(-3)</b>	-	-0.0007	-2.1015	0.576	<b>0.042</b>
<b><math>\Delta</math> rast pr. mes.mzdy(-4)</b>	-	-0.0014	-2.3808	0.251	<b>0.022</b>
<b><math>\Delta\%</math> M1(-3)</b>	-	-0.0002	-1.4627	0.539	<b>0.151</b>
$\Delta\%$ ceny pr.výrobcov (-1)	+	0.0002	0.7384	0.492	0.464
$\Delta$ inflácia (-4)	-	-0.0002	-0.6947	0.421	0.491
<b><math>\Delta</math> 3m brior(-3)</b>	+	0.0004	1.7602	0.133	<b>0.086</b>
<b><math>\Delta</math> úroková miera(-1)</b>	+	0.0015	1.8525	0.347	<b>0.071</b>
<b><math>\Delta\%</math> SKK/EUR(-1)</b>	-/+	-0.0005	-1.9178	0.491	<b>0.062</b>
<b><math>\Delta\%</math> vývoz(-4)</b>	-	-0.0001	-1.6472	0.44	<b>0.10</b>
$\Delta\%$ cena ropy(-2)	+	6.18E-06	0.178	0.485	0.86
<b><math>\Delta\%</math> hdp (-3)</b>	-	-0.0003	-1.6859	0.186	<b>0.10</b>

tab.č.5: výsledky jednorozmerných regresíí, vysvetľovaná premenná- NPLd



## 3.2 VIACROZMERNÁ REGRESIA PRE SEKTOR PODNIKOV

Našou snahou bude zostrojiť regresnú rovnicu s viacerimi vysvetľujúcimi premennými, ktorá bude čo najpresnejšie popisovať vývoj NPL indikátora pre sektor podnikov.

Vo všeobecnosti by sme ju mohli zapísať nasledovne:

$$NPLp_t = \beta_0 \cdot NPLp_{t-1} + \beta_1 \cdot x_{1,t-i} + \beta_2 \cdot x_{2,t-j} + \dots + \beta_k \cdot x_{k,t-z} + \varepsilon_t$$

kde  $x_1, \dots, x_k$  sú makroekonomické veličiny z pomedzi indikátorov, ktorých vplyv nám jednorozmerné regresie prehlásili za signifikantný pre sektor podnikov, a ktoré sú kandidátmi za vstupy do viacrozmernej regresie.

Musíme pripomenúť, že skutočnými vstupmi do regresíí sú stacionárne rady daných pôvodných veličín (tj.  $\Delta\% x$  alebo  $\Delta x$ ).

Jednorozmerné regresie nám za signifikantné veličiny vzhľadom na NPL indikátor pre podniky prehlásili: hdp, index reálnych miezd, infláciu, 3mesačný bríbor, úrokovú mieru, výmenný kurz SKK/EUR, cenu ropy. Z týchto kandidátov pre vstupy do viacrozmernej regresie sme vytvorili model, ktorý je uvedený v tab.č.6

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	adjusted R <sup>2</sup>
NPLp(-1)	0.8889	9.6252	0.000	0.751
inflácia(-1)	-0.0048	-1.9206	0.063	
3mesačný bríbor(-4)	0.0018	2.4923	0.018	
cena ropy(-4)	0.0003	3.1824	0.003	
dummy_06q1_1	-0.0732	-4.3139	0.000	
dummy_99q4_1	-0.1678	-5.8101	0.000	

tab.č. 6: výsledky viacrozmernej regresie, vysvetľovaná premenná NPLp

Výsledky regresie nám potvrdili, že zmena NPL indikátora pre sektor podnikov je silno korelovaná so svojím vlastným oneskorením o jedno obdobie (nárast NPL

indikátora v súčasnosti spôsobí nárast NPL indikátora v nasledujúcom období). Ďalej NPL indikátor je pozitívnou funkciou trojmesačného briboru s oneskorením štyroch období- t.j.s oneskorením jedného roka (zvýšenie briboru predstavuje zvýšenie reálnej hodnoty úveru teda jeho zdraženie a to vedie k zvýšeniu počtu subjektov, ktoré nie sú schopné pokračovať v splácaní úverov, tj. vedie k zvýšeniu hodnoty NPL indikátora, ktoré sa prejaví o jeden rok). Pozitívna závislosť bola potvrdená aj od výšky ceny ropy s oneskorením taktiež o rok (zvýšenie ceny ropy pôsobí na zvyšovanie nákladov subjektov čo sa na náraste objemu nesplatených úverov prejaví o rok). Poslednou vysvetľujúcou premennou z nášho modelu je inflácia, ktorej hodnota je negatívne prepojená na NPL s oneskorením jedného kvartálu (zvýšenie inflácie predstavuje pokles reálnej hodnoty úverov a to vedie k poklesu NPL indikátora).

Keď sa pozrieme na výsledky viacrozmernej regresie zo štatistického pohľadu, vidíme, že všetky premenné sú významné na 90% -nom intervale spoľahlivosti. Taktiež hodnota adjusted  $R^2$  je relatívne vysoká: 0,75. Ďalšími testami, ktorými sme overovali korektnosť našich výsledkov boli Ljung- Box test a Breusch- Godfrey test o autokorelácii reziduí. Obidva testy nám nezamietli hypotézu o nekorelovanosti reziduí. Podrobnejšie výsledky obidvoch testov sú uvedené v tab.č. 7.

Ako z teórie vieme, OLS poskytuje konzistentné odhady parametrov aj za prítomnosti heteroskedasticity. Avšak štandardné odchylky, ktoré nám v takomto prípade poskytnú nie sú korektné. Z tohoto dôvodu sme pri viacrozmernej regresii použili Newey- West odhad variancie, nakoľko použitie tejto techniky nám zabezpečí získanie konzistentných výsledkov či už za prítomnosti heteroskedasticity alebo autokorelácie. Veľmi podobné výsledky sme dostali použitím použítím White -ovho odhadu variancie (koeficienty boli rovnaké, malý rozdiel bol len v odchýlkách a v p- hodnotách, ktoré vtedy dokonca spadali do 95%- ného intervalu spoľahlivosti)

Autokorelácia od radu (k)	1	2	3	4	5
<b>Breusch-Godfrey štatistika</b>	0.124	0.125	0.304	0.319	3.779
p-hodnota	0.725	0.94	0.959	0.989	0.581
<b>Ljung-Box q-štatistika</b>	0.35	0.411	0.445	0.508	3.757
p-hodnota	0.554	0.814	0.931	0.973	0.585

tab.č.7: testovanie autokorelácie reziduí

### 3.3 VIACROZMERNÁ REGRESIA PRE SEKTOR DOMÁCNOSTÍ

V prípade NPL indikátora pre sektor domácností je naša snaha rovnaká, ako pre sektor podnikov, budem sa snažiť zostrojiť regresnú rovnicu s viacerimi vysvetľujúcimi premennými, ktorá bude čo najpresnejšie popisovať vývoj NPL indikátora.

Vo všeobecnosti by sme ju mohli zapísať nasledovne:

$$NPLd_t = \beta_0 \cdot NPLd_{t-1} + \beta_1 \cdot x_{1,t-i} + \beta_2 \cdot x_{2,t-j} + \dots + \beta_K \cdot x_{K,t-x} + \varepsilon_t$$

kde  $x_1, \dots, x_K$  sú štatisticky najvhodnejšie premenné z množiny tých makroekonomických veličín, ktorých vplyv nám jednorozmerné regresie prehlásili za významný vo vzťahu k NPL indikátoru pre sektor domácností. Pomocou tých indikátorov, ktoré mali významný vplyv na NPL indikátor, sme viacrozmernú regresiu zostavili z nasledujúcich makroekonomických veličín: rast priemernej mesačnej mzdy, výmenného kurzu SKK/EUR a trojmesačného briboru. Všetky tieto veličiny spolu aj s hodnotou NPL indikátora s oneskorením jedného kvartálu boli prehlásené za významné na 90%-nom intervale spoľahlivosti. Presnejšie, potvrdená bola závislosť NPL indikátora pre domácnosti od : jeho vlastnej hodnoty v predchádzajúcom kvartáli, od tempa rastu priemernej mesačnej mzdy pred rokom, od hodnoty výmenného kurzu koruny voči euru v predchádzajúcom kvartáli a od hodnoty trojmesačného briboru pred tromi kvartálmi. Konkrétne výsledky viacrozmerné regresie sú uvedené v tabuľke č. 8.

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	adjusted R <sup>2</sup>
NPLd (-1)	0.1757	1.9518	0.059	0.524
rast pr.mesačnej mzdy(-4)	-0.0019	-4.3972	0.000	
SKK/EUR(-1)	-0.0012	-4.7668	0.000	
3m bribor (-3)	0.0004	1.8951	0.066	
dummy_00q3	-0.0051	-3.3111	0.002	
dummy_99	-0.0078	-3.4072	0.002	

tab.č.8: výsledky viacrozmerné regresie, vysvetľovaná premenná- NPLd

Pri pohľade na štatistické vlastnosti danej viacrozmernej regresie vidíme, že hodnota adjusted  $R^2$  dosiahla hodnotu 0,524. Táto hodnota nie je potvrdením presného popísania a charakterizovania NPL indikátora pre domácnosti, avšak keď sa pozrieme napríklad na hodnoty Ljung-Box a Breusch-Godfrey testov pre korelovanosť reziduí, vidíme, že obidva testy nám nezamietli hypotézu o nekorelovanosti reziduí, čo nám potvrdilo korektnosť nášho modelu (tab.č.9).

Hodnoty regresie, ktoré sme dostali, sme dosiahli použitím Newey-West odhadu variancie odchyliet. Ako sme už spomínali v predchádzajúcej stati, jeho použitie nám zaručilo získanie korektných hodnôt štandardných odchyliet a p-hodnôt aj za prítomnosti heteroskedasticity. Veľmi podobné výsledky nám poskytol aj White-ov odhad variancie.

Autokorelácia od radu (k)	1	2	3	4	5
<b>Breusch-Godfrey štatistika</b>	0	0	0	5,757	7,124
p-hodnota	1	1	1	0,22	0,21
<b>Ljung-Box q-štatistika</b>	0.317	0.39	0.396	6.018	8,70
p-hodnota	0.574	0.823	0.941	0.198	0.121

tab.č.9: testovanie autokorelácie reziduí

## 4 STRESOVÉ SCENÁRE

V tejto kapitole najprv popíšeme spôsob tvorby stresových scenárov a následne vytvoríme scenáre, ktoré nám pomôžu uskutočniť stresové testovanie a kvantifikovať dopady možných negatívnych udalostí na trhu.

### 4.1 ČO SÚ TO STRESOVÉ SCENÁRE

Tvorba stresových scenárov je pri stresovom testovaní jedným z najdôležitejších krokov. Vo všeobecnosti existuje viacero spôsobov ich tvorby. Najpoužívanejšími sú hypotetické a historické scenáre. Hypotetické scenáre sú založené na možnom výkyve v daných vysvetľujúcich indikátoroch. Historické scenáre zasa modelujú nastatie výkyvu daných premenných v rozsahu, v akom už niekedy v minulosti nastali.

Pri obidvoch spôsoboch tvorby scenárov môžeme ešte rozlíšiť dva typy ich použitia:

- prvý spôsob spočíva v aplikovaní zmeny samostatne len na jeden indikátor a určenie dopadu jeho zmeny na bankové portfólio
- druhý spôsob spočíva v kvantifikovaní dopadu zmeny viacerých indikátorov súčasne, nakoľko v ekonomike väčšinou žiadna zmena nenastáva samostatne ale je z pravidla sprevádzaná zmenou viacerých ďalších premenných

Pri tvorbe stresových scenárov pre potrebu kvantifikovania dopadu zmien makroekonomických veličín na kvalitu bankového portfólia sme použili historický typ stresových scenárov.

Model, ktorý vytvárame zachytáva vývoj NPL indikátorov od prvého kvartálu v roku 1995 po druhý kvartál roku 2007. Pri tvorbe stresových scenárov postupujeme rovnako ako autori modelu pre NBS<sup>4</sup> a z toho dôvodu u našich modelov zlyhávania domácností a

---

4 [3]

podnikov bude kvantifikovaný dopad stresových scenárov, z ktorých niektoré budú rovnaké ako použili oni. Na začiatok treba ešte poznamenať, že pokiaľ ide o vývoj našej ekonomiky od získania samostatnosti, tak môžeme skonštatovať, že prvé roky boli významne poznačené štrukturálnymi zmenami a počas tohto obdobia, približne až do roku 2001, nadobudli viaceré makroekonomické veličiny hodnoty, ktoré sú extrémne aj z pohľadu stresového testovania. Na základe tejto skutočnosti každý stresový scenár bude mať dve verzie. Prvá bude zisťovať dopad najväčších výkyvov vybraných makroekonomických indikátorov za celé obdobie, t.j. 1995-2007. Táto verzia bude silnejšia oproti druhej verzii, ktorá sa bude snažiť o kvantifikáciu dopadu nastatia maximálnych zmien, ktoré nastali v období 2002- 2007. Taktiež treba poznamenať, že pri tvorbe stresových scenárov nás zaujímajú relatívne a nie absolútne zmeny jednotlivých veličín vyvolávajúcich stres.

## **4.2 KONKRÉTNE STRESOVÉ SCENÁRE**

Začiatok tvorenia konkrétnych stresových scenárov spočíval v podrobnejšom preskúmaní časových radov makroekonomických veličín signifikantných vzhľadom na NPL indikátor pre sektor podnikov a domácností. Prvým krokom bolo nájdenie maximálnych relatívnych (a absolutných) zmien pre obdobie od roku 1995 až do roku 2007 a pre obdobie od roku 2002 až po rok 2007 (dôvodom je ako sme spomínali v predchádzajúcej stati tvorba silnejšej a slabšej verzie stresových scenárov). Pre presnejšie a relevantnejšie popísanie extrémnych udalostí, ktoré nastali vo vývoji jednotlivých veličín, a pre následné vytvorenie scenárov, zaujímali nás nielen maximálne ročné ale aj maximálne štvrt'ročné zmeny daných veličín (tab.č.10).

Dôvod použitia relatívnych zmien oproti absolutným zmenám je do značnej miery zrejmý. Ak uvažujeme napríklad o zmene inflácie o 2 p.b., napríklad z 2% na 4% je zrejmé, že táto zmena je oveľa významnejšia v porovnaní so zmenou inflácie z 10% na 12%.

Zároveň pri hľadaní extrémnych zmien, ktoré nastali v minulosti sme u väčšiny veličín hľadali najväčšiu zmenu bez ohľadu na to či kladnú alebo zápornú, nakoľko sa

pridržiavame ideu, že pokiaľ v minulosti nastala veľká napríklad záporná zmena, tak v budúcnosti môže nastať rovnako veľká kladná zmena. Počas konštrukcie scenárov sme rozhodnutie, či jednotlivé premenné budú klesať alebo rásť uskutočnili podľa toho, čo nám ekonometrický model predikoval za škodlivé vzhľadom na kvalitu úverového portfólia bánk<sup>5</sup>.

makroekonomická premenná	max. ročná zmena		max. štvrtročná zmena	
	95-07	02-07	95-07	02-07
3mbríbor	91% (97q4) 12,8 p.b.	69% (06q3) 2 p.b.	-30,6% (00q1) -4,3 p.b.	-27,4% (05q1) -1,1 p.b.
SKK/EUR	19% (99q2) 7,3 Sk	-10,5% (07q2) -3,9 Sk	9,2% (98q4) 3,4 Sk	-5,1% (02q4) -2,1 Sk
rast pr.mesačnej mzdy	83,2% (04q4) 5 p.b.	83,2% (04q4) 5 p.b.	86,3% (04q1) 5,2 p.b.	86,3% (04q1) 5,2 p.b.
inflácia	-69,1% (05q1) -5,6 p.b.	-69,1% (05q1) -5,6 p.b.	-73,1% (05q1) -6,8 p.b.	-73,1% (05q1) -6,8 p.b.
cena ropy	155% (00q1) 15,14 USD/barel	61,8% (02q4) 9,14 USD/barel	46,4% (99q2) 4,52 USD/barel	23,7% (02q1) 3,51 USD/barel

tab.č.10: maximálne zmeny signifikantných veličín; relatívne zmeny, časový údaj výskytu a absolútna zmena

**Šok 3 mesačného bríboru:** keď sa pozrieme na maximálne zmeny, ktoré sú uvedené v tab.č.10, tak vidíme, že maximálna štvrtročná zmena je zhruba jednou tretinou maximálnej ročnej zmeny. Šok, ktorý budeme kvantifikovať bude spočívať v raste 3mesačného bríboru v troch po sebe nasledujúcich obdobiach, pričom predpokladáme, že ostatné veličiny sa nezmenia a jeho hodnota ostane na hodnote, ktorú nadobudol šokom. Keď však v tomto prípade porovnáme relatívnu a absolútnu zmenu vidíme, že absolútna je podstatne väčšia. Táto skutočnosť viedla k vytvoreniu scenára, podľa ktorého hodnota bríboru bude rásť tri obdobia po sebe pri miernej verzii scenára o 20% (tj. o 1 p.b.) a pri silnej verzii o 40% (tj. o 2 p.b.).

<sup>5</sup> Nakoľko sme postupovali podľa rovnakej metodiky ako autori [3] a v roku 2007 neboli prekonané maximálne zmeny bríboru ani výmenného kurzu SKK/EUR, scenáre, ktoré použijeme pre tieto veličiny sú totožné so scenármi, ktoré použili aj oni

**Šok výmenného kurzu SKK/EUR:** v tomto prípade sme zvolili 3% a 6% štvrtročnú apreciáciu koruny voči euru v štyroch po sebe nasledujúcich obdobiach, čo v skutočnosti vyústi do 11,5% a 22% ročnej apreciácii koruny. Taktiež predpokladáme, že hodnota výmenného kurzu ostane na svojej post-šokovej úrovni.

**Šok ceny ropy:** ako môžeme vidieť v tab.č.10, štvrtročné zmeny sú zhruba jednou tretinou maximálnych ročných zmien. Keď prihliadneme aj na absolutne zmeny vidíme, že relatívna zmena z druhého kvartálu 1999 predstavovala absolutnu zmenu 15 USD/barel. S prihliadnutím na súčasnú výšku ceny ropy budeme predpokladať nastatie stresového scenára, pri ktorom tri obdobia po sebe bude cena ropy rásť o 20 % a 40% štvrtročne a po skončení šoku zostane na úrovni, ktorú šokom dosiahla.

**Šok inflácie:** v prípade tejto makroekonomickej veličiny sme postupovali trochu odlišne ako u ostatných zatiaľ spomenutých veličín.

Náš ekonometrický model (taktiež ale aj ekonomická teória) nám indikuje, že stresový scenár v súvislosti s infláciou bude založený na jej prudkom poklese (tým sa reálna hodnota úveru zvýši a objem zlyhaných úverov bude rásť). Keď by sme podobne ako u predchádzajúcich veličín brali do úvahy maximálne zmeny bez ohľadu na to, či sú kladné alebo záporné, spôsobilo by nám to, že hodnota inflácie by prešla do záporných hodnôt. Tomuto javu sa radšej vyhneme a preto sa budeme zaoberať len zápornými maximálnymi relatívnymi zmenami, ku ktorým počas vývoja inflácie došlo. Stresový scenár, ktorý v tomto prípade uskutočníme bude pri slabej verzii scenára simulovať 40% - ný pokles inflácie v nasledujúcich dvoch kvartáloch a potom sa jej hodnota vráti na úroveň, ktorú dosahovala pred šokom. V silnej verzii scenára bude skúmaný dopad 80% - ného poklesu inflácie v nasledujúcom kvartáli a potom sa hodnota inflácie vráti na hodnotu z pred šoku.

**Šok rastu priemernej mesačnej mzdy:** silnejší scenár bude modelovať 86%-né spomalenie tempa rastu priemernej mesačnej mzdy v nasledujúcom období, v nasledujúcich obdobiach zostane na úrovni, ktorú nadobudol počas šoku. V miernejšej verzii budeme predpokladať 60%-né spomalenie tempa rastu priemernej mesačnej mzdy (zdôrazňujeme, že ide o spomalenie tempa rastu- čiže uvažujem o druhých diferenciách



priemernej mesačnej mzdy).

Prehľadnejšie zobrazenie všetkých vyššie spomínaných stresových scenárov pre jednotlivé makroekonomické veličiny s ich miernymi aj silnými verziami je uvedené v tabuľke č.11.

Šok	verzia	popis
<b>3mbribor</b>	mierna	20% nárast briboru v troch po sebe nasledujúcich kvartáloch (rast o 0,8p.b.)
	silná	40% nárast briboru v troch po sebe nasledujúcich kvartáloch (rast o 1,7 p.b.)
<b>SKK/EUR</b>	mierna	3% posilnenie koruny voči euru v štyroch po sebe nasledujúcich kvartáloch (pokles o 1Sk v štyroch po sebe nasled. obdobiach)
	silná	6% posilnenie koruny voči euru v štyroch po sebe nasledujúcich kvartáloch (klesanie o 1,8 Sk )
<b>inflácia</b>	mierna	40% pokles inflácie v dvoch po sebe nasledujúcich kvartáloch (pokles inflácie o 1p.b. a následne o 0,6 p.b.)
	silná	80% pokles inflácie v prvom kvartáli (pokles inflácie o 2 p.b. a následne o 0,4 p.b.)
<b>cena ropy</b>	mierna	20% nárast ceny ropy v troch po sebe nasledujúcich kvartáloch (postupný nárast o 14, 16, 19 USD/barel)
	silná	40% nárast ceny ropy v troch po sebe nasledujúcich kvartáloch (postupný nárast o 27, 37, 52 USD/barel )
<b>rast pr. mes. mzdy</b>	mierna	60%- né spomalenie tempa rastu v prvom kvartáli (pokles rastu pr.mesačnej mzdy o 3p.b)
	silná	86%- né spomalenie tempa rastu v prvom kvartáli (pokles rastu pr.mesačnej mzdy o 6 p.b)
<b>makroekonomický šok -podniky</b>	mierna	20%- ný nárast briboru , 3%-né posilnenie koruny voči euru , 40%-ný pokles inflácie, 60%-né spomalenie tempa rastu pr. mesačnej mzdy, 20%- ný nárast ceny ropy
	silná mierna	40%-ný nárast briboru, 6%-né posilnenie koruny voči euru , 80%-ný pokles inflácie, 86%-né spomalenie tempa rastu pr. mesačnej mzdy, 40%- ný nárast ceny ropy
<b>makroekonomický šok -domácnosti</b>	mierna	20%- ný nárast briboru, 3%-né posilnenie koruny voči euru, 20%- ný nárast nominálnej hodnoty vývozu, 60%-né spomalenie tempa rastu pr. mesačnej mzdy, 20%- ný nárast ceny ropy
	silná	40%-ný nárast briboru, 6%-né posilnenie koruny voči euru, 17%- ný nárast nominálnej hodnoty vývozu, 86%-né spomalenie tempa rastu pr. mes. Mzdy, 40%- ný nárast ceny ropy

tab.č.11: stresové scenáre

### 4.3 VÝSLEDKY

Podstata kvantifikovania dopadu scenárov vytvorených v predchádzajúcej stati na hodnoty NPL indikátorov pre podniky a domácnosti spočíva v porovnaní poslednej skutočnej hodnoty, ktorú nadobudli (q2 2007) s hodnotou, ktorú nadobudnú v druhom kvartáli 2008. Hodnoty NPL indikátorov po druhom kvartáli 2007 vypočítame pomocou jednorozmernej a viacrozmernej regresie. Pri skúmaní dopadu šokov nás bude zaujímať nielen porovnanie s hodnotou indikátorov o rok (t.j. porovnanie hodnôt v druhom kvartáli 2007 a v druhom kvartáli 2008 ) ale taktiež uvedieme porovnanie s hodnotami, ktoré nadobudnú o dva roky ( tj. uvedieme aj porovnanie hodnôt z druhého kvartálu 2008 a z druhého kvartálu 2009 - dopad šokov v horizonte dvoch rokov; a pre ozrejmienie uvedieme aj celkovú zmenu za dva roky - porovnanie hodnôt z druhého kvartálu 2007 a 2009) . O vývoji signifikantných veličín v období nasledujúcich dvoch rokov predpokladáme, že budú nadobúdať hodnoty zo stresového scenára a v kvartáloch, v ktorých už stresový scenár správanie nepopisuje predpokladáme, že hodnoty premenných po šoku zostanú na hodnotách, ktorú šokom nadobuli (okrem hodnoty inflácie, ktorá sa po šoku vráti na hodnotu, ktorú mala v druhom kvartáli 2007). Taktiež pri viacrozmerných modeloch predpokladáme, že hodnoty veličín, ktorých zmenu stresový scenár nepopisuje sa nemenia a zostávajú na hodnote z druhého kvartálu 2007.

Stresové scenáre, ktoré popisujú zmenu len jednej veličiny aplikujeme na jednorozmerné a viacrozmerné modely. Makroekonomické šoky, ktoré simulujú zmenu viacerých premenných súčasne, aplikujeme len na viacrozmerné modely.

Najskôr si zhodnotíme dopady stresových scenárov na podniky. Pri kvantifikácii dopadu jednotlivých stresov nám jednorozmerné regresie za najrizikovejšie javy prehlásili nárast ceny ropy a pokles inflácie. Nárast ceny ropy spôsobuje v značnej miere u väčšiny podnikov zvýšenie nákladov. To predstavuje priamy zásah do ich rozpočtu a nie je preto prekvapením, že sa prejaví na znížení ich schopnosti splácať úvery. Ako môžeme vidieť v tabuľke č.14, dopad prudkého zvýšenia ceny ropy sa na zvýšení Npl indikátora neprejavil hneď, ale predovšetkým až v ďalšom roku. Zmena,

ktorú spôsobil, predstavovala nárast podielu zlyhaných úverov ku celkovému objemu poskytnutých úverov o 12 p.b. počas nasledujúcich dvoch rokov. Zmena, ktorú spôsobil pri miernej verzii scenára- nárast o 6 p.b., je trochu nižšia ako zmena spôsobená poklesom inflácie. Tá predstavuje pri silnejšej variante nárast Npl indikátora o 8 p.b.. V nižšie uvedenej tabuľke si môžeme všimnúť, že dopad podstatne nižšieho nárastu cenovej hladiny - naproti tomu, aký nárast bol očakávaný, sa na zlyhávaní splácania úverov prejavil takmer hneď po jeho nastatí a zhruba v rovnakej veľkosti sa prejavil aj v ďalšom roku. Prekvapujúco, pomerne nízky vplyv mal stres výšky trojmesačného briboru. V dôsledku jeho neočakávaného nárastu stúpol Npl indikátor v priebehu dvoch rokov pri slabej verzii scenára len o 1,6 p.b. a pri silnejšej verzii scenára o 3,1 p.b.. Konkrétne hodnoty dopadu stresových scenárov, kvantifikované pomocou jednorozmerných regresíí, sú uvedené v tabuľke č.12.

premenná spôsobujúca stres	jednorozmerná regresia					
	1. rok (2008 q2)		2. rok (2009q2)		celková zmena	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
<b>bribor</b>	0,5	0,5	1,1	2,6	1,6	3,1
<b>inflácia</b>	3,6	4,2	3,9	4	7,5	8,2
<b>ropa</b>	0,6	0,6	5,4	11,2	6	11,8

tab.č.12: dopad stresových scenárov na NPL indikátor pre podniky; čísla predstavujú zmenu – v percentuálnych bodoch, oproti rovnakému obdobiu pred rokom; výsledky získané z jednorozmernej regresie

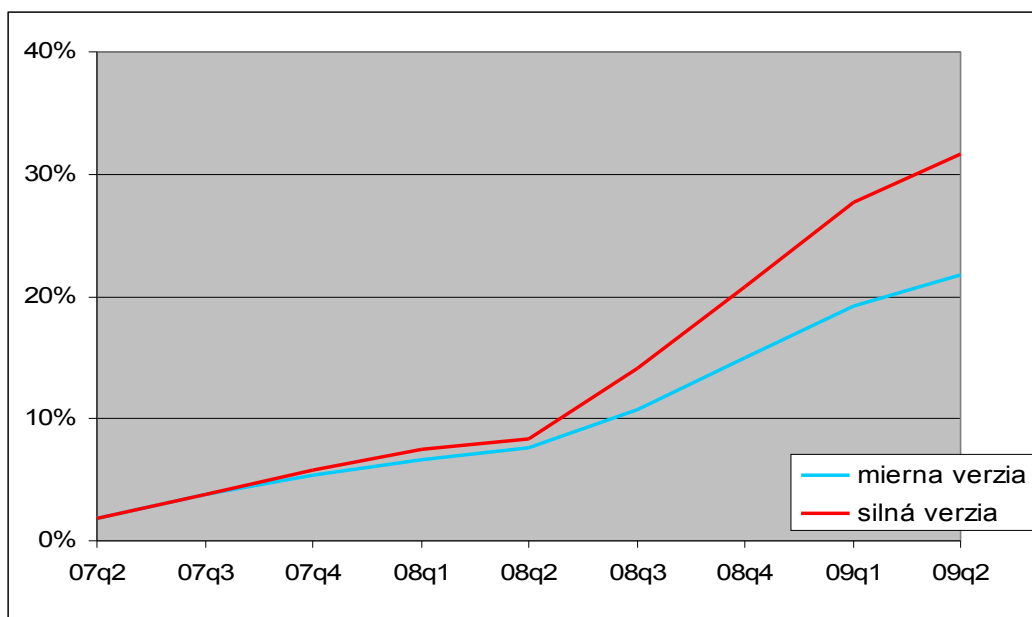
Dopady stresových scenárov kvantifikované pomocou viacrozmernej regresie sú uvedené v tabuľke č.13. Podobne ako jednorozmerná regresia aj viacrozmerná regresia potvrdila významnú citlivosť podnikov na cenu ropy. V kvantifikácii stresu ceny ropy NPL indikátor pre podniky v priebehu dvoch rokov vzrástol o 18,7 p.b. počas dvoch rokov, pričom aj v tomto prípade sa stres do nárastu Npl indikátora premietol predovšetkým v druhom roku. K výraznejšiemu nárastu NPL indikátora viedol aj stresový scenár spojený s infláciou. Ten sa podobne ako pri jednorozmernej regresii prejavil približne rovnakým nárastom v oboch nasledujúcich rokoch a celková zmena za dva roky dosiahla v priemere 13,7 p.b.. Taktiež oproti výsledkom stresov pri

jednorozmernej regresii na význame nabral aj dopad stresu výšky 3 mesačného briboru- celková výška zmeny Npl sa blížila k 10 p.b.

V tabuľke č. 13 je ako posledná uvedená kvantifikácia makroekonomického šoku, ktorý predstavoval súčasnú, vzhľadom na NPL indikátor negatívnu, zmenu všetkých signifikantných veličín. V dôsledku tohoto stresu hodnota NPL indikátor stúpila o 29,7 p.b. v priebehu dvoch rokov. Postupný vývoj hodnoty NPL indikátora pre podniky v priebehu makroekonomického stresu (silnejšej aj miernejšej verzie) je podrobnejšie znázornený na obrázku č.5.

premenná spôsobujúca stres	viacrozmerná regresia					
	1. rok (2008 q2)		2. rok (2009q2)		celková zmena	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
<b>bribor</b>	3,7	3,7	4,1	6	7,8	9,7
<b>inflácia</b>	5,7	6,4	7,4	7,9	13,1	14,3
<b>ropa</b>	3,7	3,7	8,1	15	11,8	18,7
<b>makroek. šok</b>	5,7	6,4	14,1	23,3	19,8	29,7

tab.č.13: dopad stresových scenárov na NPL indikátor pre podniky; čísla predstavujú zmenu – v percentuálnych bodoch, oproti rovnakému obdobiu pred rokom; výsledky získané z viacrozmerných regresii



obr.č.5: dopad stresových scenárov na vývoj NPL indikátora pre podniky

Ako môžeme vidieť na obrázku č.5 a aj z hodnôt celkových dopadov jednotlivých stresových scenárov na NPL indikátor, podiel úverov podnikom, ktoré neboli splatené ku celkovému objemu úverov poskytnutých podnikom by v dôsledku abnormálnych údalostí na trhu mohol v značnej miere vzrásť.

Dopady stresov na NPL indikátor pre sektor domácností boli v niektorých ohľadoch podobné dopadom stresov na NPL idikátor pre sektor podnikov. V tomto prípade nám ale jednorozmerné regresie za najzávažnejší stres prehlásili stres spôsobený prudkým posilnením našej meny voči euru. Jeho dopad spôsobil nárast NPL indikátora pre domácnosti o 3,5 p.b. v priebehu dvoch rokov. Druhý najväčší nárast spôsobil pokles tempa rastu priemerných miezd. V dôsledku skutočnosti, že príjmy domácností nevzrástli o toľko ako pravdepodobne očakávali, stúpol podiel nesplatených úverov k celkovému objemu poskytnutých úverov o 1,9 p.b. počas dvoch rokov. Ako môžeme vidieť v tabuľke č.14, dopad tohoto stresu sa neprejavil úplne hneď v roku keď k nemu došlo ale predovšetkým až v ďalšom roku. Naproti tomu, dopad stresu výmenného kurzu sa prejavil približne rovnako v oboch nasledujúcich rokoch. Dopad tretieho stresového scenára sa prejavil silnejšie v druhom roku od jeho nastatia, ale jeho celkový dopad bol do značnej miery nízky- spôsobil celkový nárast Npl indikátora len o 0,6 p.b. počas nasledujúcich dvoch rokov.

premenná spôsobujúca stres	jedorozmerná regresia					
	1. rok (2008 q2)		2. rok (2009q2)		celková zmena	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
SKK/EUR	1,3	1,9	0,9	1,6	2,2	3,5
bribor	0	0	0,2	0,4	0,2	0,6
rast pr. mesač. mzdy	0,4	0,5	1	1,4	1,4	1,9

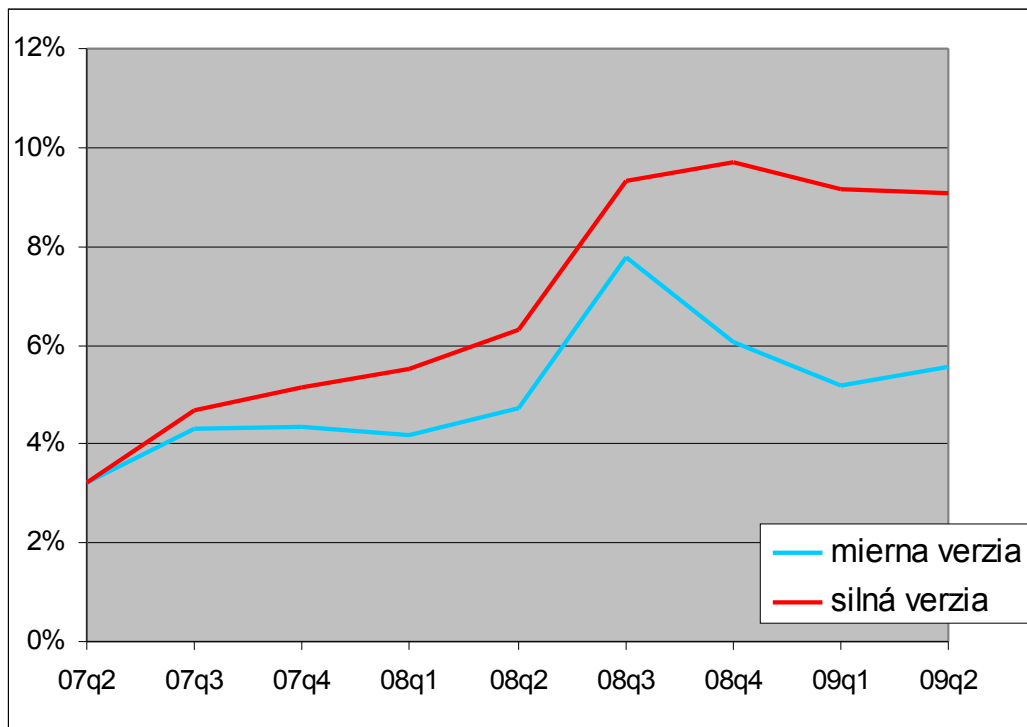
tab.č.14: dopad stresových scenárov na NPL indikátor pre domácnosti; čísla predstavujú zmenu – v percentuálnych bodoch, oproti rovnakému obdobiu pred rokom; výsledky získané z viacrozmerných regresíí

Výsledky, ktoré nám poskytla viacrozmerná regresia sú podobne ako výsledky jednorozmernej regresie potvrdením skutočnosti, že abnormálne udalosti na trhu by nemuseli viesť k výraznému zhoršeniu NPL indikátora pre domácnosti. Podobne ako jednorozmerná regresia aj viacrozmerná regresia za najvýznamnejší prehlásila stres hodnoty našej meny. V tomto prípade bola zmena hodnoty NPL indikátora o niečo vyššia - 4 p.b. (celkový dopad silnejšej verzie scenára počas dvoch nasledujúcich rokov). Oproti jednorozmernej regresii, na význame čiastočne nabral stres posilnenia hodnoty 3- mesačného briboru. V jeho dôsledku (silnejšia verzia scenára) stúpol NPL indikátor o 1,3 p.b. počas dvoch rokov. Avšak oproti jednorozmernej regresii, v tomto prípade sa jeho následky na náraste Npl indikátora prejavili predovšetkým hneď v roku, keď tento stres nastal. Stres simulujúci pokles tempa rastu priemernej mesačnej mzdy spôsobil celkový nárast Npl indikátora o 2,2 p.b..

Po skončení silnejšej verzie makroekonomického šoku stúpila hodnota Npl indikátor po dvoch rokoch o 5,8 p.b.. Presnejší vývoj NPL indikátora pre domácnosti počas makroekonomického šoku- silnejšej aj slabšej verzie je zobrazený na obrázku č.6.

premenná spôsobujúca stres	viacrozmerná regresia					
	1. rok (2008 q2)		2. rok (2009q2)		celková zmena	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
<b>SKK/EUR</b>	2	3	0,5	1	2,5	4
<b>bribor</b>	0,9	1	0,1	0,3	1	1,3
<b>rast pr. mesač. mzdy</b>	0,8	0,8	1	1,4	1,8	2,2
<b>makroek. šok</b>	2	3,1	1,6	2,7	3,6	5,8

tab.č.15: dopad stresových scenárov na NPL indikátor pre domácnosti; čísla predstavujú zmenu – v percentuálnych bodoch, oproti rovnakému obdobiu pred rokom; výsledky získané z viacrozmerných regresii



obr.č.6: dopad makroekonomického stresového scenára na vývoj NPL indikátora pre domácnosti

## 5 ZÁVER

Na začiatku práce bolo našim cieľom odhadnúť vplyv neočakávaných makroekonomických šokov na kreditné riziko. Za veličinu, ktorá môže do istej miery slúžiť ako numerické ohodnotenie tohoto rizika sme si vybrali NPL indikátor- podiel objemu zlyhaných úverov ku celkovému objemu úverov, ktoré boli konkrétnemu sektoru poskytnuté. Našimi konkrétnymi sektormi boli sektor podnikov a sektor domácností.

Následne sme si museli stanoviť ďalšie pomocné ciele, ktoré nám pomohli dostať sa k nášmu prvotnému cieľu.

Prvým z týchto pomocných cieľov bolo nájsť makroekonomické veličiny, ktoré by boli štatisticky významné pre popísanie vývojov NPL indikátorov pre naše dva sektory. Ukázalo sa, že zlyhávanie podnikov je citlivé na zmeny HDP, indexu reálnych miezd, inflácie, 3mesačného briboru, úrokovej miery (neterminovaných vkladov), výmenného kurzu SKK/EUR a ceny ropy. Zlyhávanie domácností záviselo taktiež ako zlyhávanie podnikov od hodnoty indexu reálnych miezd, 3 mesačného briboru, úrokovej miery (neterminovaných vkladov), výmenného kurzu SKK/EUR a HDP. Namiesto inflácie a ceny ropy tu do popredia vystúpila závislosť od rastu priemernej mesačnej mzdy a nominálnej hodnoty vývozu. Čiastočné rozdiely boli v oneskoreniach s akými na zmeny jednotlivých veličín reagovali sektor podnikov a sektor domácností.

Druhým pomocným cieľom bolo vytvorenie modelov, ktoré by popisovali vývoj NPL indikátorov pre naše dva sektory. Pomocou vyššie spomenutých významných veličín sme vytvorili viacrozmerné modely, ktoré popisovali zlyhávanie subjektov pri splácaní úverov. Vysvetľujúcimi premennými vo viacrozmernom modeli pre sektor podnikov boli : trojmesačný bribor, inflácia a cena ropy. Viacrozmerný model pre domácnosti tvorili: hodnota trojmesačného briboru, výmenného kurzu SKK/EUR a rastu priemernej mesačnej mzdy.

V tomto stave sme si museli vytíčiť ďalší cieľ. Tým bolo vytvorenie scenárov, ktoré by simulovali nastatie abnormálnych udalostí na trhu, ktorých dopad na kreditné riziko sme sa chceli pokúsiť kvantifikovať. Scenáre, ktoré sme vytvorili, boli založené na historických maximálnych štvrtročných a ročných zmenách, ku ktorým vo vývoji jednotlivých významných veličín došlo. Scenáre simulovali vzhľadom na NPL



indikátory negatívny vývoj spomínaných signifikantných makroekonomických veličín, pričom sme pre každú veličinu vytvorili slabšiu a silnejšiu verziu jej negatívneho vývoja.

Po naplnení predchádzajúcich cieľov sme sa dostali ku konkrétnej kvantifikácii dopadov stresových scenárov spôsobených jednotlivými makroekonomickými veličinami.

Pri sektore podnikov sa ukázalo, že podiel zlyhaných úverov k celkovému objemu úverov môže v dôsledku jednotlivých stresov výraznejšie stúpnuť. Najvýraznejší nárast Npl indikátora bol spôsobený prudkým nárastom ceny ropy. Miernejšie nárasty boli spôsobené nárastom 3-mesačného briboru a poklesom inflácie. Pričom pomerne prekvapujúco najmenší dopad spôsobil práve nárast trojmesačného briboru.

Pri sektore domácností sa za makroekonomickú veličinu s najväčším dopadom na zlyhávanie pri splácaní preukázala hodnota našej meny. Jej posilnenie spôsobilo spomedzi všetkých signifikantných veličín najväčší nárast Npl inikátora. Veličinou, ktorá spôsobila druhý najväčší nárast, bol rast priemernej mesačnej mzdy. Podobne ako pri sektore podnikov prekvapujúco najmenší dopad mal na zlyhávanie domácností pri splácaní úverov nárast trojmesačného briboru.

Celkovým záverom, ku ktorému sme sa dopracovali, je skutočnosť, že kreditné riziko, ktoré je spojené s domácnosťami, by napriek negatívnym udalostiam na trhu nemalo znamenať ohrozenie stability finančného trhu ako celku. Kreditné riziko, ktoré je spojené s úverovou angažovanosťou voči podnikom, by v prípade abnormálnych udalostí na trhu mohlo spôsobiť bankovému sektoru problémy. Avšak ani jednorozmerná ani viacrozmerná regresia nezachytáva vzájomné vzťahy medzi jednotlivými makroekonomickými veličinami, pomocou ktorých sme popisovali vývoj NPL indikátorov. A práve tieto vzájomné vzťahy môžu do značnej miery kompenzovať negatívny vývoj makroekonomických veličín ovplyvňujúcich zlyhávanie jednotlivých sektorov pri splácaní úverov.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] Blaschke, W., Jones, M. T., Majnoni, G., Peria, S. M.: „Stress Testing of Financial Systems: An Overview of Issues, Methodologies, and FSAP Experiences“, IMF Working Paper ,01/88, 2001
- [2] Kalirai, H., Scheicher, M.: „Macroeconomic Stress Testing: Preliminary Evidence for Austria“, OeNB Financial Stability Report 3, 58-74, 2002
- [3] Zeman, J., Jurča, P. : „Macro Stress Testing of the Slovak Banking Sector“, 2007
- [4] Sorge, M.: „Stress- testing financial systems: an overview of current methodologies“, BIS Working Paper, 2004
- [5] BCBS— Basel Committee on Banking Supervision: „Overview of The New Basel Capital Accord. Bank for International Settlements“, 2001
- [6] Jurča, P., Rychtárik, Š.: „Stress testing of the Slovak Banking Sector“, BIATEC, Volume XIV, 4/2006, NBS
- [7] Cipra, T., „Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii“, SNTL, Praha, 1986
- [8] Enders, W., „Applied econometric time series“, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, 1995
- [9] [www.nbs.sk](http://www.nbs.sk)
- [10] <http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/wtotopecw.htm>

# PRÍLOHA

## Zdroje dát:

- **NBS** (NPLp,NPLd,úroková miera- neterminované vklady)
- **EUROSTAT** (HDP<sub>s.c.1993</sub>, M1, inflácia, 3mesačný bribor, SKK/EUR)
- **SLOVSTAT** (počet zamestnaných, index reálnych miezd, rast pr. mesačnej mzdy, ceny priemyselných výrobcov, vývoz)

Podrobnejšie výsledky jednorozmerných regresíí, pri ktorých sme použili dummy premenné.

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLp(-1)	0.7467	8.6842	0.000	0.677
rast pr. mes. mzdy(-2)	-0.0038	-1.4702	0.149	
dummy_99q4_1	-0.2212	-4.7362	0.000	
dummy_00q2_1	-0.1268	-2.7088	0.01	

tab.č.1: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLp

dummy\_99q4\_1 – premenná, ktorá obsahuje 1 v 4.kvartáli roku 1994, všade inde má 0

dummy\_00q2\_1 – premenná, ktorá obsahuje 1 v 2.kvartáli roku 2000, všade inde má 0

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLp(-1)	0.5104	5.3926	0.000	0.664
3mesašný bribor(-4)	0.0015	1.3412	0.088	
dummy_00q2_1	-0.1565	-3.2762	0.002	
dummy_00q3_1	-0.1770	-3.4817	0.001	

tab.č.2: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLp

dummy\_00q3\_1 – premenná, ktorá obsahuje 1 len v 3. kvartáli roku 2000, všade inde má 0

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLp(-1)	0.711263	6.643809	0.0000	0.712
cena ropy(-4)	0.000368	2.001624	0.0520	
dummy_99q4_1	-0.194297	-4.297333	0.0001	
dummy_00q3_1	-0.147843	-3.097465	0.0035	
dummy_00q1	-0.018908	-1.868818	0.0688	

tab.č.3: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLp

dummy\_00q1- premenná, ktorá obsahuje 1 od 1. kvartalu roku 2000  
dovtedy má len 0

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLd(-1)	0.627	6.2602	0	0.576
index real. miezd (-3)	-0.0007	-2.1015	0.0416	
dummy_06q1_1	0.0203	1.9849	0.0537	
dummy_99	-0.0094	-2.3585	0.0231	
dummy_01q1_1	-0.0206	-2.0137	0.0505	

tab.č.4: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLd

dummy\_06q1\_1 - premenná, ktorá obsahuje 1 len v prvom kvartáli roku  
2006 všade inde má 0

dummy\_01q1\_1 – premenná, ktorá obsahuje 1 len v prvom kvartáli  
roku 2001

dummy\_99- premenná, ktorá obsahuje 1 len v roku 1999 inde má 0

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLd(-1)	0.359	2.7536	0.009	0.251
rast pr. mes. mzdy (-4)	-0.0014	-2.3808	0.022	
dummy_99	-0.0138	-3.3606	0.002	

tab.č.5: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLd

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLd (-1)	0.4024	3.7035	0.001	0.347
úroková miera (-1)	0.0015	1.8525	0.071	
dummy_99	-0.0112	-2.8927	0.006	

tab.č.6: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLd

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLd(-1)	0.6159	4.4022	0.000	0.491
SKK/EUR (-1)	-0.0005	-1.9178	0.062	
dummy_00q3_1	-0.012	-7.1464	0.000	
dummy_06q4_1	0.4911	2.3663	0.023	

tab.č.7: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLd

dummy\_06q4\_1 - premenná, ktorá obsahuje 1 len v štvrtom kvartáli roku 2006 všade inde má 0

	koeficient	t-štatistika	p-hodnota	R <sup>2</sup>
NPLd(-1)	0.3409	2.592	0.0133	0.19
hdp (-4)	-0.0003	-1.6859	0.0996	
dummy_96q1_1	-0.0098	-2.586	0.0135	

tab.č.8: jednorozmerná regresia, vysvetľovaná premenná- NPLd

Premenná spôsobujúca šok	1. rok (2008 q2)				2. rok (2009q2)			
	jednorozmerná regresia		viacrozmerná regresia		jednorozmerná regresia		viacrozmerná regresia	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
<b>bribor</b>	0,5	0,5	3,7	3,7	1,1	2,6	4,1	6
<b>inflácia</b>	3,6	4,2	5,7	6,4	3,9	4	7,4	7,9
<b>ropa</b>	0,6	0,6	3,7	3,7	5,4	11,2	8,1	15
<b>makroek. šok</b>			5,7	6,4			14,1	23,3

tab.č.9: všetky výsledky dopadov stresových scenárov na NPL indikátor pre sektor podnikov, hodnoty reprezentujú zmenu oproti rovnakému obdobiu pred rokom v percentuálnych bodoch

Premenná spôsobujúca šok	1. rok (2008 q2)				2. rok (2009 q2)			
	jednorozmerná regresia		viacrozmerná regresia		jednorozmerná regresia		viacrozmerná regresia	
	verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára		verzia scenára	
	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná	mierna	silná
<b>SKK/EUR</b>	1,3	1,9	2	3	0,9	1,6	0,5	1
<b>bribor</b>	0	0	0,9	1	0,2	0,4	0,1	0,3
<b>rast pr. mesač. mzdy</b>	0,4	0,5	0,8	0,8	1	1,4	1	1,4
<b>makroek. šok</b>			2	3,1			1,6	2,7

tab.č.10: všetky výsledky dopadov stresových scenárov na NPL indikátor pre sektor domácností, hodnoty reprezentujú zmenu oproti rovnakému obdobiu pred rokom v percentuálnych bodoch