

# Prílohy k Analýze slovenského finančného sektora

2019

# OBSAH

<b>1</b>	<b>Metodológia merania rizík a stresového testovania</b>	<b>2</b>
1.1	Výpočet Value at Risk (VaR) pre trhové riziká	2
1.2	Výpočet kreditného rizika	4
1.3	Výpočet úrokového rizika	8
1.4	Predpoklady a parametre stresového testovania	13

# 1 Metodológia merania rizík a stresového testovania

## 1.1 Výpočet Value at Risk (VaR) pre trhové riziká

Metóda VaR je založená na odhadnutí štatistického rozdelenia možných ziskov, resp. strát súčasného portfólia. Následne sa z tohto rozdelenia vyberie kvantil na požadovanej hranici spoľahlivosti (napr. 99 %), a táto hodnota predstavuje stratu, ktorú s určitou pravdepodobnosťou a v určitom čase portfólio nepresiahne.

Pri výpočte VaR sa predpokladá, že rozdelenie zmien trhových faktorov možno odhadnúť pomocou normálneho rozdelenia s časovo premenlivou kovariančnou maticou. Pri modelovaní zmien volatilit predpokladáme, že volatilita  $\sigma^2$  zmien trhového faktora  $i$  v čase  $t$  je ovplyvnená volatilitou v čase  $t - 1$  a veľkosťou zmeny  $\varepsilon$  trhového faktora v čase  $t$ , t. j.

$$r_t = c_1 + \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$
$$\sigma_t^2 = \omega + \beta \sigma_{t-1}^2 + \alpha \varepsilon_t^2$$

Ekvivalentne možno tento výpočet volatility považovať za výpočet s exponenciálne klesajúcimi váhami pri historických zmenách trhových faktorov. Analogicky boli modelované aj korelácie. Na základe tohto modelu bola odhadnutá kovariančná matica k príslušnému dňu. Uvedený spôsob odhadovania kovariančnej matice zmien trhových faktorov dokáže pomerne flexibilne reagovať na zmeny volatility na finančných trhoch, čo je hlavnou výhodou tohto prístupu výpočtu VaR. Na výpočet VaR boli potom použité Monte Carlo simulácie 500 scenárov, generované z viacrozmerného normálneho rozdelenia s odhadnutou kovariančnou maticou.

Na odhad parametrov  $\alpha_i$  a  $\beta_i$  bol použitý viacrozmerný BEKK-GARCH(1,1) model. Rovnica pre odhad kovariančnej matice  $\Sigma_t$  v tomto modeli má nasledujúci tvar:

$$\Sigma_t = C^T C + A^T \Sigma_{t-1} A + B^T \varepsilon_t \varepsilon_t^T B,$$

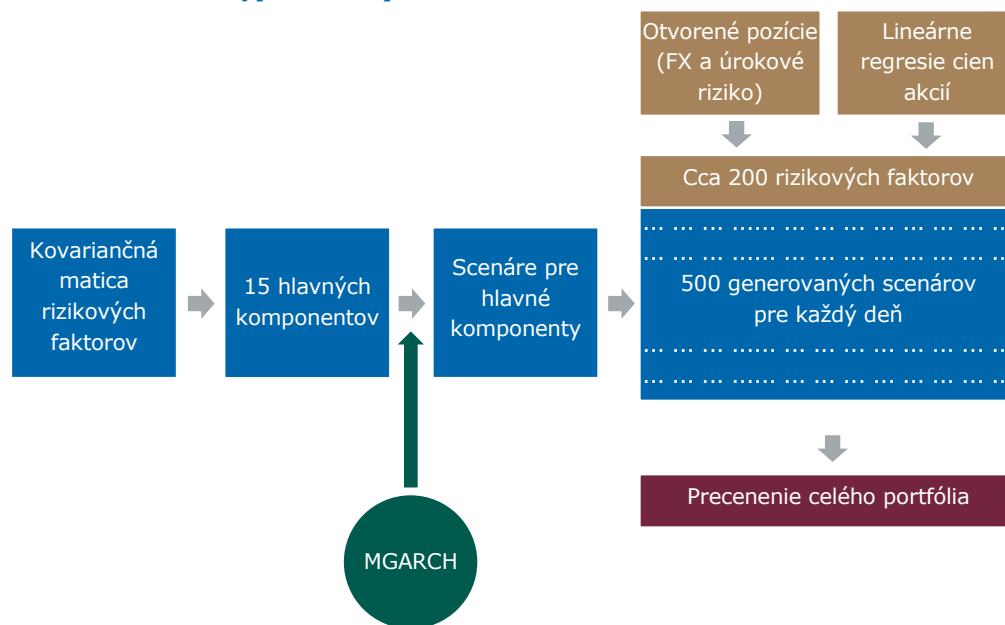
kde  $A$ ,  $B$  a  $C$  sú štvorcové matice parametrov, pričom  $C$  je horná trojuholníková matica.

Keďže pri výpočte bolo použitých približne 200 trhových faktorov, dimenzia bola znížená transformáciou pomocou metódy hlavných komponentov. Uvedený viacrozmerný GARCH model bol odhadnutý len pre 15 najvýznamnejších hlavných komponentov a získaná kovariančná matica bola spätnou

transformáciou pretransformovaná do pôvodných trhových faktorov. Pri investíciách do akcií a podielových listov boli najprv pomocou lineárnych regresíí odhadnuté vystavenia voči jednotlivým trhovým faktorom.

Celková schéma výpočtu VaR pre trhové riziká je zobrazená na nasledujúcom obrázku:

**Schéma 1 Schéma výpočtu VaR pre trhové riziká**



Zdroj: NBS

## 1.2 Výpočet kreditného rizika

V prípade kreditného rizika sa modeluje globálne zhoršenie ekonomiky a vplyv tohto zhoršenia na úvery poskytnuté podnikom a obyvateľstvu. Kvôli rozdielnym vlastnostiam úverov poskytnutých podnikom a obyvateľstvu, resp. rôznym zdrojom dát pre výpočet kreditného rizika, sa použili dva rôzne modely pre tieto dva typy úverov.

### 1.2.1 Kreditné riziko podnikov

Na odhad kreditného rizika podnikov v bankovom sektore sa využili údaje z kreditného registra. Na základe štvrťročných údajov o počte zlyhaných úverov a celkovom počte poskytnutých úverov od obdobia 3. Q 2000 sa vytvorili časové rady ročnej miery zlyhania podnikových úverov v 18 sektoroch. Ročná miera zlyhania sa vypočítala ako

$$RMZ_{t,i} = \frac{\sum_{j=t-3}^t PZU_{j,i}}{PPCU_{t-3,t,i}},$$

kde  $RMZ_{t,i}$  je ročná miera zlyhania sektora  $i$  v kvartáli  $t$ ,  $PZU_i$  je počet novozlyhaných úverov v sektore  $i$  v kvartáli  $t$  a  $PPCU_{t-3,t,i}$  je priemerný počet úverov v sektore  $i$  za štvrťroky  $t-3$  až  $t$  (priemerný počet úverov za rok končiaci kvartálom  $t$ ). Nakoľko kvôli pomerne krátkej dĺžke časových radov sa nedá efektívne pracovať s 18 sektormi, jednotlivé sektory sa rozdelili do troch kategórií v závislosti od ich citlivosti na ekonomický cyklus. Na toto rozdelenie sa použila ekonomická teória a jednoduchá regresia v tvare

$$\Delta_{-4}RMZ_{t,i} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta R\_HDP_{t-j} + dummy + \varepsilon_t,$$

pričom  $\Delta_{-4}RMZ_{t,i} = RMZ_{t,i} - RMZ_{t-4,i}$  je medziročná zmena miery zlyhania,  $\Delta R\_HDP_{t-j} = R\_HDP_{t-j} - R\_HDP_{t-1-j}$  je štvrťročná zmena kumulatívneho ročného rastu HDP s oneskorením o  $j$  kvartálov a  $dummy$  premenná bola použitá na zohľadnenie metodických zmien týkajúcich sa vykazovania zlyhaných úverov v sledovanom období. Rozdelenie sektorov do jednotlivých kategórií (necitlivé sektory na ekonomický cyklus, citlivé sektory na ekonomický cyklus a veľmi citlivé sektory na ekonomický cyklus) je zosumarizované nižšie (tabuľka 1).

**TABUĽKA 1 ROZDELENIE PODNIKOVÝCH SEKTOROV DO JEDNOTLIVÝCH KATEGÓRIÍ PODĽA CITLIVOSTI NA EKONOMICKÝ CYKLUS**

Necitlivé sektory	Citlivé sektory	Veľmi citlivé sektory
Drevársky priemysel	Chemický priemysel	Doprava
Materiály	Služby	Elektrotechnický priemysel
Ťažobný priemysel	Telekomunikácie	Nehnutelnosti
Verejný sektor	Utility	Obchod
		Poľnohospodárstvo
		Potravinársky priemysel
		Rekreácia
		Stavebníctvo
		Strojársky priemysel
		Textilný priemysel

Zdroj: NBS

Ďalej sa pracovalo s agregovanými údajmi<sup>1</sup> o ročnej miere zlyhania jednotlivých kategórií. Na modelovanie závislosti ročnej miery zlyhania od makroekonomických faktorov sa použili ako vysvetľujúce endogénne premenné rast hrubého domáceho produktu ( $R\_HDP$ ), miera inflácie ( $HICP$ ) a medzibanková sadzba (trojmesačný BRIBOR, resp. EURIBOR,  $MBS$ ), ako vysvetľujúce exogénne premenné sa použili základná sadzba NBS, resp. ECB ( $ZS$ ), výmenný kurz eura voči doláru a vážený priemer (vážený relatívnou exportnou váhou) rastu HDP hlavných exportných partnerov (Nemecko, Česká republika, Taliansko, Rakúsko, Poľsko, Francúzsko a Maďarsko,  $R\_HDP_{EXP}$ ). Do modelu vstupovali medzikvartálne zmeny vysvetľujúcich premenných.

Na modelovanie závislosti sa použil logit model, teda sa predpokladalo, že ročná miera zlyhania je logistickou funkciou tzv. sektorovo-špecifického indexu, ktorý závisí od vyššie uvedených makroekonomických faktorov. Použitý model je možné popísať nasledovnými rovnicami:

$$RMZ_{i,t} = \frac{1}{1 + e^{-y_{i,t}}}, \quad i \in \{\text{Necitlivé sektory}, \text{Citlivé sektory}, \text{Veľmi citlivé sektory}\}$$

pričom  $y_{i,t}$  je sektorovo-špecifický index pre kategóriu  $i$ ,

<sup>1</sup> Spôsob výpočtu agregovanej ročnej miery zlyhania je totožný s výpočtom ročnej miery zlyhania pre jednotlivé sektory, teda celkový počet novozlyhaných úverov sa vydělil priemerným počtom poskytnutých úverov v danom roku.

$$\Delta_{-4}y_{t,i} = \beta_0 + \beta_{i,1}\Delta_{-4}y_{t-1,i} + \sum_{j=0}^6 B_{i,t-j}X_{t-j} + dummy + u_{i,t},$$

$$X_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 X_{t-1} + \Gamma_2 Z_{t-1} + v_t,$$

$$X_t = [\Delta R\_HDP_t, \Delta HICP_t, \Delta MBS_t]^T,$$

$$Z_t = [\Delta ZS_t, \Delta EUR/USD_t, \Delta R\_HDP_{t,EXP}]^T.$$

Ďalej sa predpokladalo, že disperzie  $u_{i,t}$ ,  $v_t$  sú normálne rozdelené, neautokorelované náhodné premenné s nenulovou koreláciou, teda že

$$E_t = \begin{pmatrix} u_t \\ v_t \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma) \quad \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_u & \Sigma_{u,v} \\ \Sigma_{v,u} & \Sigma_v \end{bmatrix}.$$

Koeficienty modelu sa odhadli pomocou metódy zdanlivo nezávislých regresíí (metóda SUR).

Ako odhad pravdepodobnosti zlyhania úveru pre jednotlivé kategórie sektorov na účel stresového testovania sa použili odhady ročnej miery zlyhania jednotlivých kategórií pri vopred zafixovanom vývoji daných makroekonomických veličín (ktorých hodnota bola odhadnutá v závislosti od daného scenára pomocou štrukturálneho makroekonomického modelu NBS<sup>2</sup>). Odhadnuté pravdepodobnosti zlyhania jednotlivých typov podnikových úverov sa následne využili na vyčíslenie straty zo zlyhaných podnikových úverov pomocou tzv. bootstrappingu.

V rámci tejto simulácie sa v každej perióde rozhoduje, či daný úver v danej perióde zlyhá, alebo nie. Každý jeden úver vstupujúci do výpočtu stresového scenára zlyhá s pravdepodobnosťou stanovenou vyššie uvedeným spôsobom. V prípade, že daný úver v danej perióde zlyhá, v nasledujúcej perióde nemôže znovu zlyhať, strata zo zlyhania sa započíta v celej miere len do aktuálnej periódy. Takýmto spôsobom sa nasimuluje možný objem zlyhaných úverov pre každý scenár 10 000 krát, odhadnutý objem zlyhaných úverov sa získa priemerovaním výsledkov jednotlivých simulácií pre jednotlivé banky. Celková strata z objemu zlyhaných úverov sa vypočíta ako objem zlyhaných úverov znížený o predpokladanú hodnotu zabezpečenia. Výpočty predpokladajú pokles hodnoty zabezpečenia vzhľadom na zvolený scenár. Na základe expertného odhadu sú zabezpečenia rozdelené na tie, u ktorých predpokladáme pokles hodnoty zabezpečenia v závislosti od zvoleného scenára (napr. zabezpečenie nehnuteľnosťou, zabezpečenie vlastnou bianko zmenkou, atď.) a zabezpečenia,

<sup>2</sup> Bližší popis je uvedený v Reľovský, B., Široká, J.: Štrukturálny model ekonomiky SR, Biatic 7 / 2009, s. 8 – 12.

u ktorých predpokladáme, že k poklesu hodnoty nedôjde (väčšinou zabezpečenia tretích strán).

Na konci každej simulácie je teda pre každú banku vypočítaný objem opravných položiek, ktorý by musela v priebehu sledovaného obdobia zaúčtovať do nákladov v dôsledku zhoršenia makroekonomických podmienok.

### 1.2.2 Kreditné riziko obyvateľstva

Vývoj podielu zlyhaných úverov sa odhadoval pre štyri kategórie úverov, pre úvery na nehnuteľnosti, spotrebiteľské úvery, prečerpania bežného účtu a kreditné karty a ostatné úvery. Na odhad sa použili štvrťročné údaje od začiatku roka 2006. Na odhad vývoja sa použila metóda bayesovského spriemerovania modelov (Bayesian Model Averaging, BMA). Metódou najmenších štvorcov sa odhadli rovnice tvaru

$$\begin{aligned} \Delta NPL_{i,t} &= \\ &= \alpha + \rho_{i,1} \Delta NPL_{i,t-1} + \dots + \rho_{i,p} \Delta NPL_{i,t-p} + \sum_{j=1}^K (\beta_{i,1}^j X_{i,t-1}^j + \dots + \beta_{i,q}^j X_{i,t-q}^j) \\ &\quad + \varepsilon_t \end{aligned}$$

kde index  $i$  označuje jednotlivé typy úverov,  $\Delta NPL$  značí štvrťročnú zmenu podielu zlyhaných úverov a  $X$  obsahuje sadu vysvetľujúcich premenných. Maximálny počet oneskorení je 4, optimálna dĺžka oneskorení sa vybrala pomocou bayesovského informačného kritéria. Rovnice sa odhadovali samostatne pre jednotlivé typy úverov. Do rovníc vstupovali naraz 2 až 4 vysvetľujúce premenné. Zoznam použitých premenných uvádza Tabuľka 2. Jednotlivé odhadnuté rovnice sa na záver vážili pomocou bayesovského informačného kritéria.

**TABUĽKA 2 VYSVETĽUJÚCE PREMENNÉ POUŽITÉ NA ODHAD VÝVOJA PODIELU ZLYHANÝCH RETAILOVÝCH ÚVEROV**

Reálne HDP	Medziročný rast cien bytov
Rast reálneho HDP	Priemerná mesačná mzda - sezónne očistená
Nominálne HDP	Rast priemernej mesačnej mzdy
Rast nominálneho HDP	Priemerná reálna mzda - sezónne očistená
Inflácia (index)	Rast priemernej reálnej mzdy
Medziročná zmena inflácie	Úrokové sadzby na daný typ úveru
Miera nezamestnanosti	BRIBOR_1M
Medziročná zmena nezamestnanosti	ZYSKGB
Ceny nehnuteľností	Domestic credit to trend GDP gap
Medziročný rast cien nehnuteľností	Priemerný rast úverov za posledné dva roky
Ceny bytov	

Zdroj: NBS



Podobne ako v prípade kreditného rizika podnikov, aj v prípade kreditného rizika obyvateľstva boli odhadnuté objemy jednotlivých typov úverov pomocou vopred zafixovaného vývoja makroekonomických veličín, ktoré boli vyčíslené v závislosti od zvoleného scenára pomocou makroekonomického modelu NBS.

## 1.3 Výpočet úrokového rizika

Pri modelovaní úrokového rizika boli využité nasledujúce predpoklady:

- Za prvotný impulz zmien úrokových sadzieb sú pokladané zmeny základnej úrokovej sadzby ECB, resp. zmeny veľkosti kreditnej prirážky vo forme zmeny 5-ročného indexu iTraxx. Model zachytáva časové oneskorenie zmien jednotlivých typov úrokových sadzieb na medzibankovom trhu a na trhu klientskych vkladov a úverov na zmeny v týchto veličinách, a výnosovú krivku cenných papierov. Toto oneskorenie je modelované odhadnutím krátkodobej a dlhodobej dynamiky úrokových sadzieb pomocou Vector Error Correction (ďalej VEC) modelu.
- Snahou tohto prístupu je priblížiť sa ku skutočnému vplyvu na výsledok hospodárenia bánk, najmä z hľadiska vplyvu na čistý úrokový príjem. Pri vkladoch a úveroch je tento dopad modelovaný ako postupná zmena tvorby zisku oproti základnému scenáru vo zvolenom horizonte prostredníctvom modelovania úrokových výnosov a nákladov.

Výsledná hodnota odhadnutého úrokového rizika je teda súčtom očakávanej straty (príp. zisku) vyplývajúcej zo šoku v podobe zmeny základnej úrokovej sadzby ECB alebo zmeny kreditnej prirážky pre tri najvýznamnejšie typy finančných nástrojov: úvery a vklady, dlhové cenné papiere a úrokové deriváty.

### 1.3.1 Úrokové sadzby na medzibankovom trhu

Pri tomto prístupe je potrebné v prvom rade odhadnúť krátkodobú a dlhodobú dynamiku postupného prenosu zmien základných úrokových sadzieb do sadzieb úrokovej krivky (odhadli sa sadzby EURIBORu a zero coupon swapové sadzby). Na odhad kreditného spreadu sa použil index iTraxx Senior Financial.

Na odhad vývoja medzibankových sadzieb na európskom trhu s maturitou do jedného roka vrátane sa použil EC (error correction) model tvaru

$$\Delta r_t = \alpha * CE + \delta_1 \Delta r_t^{ECB} + \delta_{2,1} \Delta r_{t-1}^{ECB\_up} + \delta_{2,2} \Delta r_{t-1}^{ECB\_down} + \sum_{i=1}^n (\gamma_i \Delta r_{t-1} + \varphi_i \Delta CDS_{t-i}) + \varepsilon_t,$$

$$CE = (r_{t-1} + \beta_0 + \beta_1 E_{t-1}(r_t^{ECB})) + \beta_2 CDS_{t-1} + \beta_3 DUMMY$$

kde  $r_t$  je modelovaná úroková miera,  $r_t^{ECB}$  je základná úroková sadzba ECB,  $CDS_t$  je hodnota indexu iTraxx Senior Financial,  $\varepsilon_t$  je náhodná chyba. Dummy premenná bola zahrnutá do modelu na zachytenie vplyvu neštandardných operácií ECB, ku ktorým pristúpila vplyvom finančnej krízy.

$E_{t-1}(r_t^{ECB})$  vyjadruje očakávanú hodnotu základnej sadzby ECB v období  $t-1$  na obdobie  $t$ , pričom sa predpokladá, že  $E_{t-1}(r_t^{ECB}) = r_t^{ECB} + u_t$ , kde  $u_t$  je biely šum.

Výraz CE predstavuje rovnovážny vzťah medzi modelovanou úrokovou mierou, kreditnou prirážkou a očakávanou hodnotou základnej úrokovej sadzby ECB. Konštanta  $\beta_1$  vyjadruje, aká časť očakávanej zmeny úrokovej sadzby ECB sa v dostatočne dlhom čase preniesie do zmeny modelovanej úrokovej miery. Konštanta  $\alpha$  vyjadruje rýchlosť konverencie do rovnovážneho stavu v prípade vychýlenia sa z neho (t. j. ak je úroková miera nad rovnovážnou úrovňou, očakáva sa jej pokles). Na zachytenie prípadnej asymetrickej reakcie na nárast/pokles základnej sadzby sa časový rad zmien tejto sadzby rozdelil na dva rady, jeden zachytáva pokles základnej sadzby ( $\Delta r_{t-1}^{ECB-DOWN}$ ) a druhý nárast základnej sadzby ( $\Delta r_{t-1}^{ECB-UP}$ ). Pre koeficient  $\beta_3$  sa očakávali kladné hodnoty, teda očakávalo sa, že neštandardné operácie ECB mali za následok zníženie úrokových sadzieb, hlavne v prípade kratších splatností. Zvyšné členy slúžia na modelovanie krátkodobej dynamiky. Počet oneskorení  $n$  bol zvolený optimálne na základe štatistických testov<sup>3</sup>.

V prípade eurových swapových sadzieb s maturitou nad 1 rok sa predpokladalo, že ich výška je ovplyvnená základnou úrokovou sadzbou ECB ( $r_t^{ECB}$ ) a rizikovou prirážkou ( $RP_t$ ), teda že ich je možné vyjadriť v tvare  $r_t = \beta_1 r_t^{ECB} + RP_t$ . Predpokladalo sa ďalej, že riziková prirážka je nepozorovateľná premenná, ktorá je ovplyvnená v prípade dlhodobých sadzieb hlavne očakávaným vývojom ekonomiky eurozóny, jej vývoj je preto možné čiastočne vysvetliť očakávaným vývojom vybraných makroekonomických premenných. Odhadli sa swapové sadzby s 1-, 3- a 10-ročnou maturitou (keďže pre tieto sadzby sú dostupné údaje od februára 1999), na odhad sa použil Kalmanov filter (resp. tzv. state space model) tvaru:

Rovnice pozorovaní:

$$\Delta r_t^i = \alpha^i (r_{t-1}^i - \beta_1^i r_{t-1}^{ECB} - RP_{t-1}^i) + \Delta r_{t-1}^i + \varepsilon_t^i$$

Stavové rovnice:

$$RP_t^i = \delta_0^i + \delta_1^i RP_{t-1}^i + \delta_2^i \Delta HICP_{it}^{EMU} + \delta_3^i GDP\_GAP_{it}^{EMU} + u_t^i$$

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_t^i \\ u_t^i \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma), \Sigma = \begin{bmatrix} \Sigma_\varepsilon & 0 \\ 0 & \Sigma_u \end{bmatrix},$$

<sup>3</sup> Hodnota  $n$  bola zvolená výberom z viacerých modelov pre  $n$  od 1 do 10 na základe Schwarzovho informačného kritéria pri súčasnom testovaní autokorelácie rezíduí v týchto modeloch.

kde index  $i$  označuje 1-, 3- alebo 10-ročnú swapovú sadzbu, index  $ti$  označuje vzávislosti od danej splatnosti  $t$  alebo  $t+1$ .  $HICP_t^{EMU}$  označuje priemernú infláciu meranú HICP eurozóny.  $GDP\_GAP_t^{EMU}$  označuje odhadovanú priemernú produkčnú medzeru eurozóny (vyjadrenú ako odchýlku aktuálneho medziročného rastu HDP od potenciálneho medziročného rastu odhadnutého pomocou HP filtra), kvartálne údaje o medziročnom raste HDP sa transformovali na mesačné kubickou interpoláciou.

### 1.3.2 Klientske úrokové sadzby

Pri modelovaní sadziieb vkladov a úverov sa použil predpoklad, že sa zmena sadzby ECB najprv premietne do medzibankových sadziieb a až následne do klientskych sadziieb. V použítom VEC modeli bola preto vybraná medzibanková sadzba EURIBOR (BRIBOR do konca roka 2008), s ktorou je príslušná úroková sadzba vkladu, resp. úveru v dlhodobej rovnováhe na základe testov kointegrácie.

V prípade úrokových sadziieb na podnikové úvery sa odhadli úrokové sadzby zo stavu úverov. Podnikové úvery sú poskytované s pomerne krátkou fixáciou a s úrokovou sadzbou naviazanou v prevažnej miere na medzibankové sadzby, z tohto dôvodu je možné pomerne presne merať transmisiu aj v prípade úrokových sadziieb na stave. V prípade retailu sa odhadli úrokové sadzby na novoposkytnuté úvery a úrokové sadzby na stave sa následne vypočítali s predpokladom miery splácania úverov v príslušných kategóriách prislúchajúcim historickým priemerom. Príslušná EC rovnica pre úrokové sadzby na úvery bola odhadnutá v tvare:

$$\Delta r_t^K = \alpha(r_{t-1}^K + \beta_0 + \beta_1 r_{t-1}) + \sum_{i=1}^n (\delta_i \Delta r_{t-i}^K + \gamma_i \Delta r_{t-i}) + \varepsilon_t$$

ak testy kointegrácie potvrdili dlhodobú rovnováhu s niektorou zo sadziieb medzibankového trhu ( $r_t$ ).

V prípade vkladov sa do kointegračného vzťahu zahrnula príslušná medzibanková sadzba, resp. dummy premenná na zachytenie neštandardne nízkej úrovne medzibankových sadziieb kratších splatností v dôsledku protikrizových operácií ECB. Príslušná EC rovnica pre úrokové sadzby na vklady bola odhadnutá v tvare:

$$\Delta r_t = \alpha(r_{t-1} + \beta_0 + \beta_1 r_{t-1}^K + \beta_2 DUMMY) + \sum_{i=1}^n (\delta_i \Delta r_{t-i} + \gamma_i \Delta r_{t-i}^K) + \varepsilon_t$$

Interpretácia jednotlivých koeficientov je rovnaká ako pri sadzbách medzibankového trhu.

**TABUĽKA 3 KATEGÓRIE ÚVEROV A VKLADOV, PRE KTORÉ BOLI  
ODHADNUTÉ ÚROKOVÉ SADZBY**

Úvery	Vklady
Nefinančné spoločnosti	
Prečerpania bežných účtov	Netermínované vklady
Úvery na nehnuteľnosti	Overnight vklady
Ostatné úvery	Termínované vklady so splatnosťou do 7 dní
	Termínované vklady so splatnosťou do 1 roka
	Termínované vklady so splatnosťou do 2 rokov
	Termínované vklady so splatnosťou do 5 rokov
	Termínované vklady so splatnosťou nad 5 rokov
	Úsporné vklady
Domácnosti	
Úvery na nehnuteľnosti	Netermínované vklady
Spotrebiteľské úvery	Overnight vklady
Ostatné úvery	Termínované vklady so splatnosťou do 7 dní
	Termínované vklady so splatnosťou do 1 roka
	Termínované vklady so splatnosťou do 2 rokov
	Termínované vklady so splatnosťou do 5 rokov
	Termínované vklady so splatnosťou nad 5 rokov
	Úsporné vklady

Zdroj: NBS

### 1.3.3 Úvery a vklady

Pri prístupe pomocou odhadu dopadov šoku na vykázaný zisk, resp. stratu z úverov a vkladov sa vychádza z toho, že v bankách tieto produkty nie sú preceňované na reálnu hodnotu (keďže sú držané do splatnosti) a pri tvorbe zisku sa tento dopad prejaví iba postupne, dlhodobejším vplyvom na čisté úrokové príjmy. Pri hodnotení dopadu úrokového šoku na úvery a vklady sa využil nasledujúci postup:

- Krátkodobá a dlhodobá dynamika postupného prenosu zmien základnej úrokovej sadzby ECB do sadzieb úrokovej krivky (EURIBOR a zero coupon swapové sadzby) a následne do úrokových mier zo stavu úverov a vkladov podľa jednotlivých typov zmluvných splatností je odhadnutá pomocou VEC modelu.
- Pomocou tohto modelu je odhadnutý vývoj jednotlivých typov úrokových mier po aplikovaní jednotlivých scenárov vývoja základnej sadzby ECB a indexu iTraxx.
- Objemy vkladov boli modelované ako autoregresívne procesy s trendom a/alebo konštantou
- Odhad objemu úverov pre retail a podniky je popísaný nižšie
- Objem medzibankových úverov a vkladov bol stanovený tak, aby sa v každej banke v každom štvrtroku rovnal objem aktív aj pasív, pričom sa

predpokladalo, že ide o krátkodobé operácie úročené mesačným EURIBOR-om.

- Pomocou odhadnutých úrokových sadzieb a objemov vkladov a úverov možno vypočítať dopad úrokového šoku na zmenu úrokových výnosov a nákladov počas stanoveného časového horizontu.

#### 1.3.4 Odhad objemu podnikových úverov

Objem úverov poskytnutých podnikovému sektoru sa odhadol použitím EC modelu. Do odhadu vstupoval celkový objem podnikových úverov poskytnutých domácimi bankami od štvrtého štvrtého 2004 očistený o podniky, ktoré mali úver v celkovej výške aspoň 400 mil. € v aspoň jednom štvrtroku. Model sa týmto spôsobom očistil o najväčšie podniky, ktorých rozhodnutie v oblasti úverovania je najťažšie predikovať. Pri týchto podnikoch sa pritom predpokladalo, že v priebehu dvojročného stresového obdobia na svojich pohľadávkach nezlyhajú a nominálna hodnota týchto úverov ostáva konštantná. Odhadovaný EC má tvar

$$\Delta UPO_t = \alpha(UPO_{t-1} + \beta_0 + \beta_1 HDP_{nom,t-1} + \beta_2 EURIBOR3M_{t-1} + \beta_3 SPREAD10Y_{t-1}) + KD + \varepsilon_t$$

kde  $UPO$  značí očistené úvery podnikom,  $HDP_{nom}$  nominálne HDP,  $EURIBOR3M$  trojmesačný EURIBOR a  $SPREAD10Y$  spread medzi výnosom desaťročných slovenských a nemeckých štátnych dlhopisov. Do regresie vstupoval logaritmus sezónne očisteného nominálneho objemu úverov aj HDP.

#### 1.3.5 Odhad objemu úverov retailu

Odhaduje sa celkový objem úverov poskytnutých retailu, pričom do modelu vstupuje absolútna medziročná zmena týchto objemov v logaritmoch. Model pracuje so štvrtročnými údajmi od prvého štvrtého 2005. Zmena objemu sa odhaduje pomocou EC modelu tvaru

$$\Delta ZOU_t = \alpha(ZOU_{t-1} + \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_{i,t}) + KD + \varepsilon_t,$$

kde  $ZOU_t$  značí medziročnú absolútnu zmenu objemu úverov v logaritmoch. Do modelu sú zahrnuté ako vysvetľujúce premenné dvojice až trojice vybraných makroekonomických premenných. Z celkového možného počtu rovníc sa vybralo 9 na základe kointegračných vlastností zahrnutých premenných, interpretovateľnosti odhadnutých koeficientov a predikčných schopností modelov. V rámci týchto 9 modelov vstupujú do jednotlivých rovníc nasledovné makroekonomické premenné: HDP (reálne aj nominálne), inflácia (medziročná zmena aj index), ceny nehnuteľností a ceny bytov, trojmesačný EURIBOR, výnosy 5 ročných a 10 ročných slovenských a nemeckých štátnych dlhopisov a ich rozdiely (spready). Do stresového testovania vstupuje priemerný objem úverov odhadnutý pomocou týchto 9 modelov. Následne sa určí objem úverov na nehnuteľnosti, spotrebiteľských úverov a ostatných úverov na základe predpokladaného podielu týchto úverov na celkovom objeme počas sledovaných troch rokov.

### 1.3.6 Dlhové cenné papiere

Výpočet dopadu úrokového rizika je založený na detailných údajoch o jednotlivých cenných papieroch v portfóliách bánk, vrátane ich začlenenia do jednotlivých typov portfólia (preceňované oproti zisku a strate, na predaj, do splatnosti). Pri preceňovaní cenných papierov bol využitý odhad vývoja diskontnej krivky, ktorý bol modelovaný pomocou EC modelov obdobne ako úrokové miery na vklady a úvery. Keďže však preceňovanie dlhových cenných papierov na predaj a do splatnosti neovplyvňuje počas obdobia držby cenného papiera vykázaný zisk/stratu, do úvahy sa brali iba cenné papiere, ktoré sú preceňované na reálnu hodnotu proti zisku a strate alebo proti vlastným zdrojom.

V prípade hypotekárnych záložných listov sa predpokladalo, že objem emitovaných HZL sa počas obdobia stresového testovania nemení a maturujúce dlhopisy budú nahradené s dlhopismi s identickými parametrami. Tieto dlhopisy nie sú precenené na reálnu hodnotu, z ich emisie pre banky vyplývajú iba úrokové náklady vo forme platby kupónov.

V prípade dlhopisov s plávajúcim kupónom sa výška kupónovej sadzby zafixovala vždy na začiatku kupónového obdobia, pri výplate kupónu sa zafixovala hodnota na nové obdobie.

## 1.4 Predpoklady a parametre stresového testovania

Keďže pri stresovom testovaní ide o odhad možného budúceho vývoja, je nevyhnutné zaviesť niekoľko zjednodušujúcich predpokladov pri odhade jednotlivých zložiek čistého zisku ako aj pri odhade objemu rizikovo-vážených aktív. Najdôležitejšie predpoklady:

- Straty z portfólia podnikových úverov sa odhadli pomocou individuálnych údajov získaných z Registra bankových úverov a záruk. V prvom kole sa pomocou Monte Carlo simulácií odhadli objemy zlyhaných úverov z portfólia k 31. 12. 2019. Pri odhade sa do úvahy brali aj zabezpečenia pri jednotlivých úveroch, pričom tieto zabezpečenia sa rozdelili do dvoch kategórií. V prvej kategórii sa nachádzajú typy zabezpečenia, u ktorých sa nepredpokladá zníženie hodnoty ani v jednom scenári (väčšinou zabezpečenia tretích strán), v druhej kategórii sa nachádzajú typy zabezpečenia, u ktorých sa predpokladá pokles hodnoty o 0 % v scenári 0, o 15 % v scenári 1 a o 30 % scenári 2 (napr. zabezpečenie nehnuteľnosťou, zabezpečenie vlastnou bianko zmenkou). Na konci sa objemy odhadnutých strát kalibrovali takým spôsobom, aby celkový objem úverov podnikom zodpovedal modelom odhadnutej hodnoty ku koncu rokov 2020 až 2022.
- Pri odhade straty z portfólia úverov poskytnutých domácnostiam sa odhadol podiel objemu zlyhaných úverov za bankový sektor. Ďalej sa predpokladalo, že podiel objemu zlyhaných úverov jednotlivých bánk na celkovom objeme

zlyhaných úverov ostáva za sledované dvojročné obdobie konštantný a rovný podielu ku koncu roka 2019. Posledný predpoklad bol potrebný na určenie konečnej straty z odhadnutého objemu zlyhaných úverov. Tá sa určila ako 20 % z objemu zlyhaných úverov poskytnutých na bývanie a 80 % z objemu ostatných zlyhaných úverov.

- Nakoľko od 1. januára 2018 vstúpili do platnosti nové účtovné štandardy IFRS 9, predpokladá sa, že banky budú vo zvýšenej miere vytvárať opravné položky aj na úvery so zvýšeným kreditným rizikom, ktoré ešte nie sú zlyhané, tzv. Stage 2 úvery. Predpokladá sa, že podiel takýchto úverov v rámci scenára 0 ostáva konštantný a rovný priemernému podielu na úrovni sektora pre domácnosti aj pre nefinančné spoločnosti za rok 2019. V prípade stresových scenárov sa predpokladá, že tento podiel narastie na jeden a polnásobok v scenári 1 a na dvojnásobok v scenári 2.
- Z portfólia dlhových cenných papierov plynú pre banky úrokové výnosy vo forme kupónových výnosov, resp. úrokové výnosy/náklady z amortizácie cenných papierov (aj v portfóliu cenných papierov držaných do splatnosti - LAR). Precenenie dlhových cenných papierov v ostatných portfóliách (portfólio cenných papierov na obchodovanie - HFT a portfólio cenných papierov na predaj - FVOCI) sa prejaví na ziskovosti bankového sektora, resp. na výške vlastných zdrojov. V stresovom testovaní sa pracovalo s portfóliom dlhových cenných papierov k 31. 12. 2019, pričom sa predpokladalo, že toto portfólio sa nezmení počas stresovaného obdobia, resp. že maturujúce cenné papiere budú nahradené cennými papiermi s rovnakou duráciou, akú má celkové portfólio cenných papierov danej banky. Pri odhade úrokových výnosov sa abstrahovalo od amortizácie cenných papierov držaných v LAR portfóliu a počítalo sa iba s kupónovými výnosmi. V prípade precenenia dlhových cenných papierov sa predpokladalo, že precenenie ovplyvňuje výsledovku v prípade HFT portfólia a priamo vlastné zdroje v prípade FVOCI portfólia.
- V prípade emitovaných dlhových cenných papierov sa vychádzalo z portfólia k 31. 12. 2019. Predpokladalo sa pritom, že portfólio v jednotlivých bankách, ktoré už preregistrovali hypotekárne záložné listy (HZL) na kryté dlhopisy sa nezmení, v prípade maturity bude daný cenný papier nahradený cenným papierom s rovnakými parametrami. V prípade bánk, ktoré nepreregistrovali emitované HZL sa predpokladalo, že maturujúce HZL budú postupne nahradené zdrojmi z medzibankového trhu.
- V prípade akciového a devízového rizika sa predpokladalo, že portfóliá jednotlivých bánk budú počas stresového obdobia konštantné a na stratu, prípadne zisk budú vplývať iba zmeny trhových faktorov. Z akciového rizika boli vylúčené akcie vlastnené bankami z titulu majetkových účastí (napr. poisťovne alebo asset manažment v rámci skupiny).
- Podrobnejší popis spôsobu odhadu čistých úrokových výnosov z portfólia klientskych úverov a vkladov sa nachádza v časti 1.3.
- V stresovom testovaní sa predpokladá, že banky, ktoré by mali byť predmetom rezolúcie budú postupne musieť plniť požiadavky na výšku minimálnych požiadaviek na vlastné zdroje a oprávnené záväzky (tzv. MREL)

podľa aktuálne platných rozhodnutí. Predpokladá sa, že požadovaný výnos na nástroje, ktoré budú musieť banky emitovať na plnenie MREL požiadaviek sa bude odrážať od výnosov nástrojov, ktoré aktuálne emitovali ich skupiny. V prípade scenára 0 sa predpokladá aktuálna výška výnosu na celé trojročné obdobie na úrovni 1,18 %, v rámci scenárov stresového testovania sa predpokladá nárast výnosu o 100 b.b v scenári 1 a o ďalších 100 b.b. v scenári 2. Nakoľko nie je zrejmé, ktoré časti pasív banky nahradia týmito novými nástrojmi, predpokladá sa, že pre časť pasív, prislúchajúcej podielu MREL záväzkov na celkových pasívach v danom roku, sa zvýši nákladovosť z priemernej nákladovosti pre danú banku na predpokladaný výnos MREL nástrojov.

- Pri ostatných položkách zisku/straty, ktoré neboli odhadované modelom, sa predpokladalo, že ich hodnota bude počas každého roka stresového obdobia konštantná a rovná hodnote k 31. 12. 2019, pričom táto hodnota sa očistila o predpokladané jednorazové vplyvy. Ďalej sa predpokladalo, že čistý zisk bude predstavovať 80 % hrubého zisku a banková daň sa bude počas celého obdobia stresového testovania odvádzať podľa aktuálne platnej legislatívy, teda predpokladalo sa, že pre bankový odvod bude platiť sadzba 0,4 % za celé trojročné obdobie. Banky, ktoré za jednotlivé roky skončia v strate, by mali znížiť vlastné zdroje o celý objem vykazovanej straty. Banky, ktoré v jednotlivých rokoch skončia v zisku, si nechajú podiel zisku na základe dividendovej politiky uplatnenej v posledných troch rokoch.
- Pri odhade objemu celkových rizikových expozícií sa vychádzalo z údajov k 31. 12. 2019. V prípade scenára 0 sa najprv upravil objem rizikových expozícií na úvery poskytnuté podnikom a retailu pri predpoklade konštantných rizikových váh u týchto dvoch typov úverov. Ostatné časti rizikových expozícií sa ponechali na konštantnej úrovni rovnaj hodnote k 31. 12. 2019. Následne sa na základe výsledkov spätného testovania upravil (znížil) celkový objem rizikových expozícií o 5 % v roku 2020 a 10 % v roku 2021 a 2022. V stresových scenároch sa upravil objem rizikových expozícií v nadväznosti na výsledky porovnania top-down a bottom-up stresového testovania. V rámci scenára 1 sa predpokladá zvýšenie objemu za roky 2020 až 2022 o 6 % a v rámci scenára 2 o 8 %.
- Predpoklady vývoja jednotlivých makroekonomických premenných a finančných indexov ako aj výstup modelových odhadov uvádza tabuľka 4.



**TABUĽKA 4 PARAMETRE STRESOVÉHO TESTOVANIA**

		Scenár 0			Scenár 1			Scenár 2			
		2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022	
Základné predpoklady	Zmena zahraničného dopytu	2,70%	2,90%	3,00%	-18,20%	-7,60%	3,00%	-26,20%	-18,10%	-10,00%	
	Zmena výmenného kurzu USD/EUR	-0,10%	0,00%	0,00%	-0,10%	0,00%	0,00%	-15,00%	0,00%	0,00%	
	Zmena výmenných kurzov CHF, JPY, GBP, DKK, CAD, HRK, LVL voči EUR	0,00%	0,00%	0,00%	-10,00%	0,00%	0,00%	-30,00%	0,00%	0,00%	
	Zmena výmenných kurzov ostatných mien voči EUR	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30,00%	0,00%	0,00%	
	Zmena cien akcií	0,00%	0,00%	0,00%	-35,00%	0,00%	0,00%	-50,00%	0,00%	0,00%	
	Zmena základnej sadzby ECB	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	
	Zmena 3-mesačného EURIBOR-u	-2 b.b.	6 b.b.	11 b.b.	-2 b.b.	0 b.b.	-1 b.b.	-2 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	
	Zmena 1-ročnej EUR diskontnej sadzby	1 b.b.	7 b.b.	11 b.b.	9 b.b.	0 b.b.	1 b.b.	17 b.b.	-1 b.b.	1 b.b.	
	Zmena 2-ročnej EUR diskontnej sadzby	6 b.b.	7 b.b.	8 b.b.	12 b.b.	8 b.b.	4 b.b.	19 b.b.	15 b.b.	5 b.b.	
	Zmena 5-ročnej EUR diskontnej sadzby	26 b.b.	19 b.b.	8 b.b.	22 b.b.	22 b.b.	13 b.b.	29 b.b.	38 b.b.	18 b.b.	
	Zmena indexu iTraxx Senior Financials 5Y	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	203 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	353 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	
		Nárast 5-ročných kreditných spreadov a sklonu krivky kreditných spreadov	0 b.b.	0 b.b.	0 b.b.	Nárast na polovicu medzi súčasnou hodnotou a hodnotou k 30.9.2012	0 b.b.	0 b.b.	Návrat na hodnotu k 30.9.2012	0 b.b.	0 b.b.
Makroekonomické veličiny odhadnuté na základe modelu	Celkový medziročný rast reálneho HDP		2,20%	2,48%	2,55%	0,10%	-1,69%	1,49%	-1,14%	-3,81%	-0,70%
	Priemerná ročná inflácia		2,50%	2,09%	1,70%	2,34%	2,35%	1,58%	1,68%	1,81%	1,62%
	Nezamestnanosť		6,20%	6,40%	6,50%	6,70%	8,10%	9,30%	7,00%	9,00%	11,10%
Premenné pre kreditné riziko odhadnuté pomocou makroekonomických veličín	Ročná pravdepodobnosť zlyhania	Necitlivé odvetvia	3,79%	3,77%	3,79%	4,38%	4,53%	4,84%	4,57%	4,98%	5,16%
		Mierne citlivé odvetvia	3,22%	3,17%	3,22%	4,97%	5,41%	5,56%	5,01%	5,80%	5,87%
		Citlivé odvetvia	5,40%	5,13%	4,95%	6,07%	7,19%	7,27%	6,87%	9,62%	10,34%
	Podiel zlyhaných úverov domácnostiam		2,82%	2,80%	2,70%	2,61%	3,25%	3,59%	3,77%	4,21%	5,06%