

Analýza integrovaného trhového a kreditného rizika na príklade bankového sektora na Slovensku

Theodore BARNHILL* – Ľubomíra GERTLER – Rudolf SIVÁK**

Integrated Market and Credit Risk Analysis in the Banking Sector in Slovakia

Abstract

The research uses a portfolio simulation approach (further only PSA) to analyze an integrated market and credit risk of Slovak banks. The model allows us to analyze the relationship between financial environment volatility and the potential losses faced by financial institutions operating in Slovakia due to correlated market and credit risks. In the current study, we apply the model to a set of three (hypothetical) banks operating in Slovakia. The proposed simulation model explicitly links changes in interest rates, foreign exchange rates and sector of GDP in Slovakia, with the distribution of possible future capital ratios of the Slovak hypothetical banks. The model discussed in the article does not aim at evaluating the current state of the financial risk measurement methods in the banking sector in Slovakia, thus it proposes a methodology of how to solve the relations between market risk and credit risk measurements in the specific bank portfolio.

Keywords: *portfolio simulation, market risk, credit risk, financial lending, banking risk*

JEL Classification: C15, G11, G21

Úvod

S postupným zavádzaním pravidiel obozretnosti podnikania bánk a potrebou dodržiavania podmienok kapitálovej primeranosti je z hľadiska merania rizikovej pozície bánk podľa novej kapitálovej dohody z Bazileja (tzv. Basel II) potrebné skúmať, merať a vyhodnocovať jednotlivé druhy finančných rizík v bankách. Reálne, v súvislosti s prijatou kapitálovou dohodou Basel II, ide o modelovanie

* Theodore BARNHILL, The George Washington University, Department of Finance, 21 F Street, Washington DC, USA; e-mail: barnhill@gwu.edu

** Ľubomíra GERTLER – Rudolf SIVÁK, Ekonomická univerzita v Bratislave, Národohospodárska fakulta, Katedra financií, Dolnozemská cesta 1, 852 35 Bratislava 5; e-mail: lugertler@hotmail.com; sivak@euba.sk

a analyzovanie trhových a kreditných rizík ako samostatných faktorov, ktoré ovplyvňujú celkovú rizikovú pozíciu banky.

Z hľadiska nových prístupov v modelovaní finančných rizík podľa prijatej Basel II zatiaľ absentuje prístup merať finančné riziká ako navzájom sa ovplyvňujúce premenné v portfóliu banky [1]. Metodológia simulácie portfólia založená na meraní integrovaného trhového a kreditného rizika v bankách [2] bola vyvinutá a aplikovaná na príklade niektorých krajín s rozvinutou trhovou ekonomikou [3]. Tieto ekonomiky poskytujú pre takéto skúmanie výbornú údajovú základňu z hľadiska historických časových radov. Analýza uskutočnená v tomto príspevku nie je zameraná na zhodnotenie súčasného stavu používaných metód merania trhových a kreditných rizík v bankovom sektore na Slovensku, ani nemá za úlohu analyzovať aktuálny vývoj finančného sektora na Slovensku. Naopak, jej cieľom je charakterizovať jeden z modelov merania finančných rizík, ktorý sa využíva v bankovej praxi v ekonomicky vyspelých krajinách, uviesť jeho výhody a nevýhody, a poukázať na možnosti aplikovať model merania integrovaného trhového a kreditného rizika vo finančnom prostredí na Slovensku. Model vo svojej podstate je nadčasový a poskytuje celú bázu vzťahov, ktoré môžu slúžiť ako východisko na rozličné analýzy a postupy merania finančných rizík v bankovej praxi (najmä v ekonomike SR, ale aj v iných obdobných ekonomikách).

Hlavné výhody metodológie simulácie portfólia, ktorá meria integrované trhové a kreditné riziko portfólií bánk, sú pružnosť použitia modelu na špecifické ekonomické podmienky v danej krajine a analytická vypovedacia schopnosť modelu. K ďalším prednostiam modelu patria tieto:

- metodológiu možno použiť na veľký počet korelovaných premenných, ktoré reprezentujú ekonomické a finančné prostredie konkrétnej krajiny;
- metodológia simulácie portfólia zohľadňuje diverzifikáciu portfólia úverov do rôznych sektorov a odvetví ekonomiky;
- uvedená metodológia je zameraná na štruktúru aktív a pasív v bankách z hľadiska lehoty splatnosti, ako aj na jednotlivé druhy položiek aktív a pasív;
- metodológia simulácie portfólia modeluje rôzne stupne klasifikácie úverového portfólia z hľadiska rizika návratnosti úverov;
- korelovaný vývoj úverovej kvality úverového portfólia banky je simulovaný v rámci vopred modelovaného finančného prostredia, pričom finančné prostredie sa modeluje na základe vývoja vybraných makroekonomických ukazovateľov. Kvalita úverového portfólia banky je v tomto modeli vyjadrená jedným ukazovateľom (ukazovateľ celkovej zadlženosti¹) ktorý pre tento model vyjadruje

¹ V modeli použitý jeden ukazovateľ celkovej zadlženosti – v tomto prípade vyjadrený ako pomer cudzích zdrojov k celkovým aktívam – vytvára zjednodušujúci predpoklad o hodnotení úverovej kvality portfólia banky.

úverovú kvalitu klientov simulovanej banky. Vzťah medzi finančným prostredím a kvalitou úverového portfólia banky dokumentuje pohyb, resp. zmeny ukazovateľa celkovej zadlženosti v závislosti od zmien modelovaných vybraných premenných finančného prostredia.

V navrhnutom modeli sme použili tri banky fungujúce na Slovensku, ktoré sa vyznačovali odlišnosťami v niektorých významných oblastiach tak v štruktúre úverového portfólia z hľadiska úverového rizika (banka 3 prešla významnou štrukturálnou zmenou v portfóliu), ako aj v širokej škále poskytovaných produktov (banka 1 disponuje diverzifikovanou štruktúrou aktív z hľadiska trhovej špecializácie, banka 2 má portfólio sústredené do dvoch typov investícií).

Z hľadiska praktického uplatnenia modelu integrovaného trhového a kreditného rizika možno uviesť niektoré výhody použitia modelu z pohľadu regulátora (NBS), ako aj z hľadiska samotného procesu riadenia rizika v komerčnej banke. Ide o:

- odhad pravdepodobnosti zlyhania bánk, resp. pravdepodobnosti zhoršenia ich finančnej situácie v budúcnosti (princíp včasného varovania);
- definovanie a vyhodnotenie úspešnosti použitia alternatívnych stratégií uplatňovaných v procese riadenia rizika v banke;
- stanovenie postupov na výpočet kapitálových požiadaviek;
- analýzu systémového rizika celkového bankového sektora v krajine, to znamená posúdenie možností simultánneho zlyhania viacerých bánk.

V tomto príspevku sme využili model simulácie portfólia na príklade bánk fungujúcich na slovenskom bankovom trhu. Zámerom bola analýza vplyvu meniaceho sa kreditného rizika na výsledné modelované pravdepodobnostné rozdelenie ukazovateľov kapitálovej sily banky v závislosti od zmeny štruktúry portfólia banky. Simuláciu sme uskutočnili na príklade troch bánk v SR.

Použitím metódy *Value at Risk* (ďalej len VaR) išlo o definovanie pravdepodobnostného rozdelenia ukazovateľov kapitálovej sily bánk a stanovenie hodnoty VaR v rôznych intervaloch spoľahlivosti – pravdepodobnosti, že ukazovateľ kapitálovej sily neklesne pod určitú simulovanú hodnotu. Uvedená analýza môže slúžiť aj ako východisko rozpracovania použitého modelu na meranie systémového rizika bankového sektora na Slovensku.

1. Popis modelu

Model merania korelovaného trhového a kreditného rizika má viaceré realizačné fázy [4]. V prvej fáze meranie rizika závisí od merania volatility trhového prostredia. Tá je meraná odhadom stochastických volatilít a korelácií zvolených ekonomických indikátorov, ktoré reprezentujú finančné prostredie v krajine. Druhá fáza modelu zohľadňuje štruktúru úverového portfólia banky.

Finančné prostredie, podmienky, v ktorých sa aktíva a pasíva banky budú prehodnocovať a modelovať, je vyjadrené korelovanými náhodnými premennými. Model je použitý na simuláciu budúceho finančného prostredia ako rozdelenia možných budúcich scenárov, kde každý scenár je reprezentovaný zmenami v skupine korelovaných premenných. Tie dokumentujú finančné prostredie krajiny a zmeny v štruktúrach portfólií jednotlivých bánk (štruktúra úverového portfólia banky, všeobecná štruktúra aktív a pasív banky). Pri každom „spustení“ scenára simulácie sa modeluje nové finančné prostredie a riziko úverového portfólia. Toto riziko je vyjadrené modelovaním ratingových kategórií pre jednotlivé úvery, určením miery pravdepodobnosti defaultu a miery pravdepodobnosti ozdravenia sa z kategórie stratových úverov.

Výsledky z modelu sú použité na odhad korelovaných hodnôt finančných aktív banky. Zároveň po uskutočnení veľkého počtu simulácií je výstupom aj rozdelenie hodnôt portfólia banky.

Pre každý scenár simulácie sa hodnota portfólia banky vypočítava zo štruktúry aktív a pasív podľa nasledovného vzorca:

$$MVE_t = \sum_{i=1}^n A_{i,t} - \sum_{j=1}^m L_{j,t} \quad (1)$$

kde

MVE_t – simulovaná tržová hodnota vlastného imania banky v čase t ,

$A_{i,t}$ – tržová hodnota i -tého aktíva v čase t ; táto hodnota dokumentuje úverovú kategóriu daného aktíva v súvahe banky už po zohľadnení jednotlivých scenárov simulovaných ekonomických ukazovateľov finančného prostredia,

$L_{j,t}$ – tržová hodnota j -tého pasíva v čase t ; je výsledkom meniacej sa štruktúry pasív súvahy banky už po zohľadnení jednotlivých scenárov simulovaných ekonomických ukazovateľov finančného prostredia.

V modeli sa predpokladá, že v simulovanom čase (t , j. jeden rok) sú štruktúra súvahy a portfólia banky konštantné. Každý v modeli spustený scenár prehodnocuje hodnotu portfólia banky tak, že simuluje ukazovatele finančného prostredia spolu so štruktúrou portfólia banky. Výsledkom sú zmeny v hodnotách aktív a pasív banky, ktoré následne ovplyvňujú zmeny v kapitálovej štruktúre banky.

Hlavným výstupom prezentovaného modelu po spustení viacerých simulácií je odhadované rozdelenie hodnôt ukazovateľa kapitálovej sily banky (*capital ratio*)² vyjadrenej pomocou priemeru, štandardnej odchýlky, minimálnej a maximálnej hodnoty.

² Ukazovateľ kapitálovej sily banky je v tomto príspevku definovaný ako základné imanie, výsledok hospodárenia minulých rokov, zákonné a ostatné rezervy a kapitálové fondy v pomere k trhovej hodnote celkových aktív.

Ukazovateľ kapitálovej sily banky určuje nasledujúci vzťah:

$$Capital_Ratio_t = MVE_t / \sum_{i=1}^n A_{i,j} \quad (2)$$

kde

$Capital_Ratio_t$ – simulovaná hodnota ukazovateľa kapitálovej sily banky v čase t .

Výstupom modelu je aj tzv. *Value at Risk output*, na základe ktorého možno analyzovať, ako často klesne ukazovateľ kapitálovej sily banky pod určitú hranicu. Poklesy (potenciálne straty) alebo nárasty ukazovateľa kapitálovej sily sa v každom scenári simulácie odhadujú ako rozdiel medzi začiatočnou hodnotou a simulovanou hodnotou ukazovateľa.

Modelovanie finančného prostredia

Modelovanie finančného prostredia na uskutočnenie simulácie pozostáva z viacerých krokov, a to: modelovanie zmien úrokových sadzieb, modelovanie zmien akciového indexu, výmenných kurzov, indexu spotrebiteľských cien (*curent price index – CPI*) a sektorového HDP. Po samostatnom odhade a modelovaní týchto premenných sa všetky ekonomické ukazovatele simulujú ako navzájom korelované stochastické premenné.

Zmeny v úrokových sadzbách sú modelované použitím modelu podľa autorov Hulla a Whita [8]. Predpokladom tohto modelu je, že úrokové sadzby kopírujú tzv. reverzný trend podľa priemernej hodnoty (*mean-reversion*). Tento trend je vyjadrený reverzným koeficientom, ktorý je závislý od času. Uvedený koeficient predstavuje hodnotu, podľa ktorej sa odhadovaná úroveň úrokovej miery zmení naspäť na priemernú historickú hodnotu.

Matematicky môžeme v modeli odhadovanú zmenu úrokovej sadzby podľa prístupu Hulla a Whita s reverzným koeficientom vyjadriť nasledovne:

$$\Delta r = a \left(\frac{\theta(t)}{a} - r \right) \Delta t + \sigma \Delta z \quad (3)$$

kde

- Δr – rizikovoneutrálny proces, v ktorom sa r mení v čase,
- a – reverzný koeficient, ktorý vyjadruje priemernú mieru, pri ktorej sa r vracia k jej dlhodobému priemeru,
- r – súčasná spojito odúročená krátkodobá úroková miera,
- $\theta(t)$ – neznáma funkcia času, ktorá je zvolená tak, aby bol model konzistentný so začiatočnou hodnotou úrokovej miery,
- $\Delta z = \varepsilon \cdot \sqrt{\Delta t}$ – Wienerov proces, kde ε je náhodná premenná zo štandardného normálneho rozdelenia.

Reverzný koeficient a odhadované hodnoty volatilit σ jednotlivých premených vstupujúcich do modelu sme určili z historického časového radu hodnôt krátkodobých úrokových mier. Pre každú simulovanú spotovú hodnotu úrokovej miery možno simulovať očakávaný výnos bezarbitrážnej úrokovej miery. Tento očakávaný výnos úrokovej miery sme v modeli ďalej použili na stanovenie celkovej hodnoty všetkých bezrizikových položiek aktív a pasív súvahy banky.

Po určení bezrizikového očakávaného výnosu úrokovej miery sme ďalšou simuláciou modelovali hodnotu ostatných rizikových položiek v portfóliu aktív a pasív banky. Každá položka portfólia banky, ktorá má vyššie riziko, ako je bezriziková úroková miera, sa modeluje ako stochastická lognormálna prirážka k bezrizikovej úrokovej miere. Ďalšia položka sa modeluje ako stochastická lognormálna prirážka k rizikovej úrokovej miere z predchádzajúcej kategórie [4].

Akciový index, výmenný kurz, sektorový HDP a index CPI vyjadrené hodnotou S sme simulovali ako stochastické premenné, ktoré sledujú Brownov pohyb, kde očakávaná miera rastu (μ) a volatilita (σ) sú konštantné. Pre diskretný časový moment Δt platí:

$$S + \Delta S = S \exp \left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t} \right] \quad (4)$$

kde

S – spotová cena aktíva,

μ – očakávaná miera rastu, ktorá sa rovná očakávaného výnosu aktíva znížený o dividendový výnos,

σ – volatilita,

Δt – diskretný časový moment,

ε – náhodná premenná zo štandardného normálneho rozdelenia.

Očakávanú hodnotu výnosu akciového indexu (K_m) sme odhadli pomocou nasledovného vzorca:

$$K_m = ((S + \Delta S) / S) + q \quad (5)$$

Očakávaná hodnota výnosu na akciu spoločností sme simulovali použitím jednofaktorového modelu, vyjadreného touto formou:

$$K_i = R_F + \beta_i (K_m - R_F) + \sigma_i \Delta z \quad (6)$$

kde

K_i – očakávaný výnos aktíva i ,

R_F – bezriziková úroková miera,

β_i – systematické riziko aktíva i ,

K_m – simulovaný očakávaný výnos akciového indexu.

Odhadované hodnoty jednotlivých premenných (akciový index SAX, výmenný kurz, index CPI a sektorový HDP), ktoré sú potrebné na kalibráciu a spustenie modelu, boli získané z historických údajov za obdobie 1999 – 2002 z NBS a Štatistického úradu SR.

Všetky uvedené premenné, ktoré reprezentujú finančné prostredie, sme v modeli simulovali ako stochastické premenné, ktoré sú korelované so simulovanou očakávanou bezrizikovou úrokovou mierou. Hull používa n -členné normálne rozdelenie a definuje korelačné koeficienty medzi každou z n simulovaných stochastických premenných. Podľa tohto modelu sme ďalej vypočítali odhady korelovaných náhodných chýb pre dané simulované premenné.

Napríklad pre dvojzložkové normálne rozdelenie:

$$\varepsilon_1 = x_1 \quad (7)$$

$$\varepsilon_2 = \rho x_1 + x_2 \sqrt{1 - \rho^2} \quad (8)$$

kde

x_1 a x_2 – nezávislé náhodné premenné zo štandardného normálneho rozdelenia,

ρ – korelácia medzi dvomi stochastickými premennými,

ε_1 ε_2 – požadované hodnoty z dvojzložkového štandardného normálneho rozdelenia.

Následne ako model vygeneruje viaczožkové rozdelenia zmien hodnôt premenných, každá položka súvahy banky (napríklad úvery alebo ostatné aktíva) sa prehodnotí podľa dosiahnutých výsledkov zo simulácie finančného prostredia.

Modelovanie štruktúry aktív a pasív banky

V tomto kroku simulácie sa každá položka, ktorá je súčasťou portfólia banky (t. j. úvery, dlhopisy a ostatné položky aktív a pasív banky), preceňuje na základe čiastkových výsledkov zo simulovaných hodnôt. Pre bezrizikové aktíva a pasíva, ktoré sú súčasťou portfólia banky, je ich precenenie založené na metóde odhadu súčasných hodnôt pomocou diskontovania budúcich *cash flow* zo simulovanej bezrizikovej úrokovej miery. V prípade položiek denominovaných v cudzej mene boli simulované hodnoty očakávaných výnosov modelované zohľadnením korelačného koeficientu bezrizikovej úrokovej miery s výmenným kurzom tej meny, v ktorej bola daná položka denominovaná (takto model zohľadňuje korelované trhové riziko). Pri úveroch, ktoré sú predmetom kreditného rizika, bolo dôležitým krokom odhadnúť, ako sa mení výška kreditného rizika v závislosti od presunov medzi rôznymi ratingovými kategóriami v každom scenári simulácie (týmto spôsobom model zachytáva meranie korelovaného trhového a kreditného rizika).

Hodnotu úveru v každom scenári simulácie sme vypočítali diskontovaním budúcich *cash flow* simulovaných úrokových mier, ktoré odrážajú výsledky zo

simulovaného úverového ratingu daného klienta. V prípade defaultu klienta je vyplatenie daného úveru dané predpokladanou mierou návratnosti úveru (*default recovery rate*). Vymedzený rámec, ktorý sme použili na odhad stochastických zmien v úverovej kvalite, bol zostavený tak, že úverová kvalita klienta bola určená ako funkcia ukazovateľa zadlženosti a volatility akcie podniku na kapitálovom trhu. V simulácii je každý ukazovateľ zadlženosti závislý od jednotlivých scenárov simulácie. V scenároch bol simulovaný nový ukazovateľ zadlženosti pre každého klienta modelovanej banky. To znamená, že úverové ratingy v modeli sú stochastické a korelované so zmenami ekonomických ukazovateľov simulovaného finančného prostredia.

Štruktúra modelu pozostáva z výberu vhodného časového momentu, v ktorom sa stochastické premenné menia v korelovanom náhodnom procese. Je predpoklad, že očakávané výnosy pri systematickom riziku alebo diverzifikovateľnom riziku podniku (definované ako odchýlka výnosu na akciu od výnosu akciového indexu) a odhadované miery návratnosti úverov nie sú korelované medzi sebou, ani s ostatnými makroekonomickými premennými, ktoré v simulácii vytvárajú scenár. Pri každom spustení scenára simulácie sa generuje nové finančné prostredie (hodnoty korelovaných úrokových mier, výmenných kurzov atď.). V rámci neho sa následne modelujú odhadované hodnoty nesystematického rizika vzťahujúceho sa k jednotlivým podnikom (nediverzifikovateľné riziko), ukazovatele celkovej zadlženosti, rizikové kategórie a miery návratnosti úverov klasifikovaných v kategórii nenávratné. Výsledné informácie simulácie umožňujú definovať zmeny v simulovaných hodnotách aktív a pasív banky. Po veľkom počte realizovaných simulácií sa na konci vygeneruje rozdelenie ukazovateľov hodnoty portfólia banky (v tomto prípade bol za reprezentatívny ukazovateľ zvolený ukazovateľ kapitálovej sily banky). Na základe tohto rozdelenia bolo možné ďalej definovať, resp. analyzovať rizikovú pozíciu banky.

2. Modelovanie trhového a kreditného rizika

Trhové riziko závisí od volatility makroekonomického prostredia v krajine. Všetky premenné ekonomického prostredia, ktoré v príspevku predstavujú finančné prostredie na Slovensku, sú modelované ako náhodné korelované premenné. Korelovaný vývoj trhovej hodnoty úverov podnikom, ukazovateľa celkovej zadlženosti jednotlivých podnikov a rizikové kategórie začlenenia úverov sa simulujú v kontexte modelovaného finančného prostredia. Odhad stochastických volatilít a korelácií premenných finančného prostredia sme uskutočnili na základe použitia štatistického výpočtu štandardnej odchýlky a koeficientov korelácie. Odhadované hodnoty volatilít a korelácií sú konštantné v čase.

Pri modelovaní kreditného rizika boli za určitý časový horizont modelované zmeny klasifikácie úverov do rizikových kategórií v portfóliu banky. Simulácia zmien rizikovej klasifikácie je založená na zmenách premenných finančného prostredia (systematické riziko) a zohľadňuje aj špecifickú finančnú situáciu daného podniku (nesystematické riziko). Finančné prostredie definované v uvedenom modeli je reprezentované určitým počtom vzájomne korelovaných náhodných premenných (pozri predchádzajúci text). Toto prostredie poskytuje základný rámec, v ktorom sú modelované vlastné imania podnikov, ukazovatele celkovej zadlženosti, začlenenie úverov do rizikových kategórií, a s tým súvisiacu migráciu úverov v rámci týchto kategórií. V kontexte spustenia simulácie jedného scenára sa hodnota vlastného imania daného podniku a jeho začlenenie do špecifickej rizikovej kategórie spája so simulovanou očakávanou hodnotou výnosu sektorového akciového indexu (v našom prípade ide o sektorový HDP).

Z dôvodu, aby bolo možné analyzovať a merať kreditné riziko úverov v simulovanom úverovom portfóliu banky, bolo potrebné začleniť (klasifikovať) každý úver do špecifickej rizikovej kategórie. Simulácia zmien, resp. presunov úverov v rámci jednotlivých rizikových kategórií musí vyjadrovať schopnosť podniku plniť si svoje finančné záväzky vyplývajúce z úverových zmlúv. Preto bolo na základe spracovania finančných výkazov o jednotlivých podnikoch možné pomocou finančnej analýzy a posúdenia ekonomickej situácie podniku uskutočniť klasifikáciu do jednotlivých kategórií. Po začlenení podnikov do kategórií podľa veľkosti rizika nesplácania, resp. bankrotu sme uskutočnili analýzu rozdelenia ukazovateľov zadlženosti týchto podnikov v jednotlivých rizikových kategóriách. Táto analýza (meranie kreditného rizika) bola potrebná na simuláciu hodnoty portfólia banky vo vytvorených scenároch finančného prostredia (meranie trhového rizika).

3. Zaradenie úverov slovenských podnikov do rizikových kategórií

Na uskutočnenie analýzy úverového portfólia banky z pohľadu rizika a následné použitie výsledkov z tejto analýzy pri modelovaní rozdelenia ukazovateľov celkovej zadlženosti pre skupinu slovenských podnikov, v členení podľa ich rizikovej klasifikácie, bolo potrebné najskôr rozdeliť podniky do rizikových kategórií. Toto rozdelenie úverov sme uskutočnili na základe klasifikácie úverov do štyroch rizikových kategórií (štandardné, štandardné s výhradou, neštandardné a spoločná kategória pochybných, sporných a nenávratných úverov³).

³ Spojenie štvrtej a piatej rizikovej kategórie podľa klasifikácie NBS (pochybné, sporné a nenávratné) do jednej je možné v našom prípade považovať za správne z dvoch dôvodov:

- posledné dve kategórie sa líšia len v období, počas ktorého sa úver nespláca,
- k dispozícii bola malá vzorka podnikov s úvermi klasifikovanými v kategórii pochybné, sporné.

Pri každom z podnikov sme sa pri finančnej analýze zamerali len na hlavné finančné ukazovatele tak, aby sme boli schopní roztriediť tieto podniky z hľadiska rizika splatenia úveru.⁴

Prehľad výsledného rozdelenia analyzovaných podnikov podľa hlavných zvolených kritérií do rizikových kategórií je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1

Finančná analýza vybraných ukazovateľov pre 80 spoločností, ktorých úvery banky evidujú v portfóliu, a faktory rozdelenia týchto podnikov do jednotlivých rizikových kategórií

Finančný ukazovateľ alebo iné informácie o podniku	Konečné výsledky rozdelenia finančných ukazovateľov podnikov (stredné hodnoty) v %	Riziková kategória
<i>Medziročný nárast tržieb</i>	7.4 3.8 -14.4 -23.0	štandardný štandardný s výhradou neštandardný nenávratný
<i>Podiel pridanej hodnoty na celkových tržbách a jej vývoj v čase</i>	30.4 30.4 14.7 8.2	štandardný štandardný s výhradou neštandardný nenávratný
<i>Podiel prevádzkového zisku na celkových tržbách a jeho vývoj v čase</i>	5.4 0.1 -1.0 -1.8	štandardný štandardný s výhradou neštandardný nenávratný
<i>Ukazovateľ celkovej zadlženosti</i>	43.4 61.7 69.6 84.4	štandardný štandardný s výhradou neštandardný nenávratný

Prameň: Vlastné výpočty.

Vo finančnej analýze podnikov sme brali do úvahy, okrem finančných ukazovateľov z tabuľky 1, aj úverovú históriu dlžníkov a kvalitatívne hodnotenie dlžníkov. Po zadelení podnikov do jednotlivých rizikových kategórií z hľadiska splácania úveru bolo pre ďalšie modelovanie potrebné na základe tohto rozdelenia analyzovať vývoj ukazovateľov zadlženosti v jednotlivých rizikových kategóriách (tab. 2).

Podľa údajov z tabuľky 2 možno konštatovať narastajúci trend ukazovateľov celkovej zadlženosti v závislosti od meniacej sa (narastajúcej) rizikovej kategórie úveru. Na základe tejto skutočnosti možno potvrdiť fakt, že s rastom celkovej

⁴ Do finančnej analýzy boli zaradené tie podniky ktoré boli za obdobie 1999 – 2002 obchodované na burze, a tie, ktoré boli súčasťou akciového indexu SAX. Bolo to z dôvodu, že pri týchto podnikoch bolo možné stanoviť výnos na akciu a tak určiť tržové riziko podľa koeficientu β , ako aj špecifické riziko.

zadlženosti podnikov sa zhoršuje riziková kategória úveru. To do určitej miery vysvetľuje menšiu ochotu bánk financovať vysokozadlžené podniky, resp. neschopnosť vysokozadlžených podnikov splácať existujúce úvery bankám. Výsledkom revolvingovania úverov môže byť potreba bánk zmierniť ich postupné preklasifikovanie do rizikovejších kategórií, až po úroveň stratových.

Tabuľka 2

Štatistické rozdelenie ukazovateľov celkovej zadlženosti tých podnikov, ktorých úvery evidujú analyzované banky vo svojom portfóliu (v členení na jednotlivé rizikové kategórie)

Ratingová kategória	Štandardné	Štandardné s výhradou	Neštandardné	Pochybné sporné. stratové
Počet pozorovaní	24	23	9	24
Priemer	0.433	0.617	0.696	0.844
Medián	0.435	0.576	0.725	0.876
Minimum	0.281	0.349	0.331	0.238
Maximum	0.622	1.144	0.893	1.583
Štandardná odchýlka	0.096	0.186	0.187	0.278
Dolný kvartil	0.349	0.530	0.591	0.740
Horný kvartil	0.526	0.621	0.840	0.962

Prameň: Vlastné výpočty.

Priemerná hodnota ukazovateľa celkovej zadlženosti v skupine úverov klasifikovaných ako štandardné je 0,433; v prípade úverov klasifikovaných ako štandardné s výhradou má hodnotu 0,617. V kategórii úverov klasifikovaných ako neštandardné bola priemerná hodnota ukazovateľa zadlženosti mierne vyššia 0,694. Podniky s úvermi klasifikovanými ako pochybné, sporné a nenávratné dosiahli priemernú hodnotu ukazovateľa zadlženosti 0,844. V modeli predpokladáme, že nad touto hodnotou sú všetky úvery klasifikované ako nenávratné (stratové). Pri týchto úveroch (riziková kategória stratových úverov) sme predpokladali, že v istom časovom horizonte existuje určitá pravdepodobnosť vymoženia nejakej čiastky z týchto úverov. Táto pravdepodobnosť (*default recovery rate*) bola v modeli stanovená na hodnotu 0,25 so štandardnou odchýlkou 15 %. V simulácii sme okrem priemernej hodnoty ukazovateľov zadlženosti, ktoré dosahovali podniky v jednotlivých rizikových kategóriách, odhadli aj pásma, v ktorých môžu tieto ukazovatele fluktuovať. Uskutočnili sme to na základe hodnôt získaných v spodných a horných kvartiloch rozdelenia ukazovateľov zadlženosti v jednotlivých rizikových kategóriách. Na účely simulácie predpokladáme, že (tak ako je to uvedené v tab. 2) pre úvery kategorizované ako štandardné dosahuje priemerná hodnota ukazovateľa celkovej zadlženosti 43,3 %, pričom maximálna hodnota celkovej zadlženosti, pri ktorej môže byť úver kategorizovaný ako štandardný, môže byť 52,6 %.

Nad túto hodnotu sa úver presúva do kategórie štandardný s výhradou, kde priemerná hodnota celkovej zadlženosti dosahuje úroveň 61,7 %. Pri poklese pod hranicu 53 % sa úver presúva do kategórie štandardný a po prekročení hranice 62,1 % sa úver presúva do kategórie neštandardný. Minimálna hodnota zadlženosti, keď sa úver stáva nenávratným, je hodnota 84 %.

4. Simulované ukazovatele kapitálovej sily analyzovaných bánk

Výsledky simulácie ukazovateľov kapitálovej sily bánk uvádzame v tabuľkách 3 a 4.

Tabuľka 3

Štatistické rozdelenie simulovaných ukazovateľov kapitálovej sily analyzovaných bánk

Simulované hodnoty ukazovateľa capital ratio							
	<i>priemer</i>	<i>štand. odchýlka</i>	<i>maximum</i>	<i>minimum</i>	<i>99 % VaR</i>	<i>97.5 % VaR</i>	<i>95 % VaR</i>
<i>Banka 1</i>	0.1337	0.0073	0.1656	0.1107	0.1172	0.1199	0.1219
<i>Banka 2</i>	0.1002	0.0310	0.2705	-0.0044	0.0358	0.0447	0.0525
<i>Banka 3</i>	0.1434	0.0560	0.2540	-0.0578	0.0036	0.0218	0.0438

Prameň: Vlastné výpočty.

Tabuľka 4:

Štatistické rozdelenie výsledkov simulovaných hodnôt zmien ukazovateľov kapitálovej sily analyzovaných bánk

Zmena v ukazovateli capital ratio (%)				
	<i>priemer</i>	<i>štand. odchýlka</i>	<i>maximum</i>	<i>minimum</i>
<i>Banka 1</i>	0.2885	0.0703	0.5954	0.0668
<i>Banka 2</i>	0.1610	0.3593	2.1326	-1.0514
<i>Banka 3</i>	-0.0291	0.3794	0.7197	-1.3911

Poznámka: Simulácia bola uskutočnená na báze sledovania zmien za obdobie jedného roka.

Prameň: Vlastné výpočty.

Na základe vypočítaných údajov možno formulovať nasledovné závery:

Banka 1 je zo všetkých troch analyzovaných bánk najsilnejšou bankou z pohľadu rizikovej pozície. Priemerná hodnota simulovaného ukazovateľa kapitálovej sily (*capital ratio*) tejto banky je 13,4 % (pôvodná hodnota bola 10,3 %). To znamená, že táto banka má v priemere najväčšiu hodnotu simulovaného výnosu na vlastný kapitál – nárast o 28,8 % v porovnaní s pôvodnou hodnotou. Z hľadiska budúceho rastu tejto banky, súčasného vybavenia vlastným kapitálom a štruktúry úverového portfólia možno túto banku považovať za stabilnú.

Na hodnote 99 % VaR definovanej v rámci simulovaného finančného prostredia v SR je ukazovateľ kapitálovej sily banky takmer na pôvodnej úrovni ukazovateľa kapitálovej sily (99 % VaR predstavuje výšku ukazovateľa kapitálovej

sily v hodnote 11,7 %). Analýza VaR ukazuje, že pravdepodobnosť budúceho zlyhania analyzovaných bánk za stavu daného simulovaného finančného prostredia v krajine je nízka. Táto banka má celkovo symetrické rozdelenie ukazovateľov kapitálovej sily okolo ich priemernej hodnoty.

Zaujímavou črtou tejto banky v porovnaní s ostatnými dvomi bankami je priaznivá štruktúra aktív z hľadiska diverzifikácie do rôznych oblastí podnikania: 40 % aktív tvoria tzv. bezrizikové úvery (investície do štátnych cenných papierov), 28 % tvoria úvery podnikom, 24 % predstavujú zahraničné úvery. Treba však poznamenať, že táto priaznivá diverzifikácia aktívnych operácií banky sa uskutočňuje len za danej situácie v ekonomike v SR (hypotekárne a spotrebné úverovanie sa rozvinulo len nedávno a investície do akcií tvoria zanedbateľnú časť aktív z dôvodu nefunkčného kapitálového trhu). Banka disponuje veľmi dobrou kvalitou úverového portfólia – len 1,2 % z celkových úverov predstavujú úvery v kategórii stratových (nenávratné). Z hľadiska celkovej diverzifikácie úverového portfólia podľa odvetví v ekonomike je možné pozorovať, že banka rozdelila do piatich odvetví viac ako 10 % úverov podnikom. Banka nevedie vo svojich aktívnych operáciách žiadne spotrebné, ani hypotekárne úvery, preto sme toho názoru, že za predpokladu rozšírenia produktového portfólia by bola schopná ešte viac posilniť svoju pozíciu na bankovom trhu, a tak dosiahnuť ešte lepšiu diverzifikáciu svojich aktív.

Z hľadiska dosahovanej priemernej hodnoty percentuálnej zmeny ukazovateľa kapitálovej sily možno výborné výsledky pozorovať aj v prípade druhej banky – **banka 2** – nárast o 16 %. Napriek tomu, že táto banka vykazuje vysoký podiel nenávratných úverov na celkovom objeme úverov (22,8 %), tento fakt výrazne neovplyvňuje celkové simulované ukazovatele kapitálovej sily, pretože hodnota úverov na celkových aktívach predstavuje približne len 11 %. Čo sa týka štruktúry aktív banky, tie obsahujú hlavne bezrizikové úvery (investície do štátnych cenných papierov). Veľký podiel bezrizikových investícií na celkových aktívach v simulácii priaznivo ovplyvňuje celkovú modelovanú profitabilitu banky.

Nízka úroveň ukazovateľa kapitálovej sily dosiahnutá pred simuláciou posúva rozdelenie simulovaných hodnôt ukazovateľov v porovnaní s **bankou 1** viac k nule. Preto hodnoty VaR pre túto banku vykazujú vyššie hodnoty pravdepodobnosti jej zlyhania. Na druhej strane je potrebné poznamenať, že táto banka medziročne výrazne zvyšuje podiel iných druhov investícií (ako sú hypotekárne alebo spotrebné úvery) na celkových aktívach. S lepšou diverzifikáciou portfólia môže banka 2 dosiahnuť vyššiu profitabilitu v budúcnosti.

Banka 3 značne zmenila štruktúru portfólia. V intervale dvoch rokov sa výrazne zmenil podiel úverov podnikom na celkových aktívach z úrovne 45 % na 23 %. Táto skutočnosť bola dôsledkom jednak presunu časti nenávratných úverov

do konsolidačnej agentúry, jednak zmeny nenávratných úverov na štátne dlhopisy. Uvedenou transakciou, ktorá spočívala v odpísaní celého objemu stratových pohľadávok, sa v banke zvýšil podiel bezrizikových investícií na celkových aktívach a tým sa výrazne ovplyvnila riziková štruktúra aktív. V našej simulácii sme modelovali aktíva banky už po zmene nenávratných úverov na štátne dlhopisy (to znamená až 63 %-ný podiel bezrizikových investícií na celkových aktívach). Je možné pozorovať, že napriek tejto výraznej zmene v štruktúre portfólia banky (z dôvodu zlepšenia rizikovej kvality úverov) sa simulovaný ukazovateľ kapitálovej sily výrazne nezlepšil. Príčinou tejto skutočnosti môže byť, že táto banka má v portfóliu stále vysoké percento stratových úverov (25,8 %) vzhľadom na celkový objem úverov podnikom, ktorý dosahuje 21 % na celkových aktívach. Návratnosť úverov klasifikovaných v kategórii stratových je v simulácii portfólia odhadovaná len malou mierou ozdravenia. Ich výška preto výrazne vplýva na výšku simulovaného ukazovateľa kapitálovej sily banky. Začiatočná hodnota simulovaného ukazovateľa kapitálovej sily banky je stále vysoká (banka v porovnaní s bankou 1 disponuje značným objemom vlastného kapitálu vzhľadom na celkové aktíva). Vysoký objem vlastného kapitálu mohol byť spôsobený napríklad kapitálovým posilnením banky po vstupe zahraničného investora. Z hľadiska budúcnosti by mohlo byť zaujímavou analýzou porovnanie simulovaných ukazovateľov kapitálovej sily bánk v dvoch obdobiach, ktoré sa líšia zmenou vlastníka, a tak ovplyvňujú nielen celkovú štruktúru aktív a pasív, ale aj celkovú rizikovú pozíciu banky.

Simuláciu portfólia na účely analýzy rozdelenia simulovaných ukazovateľov kapitálovej sily banky je možné rozšíriť v prípade, ak by boli k dispozícii informácie o štruktúre aktív a pasív bánk z viacerých rokov. Takéto rozšírenie analýzy by umožnilo porovnať, resp. definovať zmeny v štruktúre portfólia banky a zmeny vo finančnom hospodárení banky v období transformácie ekonomiky SR.

Záver

Navrhnutý a použitý model simulácie portfólia reprezentuje novú metodológiu modelovania korelovaného trhového a kreditného rizika v portfóliu bánk. Z hľadiska merania trhového rizika umožňuje tento model modelovať finančné prostredie krajiny ako súbor vybraných korelovaných náhodných premenných. Vo vzťahu k meraniu korelovaného trhového a kreditného rizika je zrejma schopnosť modelu simulovať štruktúru, diverzifikáciu a rizikové rozloženie portfólia jednotlivých bánk ako funkciu všetkých modelovaných premenných, ktoré reprezentujú ukazovatele finančného prostredia krajiny, alebo ukazovatele systematického a nesystematického rizika.

Empiricky sme na základe analýzy simulácie portfólia bánk zistili, že:

1. Simulované finančné prostredie SR je veľmi blízke reálnemu stavu v ekonomike SR (vyjadreného historickými časovými radmi získaných ekonomických ukazovateľov o hospodárstve SR).

V prípade celkového odhadu volatility finančného prostredia (reprezentovaného súborom nami vybraných veličín – úrokové miery, výmenné kurzy, index CPI, index SAX a HDP podľa odvetví) bola priemerná odchýlka simulovaných hodnôt od pôvodne odhadovaných vo výške 0,003. V prípade definovania koeficientov korelácie medzi jednotlivými veličinami bola priemerná odchýlka simulovaných hodnôt od pôvodných v rozsahu 0,0007. Tieto odchýlky považujeme za relatívne malé. Môžeme preto konštatovať, že medzi simulovanými scenármi a použitými hodnotami o finančnom prostredí sú veľmi malé rozdiely, a preto simuláciu považujeme za úspešnú.

2. Z hľadiska podstupovaného rizika nesplatenia je úverová kvalita portfólia banky signifikantným faktorom rizika v modeli simulácie portfólia.

Banky schopné „znášať“ vyššie riziko neplatenia zo strany klienta (vyššie objemy poskytnutých úverov alebo úverov klasifikovaných ako nenávratných vzhľadom na celkové aktíva) vykazujú nižšie riziko problémov ako banky s nižšou kvalitou úverového portfólia.

3. Diverzifikácia rizika je dôležitým faktorom, ktorý je potrebné brať do úvahy v procese riadenia rizika v banke.

Je zrejmé, že na príklade bankového sektora v ekonomike SR ako v transformujúcej sa ekonomike je možné merať výhody dosiahnuté z diverzifikácie rizika v bankách až po uplynutí určitého obdobia. V modeli simulácie portfólia aplikovanom na podmienky v SR sme nevyužili všetky možné investičné príležitosti banky. V modeli je ešte priestor na realizovanie ďalších možností diverzifikácie rizika slovenských bánk v prípade zohľadnenia niektorých dôležitých trhov z hľadiska investícií bánk. Ide napríklad o trh s nehnuteľnosťami, s komoditami alebo s akciami. Výsledky rozdelenia ukazovateľov kapitálovej sily troch analyzovaných bánk, ktoré boli získané pomocou metodológie simulácie portfólia, sú v súlade s názorom autorov, že tento model predstavuje vhodný nástroj na analýzu rizikovej pozície jednotlivých bánk.

Literatúra

- [1] BARNHILL, T. – GLEASON, K.: Comments of the New Basel Capital Accord: The Crucial Importance of Conceptual Framework. [Working Paper.] Washington, DC: George Washington University máj 2001.
- [2] BARNHILL, T. – MAXWELL, W.: Modeling Correlated Market and Credit Risk in Fixed Income Portfolios. *Journal of Banking and Finance*, 26, 2002, č. 2 – 3, s. 347 – 374.

- [3] BARNHILL, T. – PAPAPANAGIOUTOU, P. – SCHUMACHER, L.: Measuring Integrated Market and Credit Risk in Bank Portfolios: An Application to a Set of Hypothetical Banks Operating in South Africa. *Finance Markets Institutions & Instruments*, 11, 2002, č. 5, s. 401 – 443.
- [4] BARNHILL, T.: *ValueCalc 2.0: Global Portfolio Risk Management Software*. Montreal: FinSoft Inc. 1998.
- [5] Basle Committee on Banking Supervision: *Credit Risk Modeling: Current Practice and Applications*. Bazilej: Bank of International Settlement april 1999.
- [6] GERTLER, Ľ.: Selected Problems in Estimating Firm-specific Risk in Companies in Slovakia. *Nová ekonomika*, 4, 2005, č. 2, s. 31 – 36.
- [7] HULL, J. – WHITE, A.: One-factor Interest Rate Models and Valuation of Interest Rate Derivative Securities. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1993, č. 28, s. 235 – 254.
- [8] HULL, J. – WHITE, A.: Numerical Procedures for Implementing Term Structure Models I: Single-factor Models. *Journal of Derivatives*, Fall 1994, s. 7 – 16.
- [9] JORION, P.: *Value at Risk. The New Benchmark for Managing Financial Risk*. 2. vydanie. New York: McGraw-Hill 2001.
- [10] MERTON, R. C.: On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rate. *Journal of Finance*, 29, 1995, č. 2, s. 449 – 470.
- [11] SIVÁK, R.: Objektívne a subjektívne faktory merania investičného rizika. *Ekonomický časopis/Journal of Economics*, 49, 2001, č. 3, s. 559 – 578.
- [12] SIVÁK, R. – GERTLER, Ľ.: Aplikácia simulácie portfólia na meranie finančných rizík. In: *Řízení a modelování finančních rizik. [Zborník Vybraných příspěvků z 2. mezinárodní konference.]* Ostrava: VŠB, Technická univerzita Ostrava, september 2004, s. 307 – 311.
- [13] TUCKER, A. L. – BECKER K.G. – ISIMBABI, M. J. – OGDEN, J. P.: *Contemporary Portfolio Theory and Risk Management*. New York: West Publishing Company 1994.