

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

**MODELOVANIE EKONOMICKÉHO
KAPITÁLU V POISŤOVNI**

Diplomová práca

2012

Bc. Miroslava ORIEŠČIKOVÁ



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Fakulta matematiky, fyziky
a informatiky

Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky

Modelovanie ekonomického kapitálu v poisťovni

Diplomová práca

Študijný odbor: Aplikovaná matematika 1114

Študijný program: Ekonomická a finančná matematika

Vedúci diplomovej práce: Ing. Jelica Klúčovská.

BRATISLAVA 2012

Bc. Miroslava Oriechiková



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Miroslava Oriješčíková
Študijný program: ekonomická a finančná matematika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: 9.1.9. aplikovaná matematika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský

Názov: Modelovanie ekonomického kapitálu v poisťovni

Cieľ: Modelovanie ekonomického kapitálu je jednou zo zložiek riadenia rizík v poisťovni a je nástrojom pre aktuára a risk manažéra, aby zabezpečil poisťovníu voči neočakávaným rizikám. Spoločnosť musí analyzovať, ktoré riziká sú pre ňu relevantné a pomocou modelov ekonomického kapitálu analyzovať, ktoré riziká majú potenciál ohroziť jej profitabilitu. Pri výpočte ekonomického kapitálu sa využívajú rôzne stochastické metódy alebo metódy stres testov. Na teórii ekonomického kapitálu sa zakladá aj prvý pilier prichádzajúcej legislatívy, tzv. Solvency II.

Vedúci: Ing. Jelica Kľúčovská
Katedra: FMFI.KAMŠ - Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Dátum zadania: 14.01.2011

Dátum schválenia: 14.01.2011

prof. RNDr. Daniel Ševčovič, CSc.
garant študijného programu

študent

vedúci práce

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcela poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomohli a podporili ma pri písaní tejto diplomovej práce. Moja vďaka patrí predovšetkým vedúcej práce, *Ing. Jelici Klúčovskej*, za jej trpezlivosť, odborné vedenie, cenné rady a podnetné pripomienky.

ABSTRAKT

ORIEŠČIKOVÁ, Miroslava: Modelovanie ekonomického kapitálu v poisťovni [Diplomová práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky, Vedúci: Ing. Jelica Kľúčovská, Bratislava 2012, 69 s.

Ekonomický kapitál, minimálna kapitálová rezerva potrebná na krytie neočakávaných strát, je momentálne veľmi aktuálnou témou vo svete poisťovníctva. Táto práca si tak vzala za cieľ previesť čitateľa komplexne touto témou. Ponúka úvod do oceňovania technických rezerv a majetku, jednak pre účely účtovníctva poisťovne, ale aj podľa trhovo konzistentnej metódy, ktorá je základom pripravovanej európskej legislatívy - Solvency II. Z režimu Solvency II sa zameriame hlavne na 1.pilier, ktorý obsahuje kvantitatívne požiadavky na kapitál poisťovne. Tieto požiadavky sa určujú ako ekonomický kapitál, potrebný na krytie rizík, ktorým je poisťovateľ vystavený, tak na strane aktív ako aj pasív. V práci sa nachádza prehľad rizík, ktorým môže poisťovňa čeliť, možnosti ich kontroly a metódy výpočtu ekonomického kapitálu, potrebného na ich krytie. Predstavíme aj nástroje na meranie rizika, hlavne najznámejšiu metódu s názvom Value at Risk. V závere práce uvádzame praktické využitie popísanej teórie na výpočet ekonomického kapitálu, potrebného na krytie rizík, spojených s akciovým portfóliom. Tento výpočet porovnáme so stresovými scenármi predbežne navrhnutými v Solvency II.

Kľúčové slová: ekonomický kapitál, Solvency II, kapitálová primeranosť, Value at Risk

ABSTRACT

ORIEŠČIKOVÁ, Miroslava: Modeling of economic capital in the insurance company [Master's thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics, Supervisor: Ing. Jelica Kľúčovská, Bratislava 2012, 69 p.

Economic capital, the minimum required capital reserve to cover unexpected losses, is currently an interesting topic in the world of insurance. This work aims to take readers through this complex topic. It offers an introduction to the valuation of technical provisions and assets, not just for purposes of the insurance accounting, but also by market-consistent method, which is the basis for the proposed European legislation - Solvency II. Out of Solvency II regime, we focus mainly on 1. pillar, which contains quantitative requirements for insurers. These requirements are based on economic capital needed to cover the risks to which the insurer is exposed on the asset side as well as on the liability side. The paper contains an overview of the risks that the insurance companies face, the possibility of their control and methods for calculating economic capital required to cover them. We introduce a tools to measure risk, especially the most famous method called Value at Risk. In conclusion, we give practical use of described theory to calculate the economic capital required to cover risks associated with an equity portfolio. This calculation is compared to stress scenarios proposed in Solvency II.

Keywords: economic capital, Solvency II, capital adequacy, Value at Risk

Obsah

Zoznam tabuliek, obrázkov a grafov	8
Úvod.....	9
Kapitola 1 Pojmy spojené s poisťovníctvom a účtovníctvo poisťovní.....	11
1.1. Základné poisťné pojmy.....	11
1.2. Trhovo konzistentné oceňovanie	12
1.3. Finančné výkazníctvo	14
1.3.1. Oceňovanie aktív	16
1.3.2. Oceňovanie technických rezerv	17
Kapitola 2 Nástroje na meranie rizika	18
2.1. Metódy na meranie rizika	18
2.2. Value-at-Risk	19
2.2.1. Vlastnosti VaR	21
2.2.2. TVaR.....	22
2.2.3. VaR vs. TVaR.....	23
Kapitola 3 Ekonomický kapitál	25
3.1. Upisovacie riziko	27
3.1.1. Životné upisovacie riziko.....	28
3.1.2. Neživotné upisovacie riziko.....	29
3.2. Nefinančné riziko	30
3.2.1. Operačné riziko	30
3.2.2. Riziko podnikania	32
3.3. Investičné riziko	33
3.3.1. Trhové riziko.....	33

3.3.2. Úverové riziko	35
Kapitola 4 Legislatívne kapitálové požiadavky v poisťovníctve.....	37
4.1. Solvency I	37
4.2. Solvency II	38
4.3. Kvantitatívna dopadová štúdia pre Solvency II	41
4.3.1. Oceňovanie	42
4.3.2. SCR – štandardný vzorec na výpočet kapitálovej požiadavky na solventnosť.....	43
4.3.3. Interný model	46
4.3.4. MCR – Minimálna kapitálová požiadavky	47
4.3.5. Vlastné zdroje	47
4.3.6. Finančné skupiny	47
Kapitola 5 Výpočet ekonomického kapitálu.....	48
5.1. Výpočet kapitálu na základe štandardnej formuly SCR	48
5.2. Metódy výpočtu VaR.....	51
5.2.1. Historická simulácia.....	52
5.2.2. Variančno-kovariančná metóda	53
5.2.3. Monte Carlo simulácie s využitím CCC-GARCH modelu.....	54
5.3. Backtesting.....	55
5.3.1. Kupiecov POF test	55
5.3.2. Christoffersenov test	56
5.4. Výpočet ekonomického kapitálu pre akciové portfólio	57
5.4.1. Výpočet podľa VaR	58
Záver	63
Literatúra.....	65
Príloha č.1 Programy použité pri výpočtoch.....	68

Zoznam tabuliek, obrázkov a grafov

Zoznam tabuliek:

Tab. 1.1: Oceňovanie finančných aktív	17
Tab. 2.1: VaR pre rôzne distribučné funkcie strát	20
Tab. 2.2: Kvantily VaR a TVaR vedúce k ekvivalentnej požiadavke na kapitál pre normálne rozdelenie	24
Tab. 3.1: Ratingy a pravdepodobnosť zlyhania	25
Tab. 4.1: Lamfalussyho proces	39
Tab. 5.1: Navrhované stresy pre „ostatné“ akcie a chvostové korelácie s globálnymi akciami	49
Tab. 5.2: Výsledky testov backtestingu pre použité metódy	60
Tab. 5.3: Štatistické charakteristiky jednotlivých akcií	61
Tab. 5.4: Štatistiky pre ročné VaR	61

Zoznam obrázkov:

Obr. 2.1: Príklad pravdepodobnostného rozdelenia strát	23
Obr. 3.1 : Ekonomický kapitál	25
Obr. 3.2: Kategórie rizík	27
Obr. 3.3: Ekonomický kapitál pre tržové riziko	35
Obr. 4.1 : Chápanie bilancie v Solvency II	42
Obr. 4.2 : Zloženie kapitálovej požiadavky solventnosti poisťovne	43
Obr. 4.3: Zloženie SCR - všetky poisťovne	44

Zoznam grafov:

Graf 5.1: Historická simulácia na výpočet $VaR_{99\%}$ pre portfólio dvoch akcií	53
Graf 5.2: Porovnanie jednodňového $VaR_{99,5\%}$ jednotlivých metód s výnosom portfólia	59

Úvod

„Spoločnosti zarábajú peniaze tým, že prijímajú riziká a strácajú ich tým, že svoje riziká neriadia“

Fulvio Conti

generálny riaditeľ spoločnosti Enel, Taliansko, na AFIR konferencii v Ríme dňa 2 októbra 2008

Hlavným z dôvodov držania kapitálu v poisťovni je absorbovať extrémne neočakávané straty, a tým znižovať pravdepodobnosť zlyhania. To zaručuje dlhodobú kontinuitu, možnosť získať vyšší rating, a tým i možnosť pritiahnuť novú produkciu a podieľať sa na budúcich ziskoch. Držanie kapitálu je však spojené aj s nákladmi, nakoľko je viazaný a nemôže byť použitý na výnosnejšie investície. Z toho dôvodu je tu na druhej strane tlak na jeho znižovanie. Minimálna kapitálová rezerva je preto sledovaná aj orgánom dohľadu, aby sa tak ochránili záujmy poisťníkov a stabilita ekonomiky. Inak povedané, regulátor vyžaduje, aby bola poisťovňa solventná. Solventnosť poisťovní je momentálne veľmi aktuálnou a diskutovanou problematikou v EU, v rámci príprav na novú legislatívu Solvency II. Solvency II je, podobne ako obdobný režim Basel II v bankovníctve, postavená na troch pilieroch. Z nich nás najviac, v súvislosti s témou práce, zaujíma prvý pilier, hovoriaci o kvantitatívnych požiadavkách na poisťovňu. Oproti Basel II sa táto direktíva zameriava na vplyv rizík na obidve strany súvahy, teda rieši aj pasíva poisťovne, ktoré sú väčšinou tvorené technickými rezervami. [1]

Cieľom tejto práce je čitateľovi predstaviť túto aktuálnu tému čo najkomplexnejšie. Solvency II prináša do poisťovní postupy, ktoré môžu byť pre ňu nové. Z dôvodu zložitosti a komplexnosti navrhovanej legislatívy a jej náročnosti na odborné kapacity je pre poisťovňu nutnosťou zriadiť útvar riadenia rizík (ak ho ešte nemala vo svojej firemnej štruktúre). Z tohto dôvodu rastie aj na trhu práce dopyt po odborníkoch špecializujúcich sa na problematiku riadenia rizík v poisťovníctve (často sú nachádzaní v bankovom sektore, kde je riešenie problematiky riadenia rizík rozvinutejšie), popr. tlak na preorientovanie sa ľudí z poisťovníctva aj na túto tému. Aj na základe relatívnej novosti tejto témy sme volili nasledovnú štruktúru práce.

V prvej kapitole sa zameriame na pojmy a špecifiká súvisiace s poisťovníctvom, ktoré sú potrebné na pochopenie práce pre človeka nepochádzajúceho z tejto oblasti. Spomenieme oceňovanie aktív a pasív pre účely účtovníctva, ale aj na základe trhovo konzistentnej metódy. Výpočet požadovaného kapitálu pre účely preukazovania solventnosti poisťovne je v novej legislatíve založený na stresovaní celej súvahy, ocenennej trhovo konzistentnou metódou.

V druhej kapitole uvádzame úvod do nástrojov merania rizika. Podrobnejšie sa budeme zaoberať nástrojom Value at Risk, ktorý je použitý, pri hladine spoľahlivosti 99,5 % za obdobie jedného roka, na kalibrovanie stresov navrhnutých pre prvý pilier režimu Solvency II.

Témou tretej kapitoly sú riziká, ktorým môže byť poisťovňa vystavená, možnosť ich kontroly a spôsoby výpočtu ekonomického kapitálu, potrebného na ich krytie. V štvrtej kapitole bude ukázané ako tieto riziká vníma a rieši navrhovaná legislatíva. Takisto v krátkosti spomenieme súčasný stav a riešenie solventnosti poisťovní.

V záverečnej kapitole sa zameriame na konkrétne akciové portfólio, pozostávajúce zo 6 akcií a riziká súvisiace s držbou týchto akcií. V prvej časti si ukážeme ako tieto riziká vníma Solvency II a aké stresy pre ne navrhuje. V druhej časti určíme hodnotu VaR, pri 99,5% hladine významnosti za obdobie jedného roka, zostrojeného akciového portfólia, ktoré čelí 7 rizikovým faktorom (6 cien akcií, 1 výmenný kurz). Túto hodnotu vyrátame tromi konkrétnymi metódami: historická simulácia, variančno-kovariančná metóda, Monte Carlo simulácie s využitím CCC-GARCH modelu. Jednotlivé metódy v tejto kapitole najprv popíšeme a následne uvedieme praktický postup výpočtu.

Výpočty realizujeme za pomoci programu Microsoft Office Excel a štatistického programu R, nakoľko Excel je klasickým nástrojom používaným v poisťovniach a program R nenesie so sebou žiadne dodatočné náklady pre firmu, keďže je voľne dostupný. Pri CCC-GARCH modeli sme využili aj program eViews, ktorý by v prípade jeho nedostupnosti mohol byť nahradený programom R.

Kapitola 1 Pojmy spojené s poisťovníctvom a účtovníctvo poisťovní

Pre lepšie pochopenie témy diplomovej práce na úvod uvedieme pojmy súvisiace s poisťovníctvom, ktoré budeme v práci používať. V kapitole takisto rozoberieme základné princípy účtovníctva poisťovní.

1.1. Základné poistné pojmy

Poistná suma - suma stanovená v poistnej zmluve, z ktorej sa vypočíta výška poistného plnenia v prípade poistnej udalosti.

Poistné – cena za poskytovanie poistnej ochrany (lehotné alebo jednorazovo zaplatené)

Poistník – osoba, ktorá s poisťovňou uzavrela poistnú zmluvu. Má dispozičné právo a je povinná platiť poistné.

Poistený – osoba, na ktorej majetok, život alebo zdravie sa poistenie vzťahuje.

Poistné obdobie – dohodnuté časové obdobie v ktorom sa platí poistné.

Poistná doba – časové obdobie, na ktoré sa vzťahuje poistná ochrana

Základné delenie poistenia je na **životné** (ďalej aj „ŽP“) a **neživotné poistenie** (ďalej aj „NP“). Rozdiel je hlavne v povahe poistenia. Životné poistenie je poistenie osôb pre prípad smrti alebo dožitia (v prípade dožitia sa vopred stanoveného dátumu je vyplatená poistenému dohodnutá suma). Životné poistenie je dlhodobé, uzatvorené na určitý počet rokov (napr. 10, 20 a pod.). Výška poistného je pre klasické ŽP zvyčajne určená na základe poistnej sumy a úmrtnostných tabuliek.

Životné poistenie ponúka okrem klasického poistenia aj **investičné životné poistenie** (ďalej aj „IŽP“, „Unit Linked“, „UL“). Toto poistenie v sebe spája dve základné zložky, a to poistenie a investovanie. V takýchto produktoch sa poistné delí na dve zložky, jedna časť má funkciu klasického poistného a slúži na poistnú ochranu a z druhej časti sú nakupované klientske jednotky, ktorých cena je naviazaná na ceny jednotiek podielových fondov.

Neživotné poistenie zahŕňa najmä poistenie majetku, motorových vozidiel, zodpovednosti za škodu, liečebných nákladov v zahraničí, úrazové poistenie atď. . Poistné

obdobie je spravidla jeden rok, resp. aj kratšie, ako napr. v prípade cestovného poistenia. Výška poistného sa v prípade neživotných produktov určuje na základe štatistických rozdelení veľkosti a počtu výskytov náhodnej škodovej udalosti, na ktorú sa poistenie viaže.

Podľa typu predávaného poistenia delíme poisťovne na životné, neživotné a univerzálne.

Technické rezervy

Poistenie je dlhodobý záväzok, ktorého plnenie sa odkladá často o niekoľko rokov. Kvôli tejto špecifickosti je poisťovňa nútená tvoriť rezervy, aby vznikla záruka toho, že v budúcnosti bude schopná splatiť tieto záväzky. Technické rezervy (ďalej tiež poistné záväzky) musia byť rátané zvlášť pre životné a zvlášť pre neživotné portfólio. Poisťovňa vytvára tieto technické rezervy (ďalej aj „TR“) [2]:

- a) TR na poistné budúcich období,
- b) TR na poistné plnenie,
- c) TR na poistné prémie a zľavy,
- d) TR na vyrovňovanie mimoriadnych rizík,
- e) TR na životné poistenie,
- f) TR na krytie rizika z investovania finančných prostriedkov v mene poistených, (pre IŽP)
- g) TR na úhradu záväzkov voči Slovenskej kancelárii poisťovateľov vznikajúcich z činností podľa osobitného predpisu,
- h) ďalšie TR (na tvorbu týchto je potrebný predchádzajúci súhlas orgánu dohľadu).

Spôsob umiestnenia prostriedkov technických rezerv je upravený v zákone o poisťovníctve 8/2008 [2] v § 32 a v opatrení NBS 7/2008. [3].

1.2. Trhovo konzistentné oceňovanie

Oceňovanie je trhovo konzistentné, ak kopíruje trhové ceny s prijateľnou toleranciou. Ide o nie veľmi jednoduchú tému a existuje mnoho rozdielnych názorov na to, čo presne tento koncept znamená. [4] Hlavne pre pasíva je problematické určiť túto hodnotu. Jedinečná trhová hodnota existuje len na rozvinutom a likvidnom trhu, pričom skutočný trh taký nie je. Obyčajne sú diskutované tri metódy na trhovo konzistentné oceňovanie záväzkov:

- existujúca výstupná hodnota – trhovo určená hodnota; hodnota je určená trhovými veličinami, tak ako keby záväzky boli prevedené na iného poisťovateľa.
- hodnota výrobných nákladov – subjektom určená hodnota; hodnota sa odvoláva na poisťovateľa samotného, na náklady spojené s držaním poisťných záväzkov.
- ocenenie v tiesni – hodnota je odvodená s ohľadom na poisťovateľa v čase finančnej tiesne.

V praxi sa používa mix týchto prístupov, oceňuje sa na základe trhových veličín ako úrokové krivky a pre entitu typických veličín ako úmrtnostné tabuľky, náklady.

Reálna hodnota

V deväťdesiatych rokoch minulého storočia nastalo veľa bankrotov firiem z dôvodu, že skutočná hodnota majetku bola oveľa menšia ako účtovná a naopak, skutočná hodnota záväzkov bola vyššia ako účtovná. Aj z tohto dôvodu bol vytvorený koncept „reálna hodnota“ (fair value).

Fair value je nevychýlený odhad potenciálnej trhovej hodnoty; suma za ktorú by sa aktíva mohli vymeniť, resp. pasíva vysporiadať v nezávislej transakcii medzi informovanými dobrovoľne súhlasiacimi stranami. [1]

Pre majetok, tvorený hlavne cennými papiermi, existuje vo väčšine prípadov trhovú hodnotu. Takisto nehnuteľnosti sú z času načas preceňované cez znalecké posudky, čo určuje ich trhovú hodnotu. Poistné záväzky však nie sú obchodované na likvidnom sekundárnom trhu. Najprirodzenejšou a transparentnou metódou na ich ocenenie je použitie techniky čistej súčasnej hodnoty na diskontovanie očakávaných budúcich peňažných tokov vyplývajúcich z poisťných zmlúv. Reálna hodnota poisťných záväzkov je zvyčajne členená na najlepší odhad (best estimate) a prirážku trhovej hodnoty (market-value margin, MVM). **Best Estimate** hodnota vyjadruje očakávanú hodnotu TR založenú na modeloch dlhodobých priemerných škôd (neživotné TR), úmrtnostných tabuľkách (životné TR), priemerných nákladoch, prijatom poisťnom atď. . **Market-value margin** berie do úvahy, že realizované peňažné toky sa môžu líšiť od očakávaných. Predstavme si dve portfólia s rovnakou best estimate hodnotou TR, ktorých rizikový profil je však odlišný. Hodnota TR rizikovejšieho

portfólia by mala byť vyššia, toto navýšenie, resp. kompenzácia je práve MVM. Čiže čím vyšší je rizikový profil, tým vyššia je MVM. Na určenie MVM existujú viaceré metódy.

Jednou z nich je kvantilový prístup, vyvinutý austrálskym orgánom dohľadu. V pravdepodobnostnom rozdelení je best estimate hodnota určená očakávanou hodnotou, teda je to 50% kvantil. Reálna hodnota je potom daná ako určitý vyšší kvantil, napr. austrálsky supervízor používa 75% kvantil použitého rozdelenia, teda MVM je rozdiel medzi 3 a 2 kvartilom.

Iná metóda je metóda nákladov na držanie kapitálu (angl. cost of capital approach, CoC). Kupec poisťného portfólia by mal dostať kompenzáciu za prevzatie záväzkov, napr. best estimate hodnotu. Navyše je povinný držať určitý kapitál na krytie rizika (napr. kapitálová požiadavka na solventnosť). Kompenzáciou za náklady na kapitál by malo byť MVM. MVM je pri tejto metóde určené ako súčin kapitálovej požiadavky na solventnosť (jej súčasnej hodnoty) a nákladu na kapitál (napr. 6%, ktoré nastavil švajčiarsky supervízor, ktorý použil prvýkrát tento prístup v Swiss Solvency Test).

CoC je známy parameter používaný napr. aj v capital asset pricing model (CAPM). Skladá sa z bezrizikovej úrokovej miery a **rizikovej marže** (risk margin). Bezriziková úroková miera je kompenzácia za časovú hodnotu peňazí a riziková marža je dodatočná prirážka za rizikovú investíciu. [1] Diskontovaním budúcich peňažných tokov poisťných záväzkov sme však už zahrnuli časovú hodnotu peňazí. Teda CoC prístup na výpočet MVM berie do úvahy len rizikovú maržu. Čiže napr. ak bezriziková miera je 5 % a CoC je 11%, potom riziková marža je 6 %. 5% úrokovú mieru použijeme na diskontovanie pri rátaní best estimate hodnoty TR a 6% sadzbu na vyrátanie MVM.

1.3. Finančné výkazníctvo

Súvaha vyjadruje vzťah medzi majetkom, cudzími a vlastnými zdrojmi. Cudzie vlastné zdroje tvoria najmä technické rezervy poisťovne.

Väčšina bežných firiem je charakteristická krátkodobými transakciami (napr. predaj tovarov), a tak sú aj ich účtovné závierky veľmi presné (väčšina transakcií bola uzavretá už počas roka). Naproti tomu poisťné zmluvy (hlavne životné) sú v priemere dlhodobé. Je preto

potrebné vystavať spôsob ocenenia takýchto záväzkov. Ocenenie by malo byť založené na predpokladoch o budúcej zaplatenosti (persistency), mortalite, morbidite, úrokoch a nákladoch na prevádzku [5]. Zmeny v týchto predpokladoch však môžu mať dramatický vplyv na účtovnú závierku. Preto regulátori zvyčajne požadujú používať konzervatívne predpoklady. Konzervatívny prístup ale znižuje príjmy, a tým sú vlastné zdroje akciových spoločností ekonomicky nerealistické. Preto existujú rôzne typy vykazovania, zvlášť napr. pre regulátora, daňový orgán (finančné účtovníctvo – právne stanovený obsah) a zvlášť pre akcionárov, manažérov (manažérske účtovníctvo – nemá právne stanovený rozsah). Existujú tri základné typy finančného vykazovania, ktoré môžu byť vyžadované:

Štatutárne účtovné štandardy – právna úprava finančného účtovníctva krajiny, v ktorej má spoločnosť sídlo.

Medzinárodné účtovné štandardy – sú výsledkom pokusu o harmonizáciu účtovných štandardov. Majú za úlohu zosúladiť obsah účtovných závierok v rôznych krajinách. **Neobsahujú však účtovné postupy**, slúžia skôr na úpravu výstupov, aby hlavne akcionári a veritelia boli porovnateľne informovaní o svojich investíciách a nemuseli sa naučiť zvlášť účtovné pravidlá každej krajiny. Dodržiavanie týchto štandardov nie je všeobecne povinné zo zákona. Dodržiavať ich je ale pre firmy výhodné, napr. povinnosť účtovať týmito štandardmi si vyžaduje Komisia pre cenné papiere a burzy, aby mohla byť firma obchodovateľná na burze.

Medzinárodné štandardy finančného vykazovania **IAS/IFRS** (angl. *International Financial Reporting Standards*, IFRS; do roku 2001 nazývané *Medzinárodné účtovné štandardy* - angl. *International Accounting Standards*, IAS) sú systémom medzinárodných účtovných štandardov používaných v Európe. Spojené štáty americké používajú vlastné štandardy US GAAP (angl. *Generally Accepted Accounting Principles*).

Daňové účtovníctvo – účtovníctvo vyžadované daňovým orgánom na potreby výpočtu dane z príjmov.

Podľa Nariadenia EÚ č.1606/2002 musia od 1. januára 2005 byť všetky konsolidované účtovné závierky podnikov, ktorých cenné papiere sú pripustené na

obchodovanie na regulovaných trhoch Európskej únie, zostavené podľa IFRS. Členské štáty môžu túto povinnosť rozšíriť aj na konsolidované účtovné závierky ostatných podnikov a individuálne účtovné závierky. Podľa §17a zákona o účtovníctve [6] patria na Slovensku medzi účtovné jednotky riadiace sa IFRS aj všetky poisťovne a zaist'ovne.

1.3.1. Oceňovanie aktív

Väčšinu aktív poisťovne tvorí tzv. „finančné umiestnenie“ technických rezerv. Podľa IAS 39 definujeme štyri portfólia finančných nástrojov na strane aktív [7]

Úvery a pohľadávky. Ide o nederivátové finančné aktíva s fixnými alebo určitelnými platbami a pevným dátumom splatnosti, ktoré nie sú kótované na aktívnom trhu. Patria sem napr. úvery, dlhové cenné papiere nekótované na aktívnom trhu, vklady v bankách (nie však hotovosť).

Finančné aktíva oceňované v reálnej hodnote cez výsledok hospodárenia (angl. Fair value through profit or loss, FVTPL). Vzhľadom na rovnaký spôsob oceňovania sú tu spojené dve skupiny aktív: fin. aktíva držané na obchodovanie (obstaranie so zámerom krátkodobej realizácie zisku) a fin. aktíva určené účtovnou jednotkou na ocenenie v reálnej hodnote cez výsledok hospodárenia pri prvotnom vykázaní (voľba ocenenia reálnou hodnotou). Reálnou hodnotou môže inštitúcia oceniť svoje aktíva len ak spĺňajú podmienku dosiahnutia relevantnejšej informácie, bližšie v [7].

Finančné aktíva držané do splatnosti (angl. Held to maturity, HTM). Ide o nederivátové finančné aktíva s fixnými alebo určitelnými platbami a pevným dátumom splatnosti, ktoré je spoločnosť schopná držať do splatnosti.

Finančné aktíva k dispozícii na predaj (angl. Available for sale, AFS). Pri zaradení do tejto kategórie už netreba posudzovať, či takéto aktívum spĺňa definíciu portfólia držaného do splatnosti alebo úverov a pohľadávok.

Tab. 1.1: Oceňovanie finančných aktív

Portfólio	Prvotné ocenenie	Následné ocenenie	Vykázanie následného ocenenia vo VH, resp. VI
FVTPL	RH	RH	2 voľby: 1. celé <i>hrubé precenenie</i> (zmena RH) ako jedna položka vo VH 2. - čisté precenenie vo VH a - úrokový výnos vo VH
AFS	RH+TN Dlhové nástroje: RH+TN-popl.	RH	-čisté precenenie vykázané vo VI, pri odúčtovaní(predaji) sa vykáže vo VH - úrokový výnos vo VH
HTM	RH+TN-popl.	UH	úrokový výnos vo VH

Zdroj: [7]

Vysvetlivky: VH – výsledok hospodárenia

VI – vlastné imanie,

RH – reálna hodnota,

TN – transakčné náklady,

UH – umorovaná hodnota, amortizovaná hodnota

popl. – prijaté poplatky v súvislosti s obstaraním/vznikom finančného nástroja zahŕňané podľa IAS 18 do výpočtu efektívnej úrokovej miery.

1.3.2. Oceňovanie technických rezerv

Podľa slovenskej legislatívy by mali byť technické rezervy účtované dostatočne obozretnou metódou a s konzervatívnymi predpokladmi. „Dostatočne obozretná metóda ocenenia technických rezerv nie je stanovenie najlepšieho odhadu, ale mala by zahŕňať primeranú maržu pre negatívne odchýlky predpokladov ocenenia“ [2]. Poisťovňa teda využíva vlastné vhodné metódy na výpočet technických rezerv s ohľadom na kvalitatívne požiadavky určené v zákone o poisťovníctve. Je však povinná dokázať Národnej banke Slovenska dostatočnosť technických rezerv vykonaním testu primeranosti záväzku [2]. V prípade, že výsledkom testu primeranosti technických rezerv je nedostatočnosť, poisťovňa je nútená zvýšiť svoje technické rezervy cez výkaz ziskov a strát. V prípade dostatočnosti však nedochádza k ich zníženiu.

Kapitola 2 Nástroje na meranie rizika

Ekonomický kapitál sa určuje na základe rizík, ktorým je spoločnosť vystavená. Aby sme vedeli určiť výšku požadovaného kapitálu, potrebujeme zistiť veľkosť týchto rizík, na čo nám slúžia rôzne nástroje na meranie rizika, ktorých stručný prehľad ponúkame v tejto časti.

Podľa [8] sa rizikové miery využívajú hlavne pre nasledovné účely:

- **Určenie rizikového kapitálu a kapitálovej primeranosti.** Hlavnou úlohou manažmentu riadenia rizík je určiť hodnotu kapitálu, potrebnú na pokrytie neočakávaných strát v portfóliu finančnej inštitúcie, aby splnil nároky regulátora.
- **Manažérsky nástroj.** Nástroj na limitovanie množstva rizika, ktoré je firma ochotná prijať. Napr. môžeme za pomoci nástrojov na meranie rizika určiť limity pre obchodníkov na burze.
- **Poistné.** Veľkosť poistného môžeme chápať ako mieru rizika spojeného s poistnými škodami.

2.1. Metódy na meranie rizika

Prístup nominálnej hodnoty

Ide o najstarší prístup kvantifikovania rizika. V tomto prístupe je napr. riziko portfólia cenných papierov definované ako vážená suma rizika jednotlivých cenných papierov v portfóliu. Váhy môžu byť faktorom, reprezentujúcim rizikovosť triedy aktív. Tento prístup má výhodu vo svojej jednoduchosti, avšak nerobí rozdiel medzi krátkou a dlhou pozíciou a nezohľadňuje výhody diverzifikácie. Problém má aj s portfóliami skladajúcich sa z derivátov.

Faktory citlivosti

Tieto miery hovoria o zmene v hodnote portfólia, keď sa zmení jeden z preddefinovaných podkladových rizikových faktorov. Dôležitými mierami faktorov citlivosti sú napr. durácia pre dlhopisy, tzv. Greeks pre deriváty (Delta, Vega ...). Problém pri týchto mierach však nastáva pri ich agregovaní (napr. nedáva zmysel sčítovať vega a deltu

portfólia opcií). Preto ani nie sú veľmi použiteľné v určovaní kapitálovej primeranosti, avšak môžu byť užitočné pri určovaní limitov na investovanie.

Rizikové miery založené na pravdepodobnostnom rozdelení strát

Väčšina moderných mier rizika sú štatistické veličiny popisujúce podmienené alebo nepodmienené pravdepodobnostné rozdelenie strát portfólia za určitý čas. Príkladom sú známe metódy ako metóda variancie, Value-at-Risk a metóda expected shortfall. Výhoda tejto skupiny mier je, že koncept rozdelenia strát dáva zmysel na všetkých úrovniach agregácie, odráža efekt diverzifikácie a portfólio môže byť porovnané s inými portfóliami. Nevýhodami je, že rozdelenie je založené na historických dátach a nemusí reflektovať budúce riziko, takisto je to náročnosť pre veľké portfólia.

Rizikové miery založené na scenároch

Tento prístup zvažuje viacero možných budúcich vývojev rizikových faktorov (scenárov), napr. 10% nárast kľúčového výmenného kurzu alebo 20 % pokles v hodnote akcií. Riziko portfólia je potom určené ako maximálna strata portfólia zo všetkých scenárov, pričom extrémne scenáre môžu byť zmiernené cez váhový koeficient.

2.2. Value-at-Risk

Táto miera patrí medzi najpoužívanjšie rizikové miery vo finančných inštitúciách. budeme ju používať aj v tejto práci, nakoľko je hlavnou mierou pripravovanej legislatívy týkajúcej sa solventnosti poisťovní, Solvency II, ktorú si podrobnejšie priblížime v časti 4.2.

Value at risk (ďalej aj „VaR“) je miera maximálnej možnej straty hodnoty portfólia finančných nástrojov, s určitou pravdepodobnosťou za vopred stanovený horizont Δ [9].

Definujeme si distribučnú funkciu $F_L = P(L \leq l)$, kde L je náhodná veličina, vyjadrujúca stratu, pričom nebudeme rozlišovať medzi L a L^Δ (strata za čas Δ), ani medzi podmieneným a nepodmieneným rozdelením. Predpokladáme, že táto voľba bola urobená na začiatku analýzy. [8]

Definícia 2.1 Nech α (napr. 99%) je hladina spoľahlivosti, $\alpha \in (0,1)$. VaR portfólia pri danej hladine spoľahlivosti α je najmenšia hodnota l taká, že pravdepodobnosť, že strata L presiahne l nie je väčšia ako $(1 - \alpha)$, teda:

$$VaR_\alpha = \inf \{l \in \mathbb{R}: P(L > l) \leq 1 - \alpha\} = \inf \{l \in \mathbb{R}: F_L(l) \geq \alpha\}$$

Jednoduchšie povedané VaR je daný α -kvantil rozdelenia strát. Kvantilová funkcia je definovaná ako zovšeobecnená inverzná funkcia distribučnej funkcie [8].

Definícia 2.2 Nech $T: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ je rastúca funkcia. Zovšeobecnená inverzná funkcia T je definovaná ako $T^\leftarrow(y) = \inf\{x \in \mathbb{R}: T(x) \geq y\}$, pričom za infimum prázdnej množiny pokladáme ∞ .

Definícia 2.3 Nech $F: \mathbb{R} \rightarrow [0,1]$ je distribučná funkcia. Potom $F^\leftarrow$ sa nazýva aj kvantilová funkcia F . Pre $\alpha \in (0,1)$ je α -kvantil F daný ako:

$$q_\alpha(F) := F^\leftarrow(\alpha) = \inf\{x \in \mathbb{R}: F(x) \geq \alpha\}$$

V prípade, že F je spojitá a rastúca, potom $q_\alpha(F) := F^{-1}(\alpha)$, kde F^{-1} je inverzná funkcia F . Pre náhodnú veličinu X určenú distribučnou funkciou F sa používa aj zápis $q_\alpha(X) := q_\alpha(F)$.

Nasledujúca tabuľka uvádza hodnoty VaR pri rôznych pravdepodobnostných rozdeleniach.

Tab. 2.1: VaR pre rôzne distribučné funkcie strát

Distribučná funkcia	$VaR_\alpha[X]$	
Normálne rozdelenie	$X \sim N(\mu, \sigma^2)$	$\mu + \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma$
Lognormálne rozdelenie	$\ln X \sim N(\mu, \sigma^2)$	$e^{\mu + \Phi^{-1}(\alpha) \cdot \sigma}$
Studentovo rozdelenie	$t_v \sim N(\mu, \sigma^2)$	$\mu + T_v^{-1}(\alpha) \cdot \sigma$
Exponenciálne rozdelenie	$X \sim \exp(1/\theta)$	$\theta \cdot \ln(1 - \alpha)$

Zdroj: [4] s. 215

Mean VaR

Miera mean VaR sa niekedy používa na účely kapitálovej primeranosti namiesto klasického VaR

$$VaR_{\alpha}^{mean} := VaR_{\alpha} - \mu$$

V prípade, že časový horizont sa rovná jednému dňu, mean VaR sa označuje aj ako **denný zárobok v ohrození**. V prípade krátkeho časového horizontu je rozdiel medzi VaR a mean VaR zanedbateľný, pretože μ je blízke nule.

2.2.1. Vlastnosti VaR

Podľa [4] VaR spĺňa nasledujúce vlastnosti:

- **Objektívnosť**: nezáleží na riziku samotnom, ale na pravdepodobnostnom rozdelení
- **Pozitívna homogenita**: $VaR(aX) = aVaR(X)$, $a \geq 0$
- **Invariantnosť voči posunu**: $VaR(X + b) = VaR(X) + b$, $\forall b \in \mathbb{R}$
- **Monotónnosť**: $X \leq Y \Rightarrow VaR(X) \leq VaR(Y)$
- **Komonotónna aditivita**: $VaR(X+Y) = VaR(X) + VaR(Y)$ pre komonotónne náhodné premenné X a Y . (komonotónne náhodné premenné charakterizuje najmä silná pozitívna závislosť)
- **Podmienka regulátora**: Pre ľubovoľnú náhodnú dvojicu (X, Y) a dané $\varepsilon \in (0, 1)$, kapitálová požiadavka na solventnosť C_{SCR} musí spĺňať podmienku [4]:

$$\begin{aligned} & E[(X + Y - C_{SCR}[X, Y])^+] + \varepsilon \cdot C_{SCR}(X + Y) \\ & \leq E[(X - C_{SCR}[X])^+] + E[(Y - C_{SCR}[Y])^+] + \varepsilon \cdot C_{SCR}(X) + \varepsilon \cdot C_{SCR}(Y) \end{aligned}$$

Číslo ε môže byť menšie alebo rovné požadovanému CoC. $\varepsilon \cdot C_{SCR}(X + Y)$ teda vyjadruje náklady na držanie kapitálu. $E[(X + Y - C_{SCR}[X, Y])^+]$ vyjadruje náklady na insolventnosť (stredná hodnota dodatočnej straty v prípade insolventnosti – rozdiel medzi veľkosťou očakávanej straty za podmienky, že prekročí C_{SCR} a hodnotou C_{SCR}). Ideou tejto podmienky je snaha určiť optimálnu kapitálovú požiadavku - minimalizovať náklady na insolventnosť (čo nás vedie k požiadavke na vyšší kapitál) a minimalizovať CoC (vedie k nízkemu kapitálu). Inak povedané, podmienka môže byť braná ako kompromis medzi

požiadavkou „subaditivity“ a „nie príliš veľkej subaditivity“. Bližší popis a odvodenie vid'. v [4].

- **Subaditivita**, platí len pre eliptické riziká: $VaR(X + Y) \leq VaR(X) + VaR(Y)$

Nesplňanie subaditivity je často označovaná nevýhoda miery VaR. Táto vlastnosť neplatí napr. pre rozdelenia s veľmi ťažkými chvostmi (neexistuje prvý moment - priemer), pre veľmi šikmé rozdelenia Nesubaditivita je v rozpore s myšlienkou diverzifikácie. Ak nie je totiž podmienka subaditivity splnená, môže byť VaR spojeného portfólia väčšie ako súčet VaR samostatných portfólií.

2.2.2. TVaR

Ďalšou výčitkou voči VaR je, že nehovorí nič o veľkosti straty, ak strata presiahne hodnotu VaR. V nasledujúcej časti si predstavíme miery, ktoré odstraňujú tento nedostatok a takisto splňajú aj podmienku subaditivity.

Definícia 2.4 Pre stratu L : $E(|L|) < \infty$ a distribučnú funkciu F_L môžu byť definované na hladine spoľahlivosti $\alpha \in (0,1)$ nasledujúce miery:

$$\text{Tail VaR:} \quad TVaR_\alpha = \frac{1}{1-\alpha} \int_\alpha^1 VaR_u(L) du$$

$$\text{Conditional tail expectations} \quad CTE_\alpha = E[X|X > VaR_\alpha(X)]$$

Miery popisujúce len očakávanú hodnotu strát prevyšujúcich VaR:

$$\begin{aligned} \text{Conditional VaR:} \quad CVaR_\alpha(X) &= E[X - VaR_\alpha(X) | X > VaR_\alpha(X)] = \\ &= CTE_\alpha - VaR_\alpha(X) \end{aligned}$$

$$\text{Expected shortfall:} \quad ES_\alpha(X) = E[(X - VaR_\alpha)^+]$$

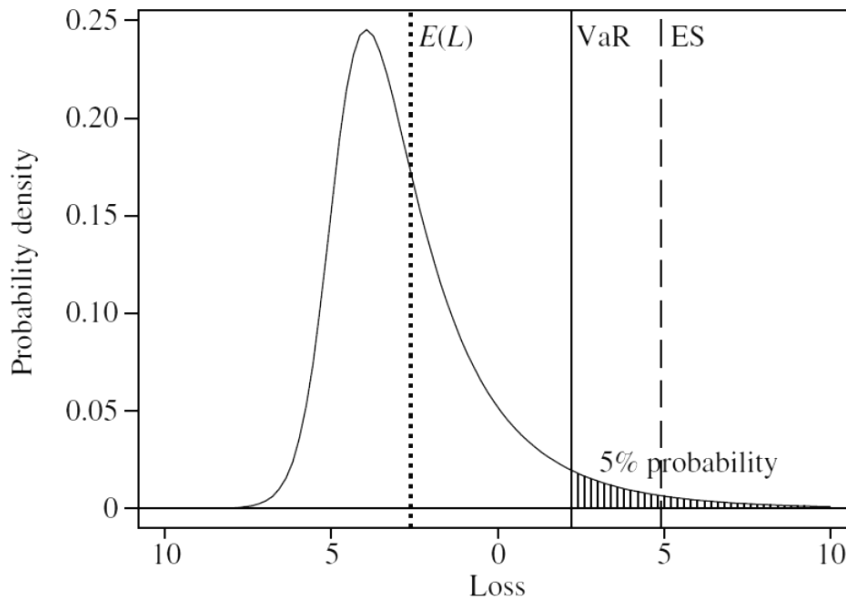
Ak je F_L spojitá funkcia, potom $TVaR_\alpha = CTE_\alpha$ a $P[X > VaR_\alpha(X)] = 1 - \alpha$. Ďalšie rovnice popisujúce vzťahy medzi vyššie uvedenými mierami sú nasledovné:

1. $TVaR_\alpha = VaR_\alpha(X) + \frac{1}{1-\alpha} ES_\alpha(X)$
2. $CTE_\alpha = VaR_\alpha(X) + \frac{1}{P[X \leq VaR_\alpha(X)]} ES_\alpha(X)$

$$3. CVaR_{\alpha}(X) = \frac{1}{P[X \leq VaR_{\alpha}(X)]} ES_{\alpha}(X)$$

V niektorých literatúrach môže byť definovanie týchto mier rozdielne. Často sa napr. môžeme stretnúť s tým, že nami definované miery TVaR a CTE sú označované ako expected shortfall, napr. v [8]. My sme sa rozhodli držať terminológie z [4].

Obr. 2.1: Príklad pravdepodobnostného rozdelenia strát



Zdroj: [8]

2.2.3. VaR vs. TVaR

Koherentná (dobrá) riziková miera by mala spĺňať nasledujúce vlastnosti [8]: invariantnosť voči posunutiu, subaditivitu, pozitívnu homogenitu a monotónnosť.

Takouto mierou je TVaR. Nakoľko VaR nespĺňa plne (ale len pre určité rozdelenia) podmienku subaditivity, nemôžeme ju vo všeobecnosti pokladať za koherentnú rizikovú mieru.

Aj napriek tomu, že TVaR vyzerá byť „lepšou“ mierou ako VaR, tvorcovia modelu na výpočet kapitálovej požiadavky na solventnosť v pripravovanom projekte Solvency II sa rozhodli pre mieru VaR. Výhody používania VaR oproti TVaR uvádzajú nasledovné [10]:

- VaR sa stala všeobecne akceptovanou rizikovou mierou a mnoho poisťovacích a iných finančných inštitúcií touto mierou v súčasnosti meria a riadi svoje riziká.
- Koncepcne je VaR ľahšie a jednoduchšie interpretovateľná tretím stranám. Preto je tu predpoklad, že môže byť zakotvená priamo v rozhodovaní a riadení firmy. TVaR je zložitejšie a vyžaduje si väčšie znalosti štatistiky.
- TVaR je náročnejšia na výpočet. Vyžaduje si úplnú informáciu o rozdelení strát. Podrobnosti o rozdelení na chvoste obvykle nie sú k dispozícii a vyžadujú si ďalšie subjektívne predpoklady, čo prispieva k celkovej zložitosti avšak bez toho, aby bol systém robustnejší.
- TVaR nie je kompatibilná s používaním scenárov v rámci štandardného prístupu, uvedenom v Solvency II. Naopak pomocou VaR je možné definovať šok alebo scenár pri požadovanej úrovni spoľahlivosti.

V prípade, že si poisťovňa myslí, že jej riziko by lepšie popísala miera TVaR alebo ju už používa vo svojom internom modeli, Solvency II umožňuje použitie interného modelu namiesto štandardného (v prípade jeho schválenia regulátorom). Použitie alternatívnej miery rizika je v internom modeli prípustné za predpokladu, že je v súlade s určenou 0,5% pravdepodobnosťou ekonomickej nesolventnosti. Tu treba podotknúť, že 99,5% VaR nie je to isté ako 99,5% TVaR. Na ilustráciu vzťahu medzi VaR a TVaR, založenom na normálnom rozdelení, slúži nasledujúca Tab. 2.2. Tabuľka ukazuje potrebnú kalibráciu na vytvorenie rovnakej úrovne kapitálu v rámci oboch mier. Rozdiely môžu byť výraznejšie v prípade šikmejších rozdelení, typických práve v poisťovníctve.

Tab. 2.2: Kvantily VaR a TVaR vedúce k ekvivalentnej požiadavke na kapitál pre normálne rozdelenie

From VaR	To TVaR	From TVaR	To VaR
99,0%	97,2%	99,0%	99,62%
99,5%	98,7%	99,5%	99,81%
99,9%	99,7%	99,9%	99,96%

Zdroj: [10]

Kapitola 3 Ekonomický kapitál

Ekonomický kapitál je minimálna kapitálová rezerva potrebná na pokrytie všetkých neočakávaných strát, ktoré môžu byť spôsobené rôznymi rizikami, ktorým je poisťovateľ vystavený v určitom časovom horizonte a pri danom intervale spoľahlivosti. Interval spoľahlivosti zodpovedá internej ratingovej ambícii. [1]

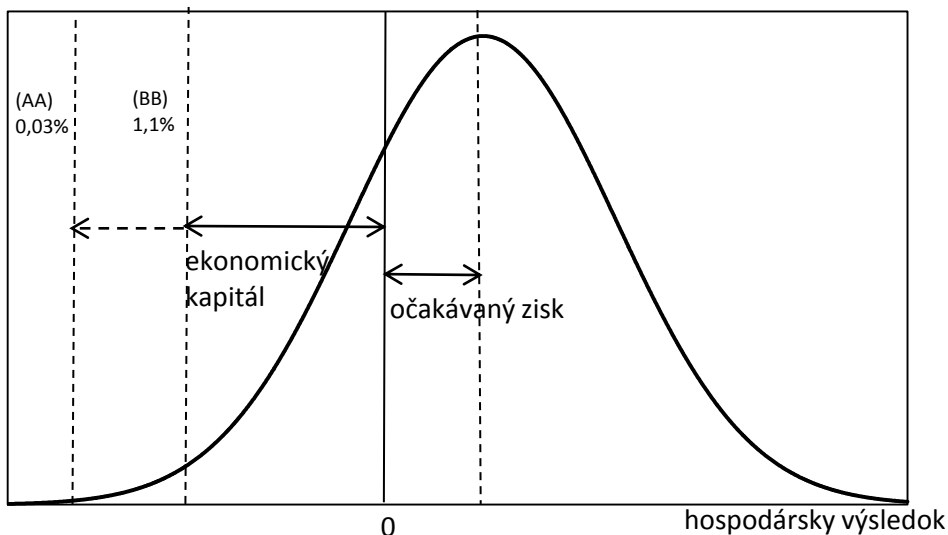
Tab. 3.1: Ratingy a pravdepodobnosť zlyhania

Ratingová agentúra	Ratingy						
Moody's	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa
S&P	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
Pravdepodobnosť zlyhania za jeden rok (v %)	0,01	0,03	0,07	0,20	1,10	3,50	16,00

Zdroj: [1]

Hlavným z dôvodov držania kapitálu v podniku je absorbovať extrémne neočakávané straty, čo zaručuje dlhodobú kontinuitu, a tým možnosť firmy podieľať sa na budúcich ziskoch. Takáto forma internej minimálnej požiadavky na kapitálovú rezervu sa nazýva „ekonomický kapitál“, aby sa tak poukázalo na jeho ekonomické pozadie.

Obr. 3.1 : Ekonomický kapitál



Zdroj: [1]

Ako je vidieť na Obr. 3.1, poisťovňa nastavuje poistné za svoje produkty s predpokladom zisku, preto je stred hustoty rozdelenia hospodárskeho výsledku situovaný mierne doprava od nuly. Graf rozdelenia ukazuje možné dosiahnutie hospodárskeho výsledku za časový interval a pravdepodobnostné rozdelenie takéhoto výsledku. Pre vyhnutie sa problémom pri neočakávaných stratách musíme nastaviť výšku požadovaného ekonomického kapitálu, ktorý by mohol prípadnú stratu absorbovať. Pokryť všetky možné straty je v poisťovníctve nemožné. Preto sa nepočíta s extrémnymi situáciami s veľmi malou pravdepodobnosťou, pri ktorých straty môžu prekročiť držaný kapitál a znamenať bankrot. Ak si vyberieme spoločnosť s nastavenou prijateľnou pravdepodobnosťou bankrotu 0,05% znamená to že v 99,95% prípadoch musí kapitál pokryť prípadné straty za určité obdobie (zvyčajne jeden rok). Ako sme spomínali, pravdepodobnosť, pri ktorej chce poisťovňa obstáť pri extrémnych stratách sa určuje podľa vnútornej ratingovej ambície. Napr. interval spoľahlivosti 99,95% (0,05% pravdepodobnosť zlyhania) zodpovedá ratingovému stupňu A+ podľa ratingovej agentúry Standards & Poors (ďalej aj „S&P“), resp. A1 podľa Moody's.

Očakávanú hodnotu často označujeme aj výrazom best estimate – „najlepší odhad“ a výraz pre najhoršiu neočakávanú stratu pri určitej hladine spoľahlivosti nazývame aj worst case – „najhorší scenár“.

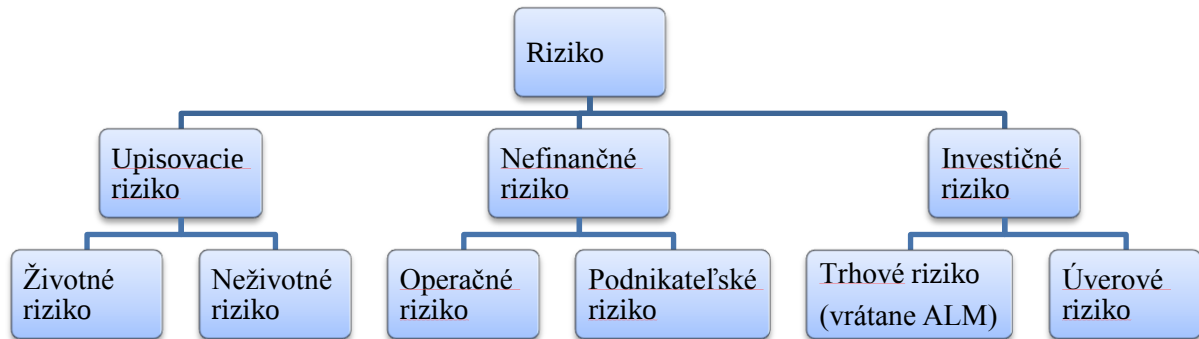
Dôležitým dôvodom držania kapitálu je požiadavka dohľadu nad poisťovňami na minimálnu kapitálovú rezervu, aby sa tak ochránili záujmy poistníkov a chránila stabilita ekonomiky (kapitál požadovaný regulátorom). Úloha obidvoch kapitálov (ekonomický a kapitál požadovaný regulátorom) je však rovnaká, a to absorbovať možné straty z rizík.

Druhy rizík a ekonomický kapitál potrebný na ich krytie

Pod rizikom, ako ho chápe poisťovateľ, rozumieme riziko nepriaznivého vychýlenia sa od očakávania. Napr. poisťovňa očakáva, že priemerný počet krádeží je 2 z 1000 áut, a to premietne do svojho poistného. V prípade, že za rok ukradnú 10 áut z 5000, touto poisťovňou poistených áut, nepredstavuje to pre poisťovňu zvýšené „riziko“, pretože poistné udalosti vie vyplatiť z poistného, aj keď pre jednotlivých klientov krádež predstavuje riziko. Priaznivé vychýlenie, napr. 2 z 5000 nie je poisťovňou chápané ako riziko.

V literatúre sa využívajú rôzne klasifikácie rizík, my sme sa rozhodli pre terminológiu podobnú tej z pripravovanej legislatívy Solvency II. V tejto časti budeme takisto čerpať inšpiráciu zo zdroja Risk Management for Insurers : Risk Control, Economic Capital and Solvency II. [1]

Obr. 3.2: Kategórie rizík



Zdroj: [1]

Z hľadiska rizika sú dôležité tri aspekty: riadenie rizika (pozorovanie, prijímanie opatrení s cieľom obmedziť straty), financovanie rizika (vyčlenenie kapitálu, zaistenie), redukcia rizika (zastavenie rizikových aktivít, diverzifikácia). V tejto práci sa budeme zameriavať hlavne na financovanie rizika, a to cez výpočet ekonomického kapitálu potrebného na pokrytie strát, ktoré môžu vzniknúť za rok s určitou pravdepodobnosťou. Tento prístup je uplatnený aj v Solvency II. Tento projekt s názvom je však širší, jeho ambíciou je, cez požiadavky na financovanie rizík, sa stať aj nástrojom na riadenie a znižovanie rizík a prepojiť takto, vyššie uvedené, tri aspekty. Spoločnosti, ktoré nemerajú a neriadia riziká budú adekvátne penalizované cez väčšiu kapitálovú požiadavku.

V ďalšom stručne popíšeme jednotlivé kategórie rizík, možnosti ich kontroly a spôsoby stanovenia ekonomického kapitálu.

3.1. Upisovacie riziko

Upisovacie riziko je v neživotnom poistení riziko nedostatočného poistného, prípadne nedostatočných technických rezerv. V životnom poistení ide o riziko straty kvôli inej

úmrtnosti než očakávanej, resp. v jej zmene oproti očakávaniam počas trvania poistenia. Riziko môže vzniknúť aj z dôvodu zvýšenej stornovanosti alebo nákladovosti na zmluvách.

3.1.1. Životné upisovacie riziko

Pre poistné zmluvy uzatvorené na smrť je pre poisťovňu rizikom, ak je úmrtnosť vyššia ako očakávaná. Naopak pri zmluvách na dožitie a pri dôchodkoch je pre poisťovňu riziková nižšia úmrtnosť, ako tá s ktorou sa rátalo pri kalkulovalí poistného. Preto životné riziko delíme na riziko úmrtnosti a dlhovekosti. Ich základnými zložkami sú :

- **riziko volatility** – riziko výkyvov od očakávanej strednej hodnoty úmrtnosti za normálnych okolností.
- **riziko trendu** - riziko zmien v súčasne odhadovanom trende vývoja úmrtnosti. Toto riziko sa môže ešte deliť na riziko parametrov (používanie zlých parametrov, pričom model je správny) a riziko modelu (napr. použitie nesprávneho štatistického rozdelenia)
- **riziko katastrofy** – je väčšie a typické najmä pre riziko úmrtnosti (vojna, epidémia). Pre riziko dlhovekosti sa táto zložka neberie do úvahy, aj keď existuje možnosť výskytu tohto rizika (napr. objavenie lieku na smrteľnú chorobu)

Kontrolovanie rizika

Poisťovňa nevie ovplyvniť čas smrti jednotlivých klientov, môže si však určiť, ktorých klientov prijme, resp. neprijme do poistenia a za akých podmienok. Ďalšou možnosťou je podporovať klientov v zdravom životnom štýle, napr. cez zľavy v športových strediskách.

Na kontrolovanie rizika sa dá využiť aj fakt, že úmrtnostné riziko a riziko dlhovekosti vznikajú pri opačných odchýleniach sa od očakávania. Pri dobrom rozložení portfólia teda môžeme čiastočne kontrolovať celkové životné riziko.

Ekonomický kapitál

Výpočet pre ekonomický kapitál je založený ne stress testoch najlepšieho odhadu poistných záväzkov. Hovorí o tom, koľko kapitálu treba na pokrytie extrémnych výkyvov v tejto hodnote.

Ekonomický kapitál sa kvantifikuje najprv pre každé riziko zvlášť (riziko volatility dlhovekosti, riziko trendu dlhovekosti...). Výsledný kapitál berie do úvahy diverzifikáciu, napr. medzi úmrtnosťou a dlhovekosťou. Na výpočet ekonomického kapitálu pre riziko volatility sa používajú buď pravdepodobnostné rozdelenia alebo simulačné modely. Pri riziku trendu sa zas využívajú regresné techniky. Pri katastrofickom riziku sa používajú najmä jednoduché metódy ako pre násobenie rezerv štandardným faktorom, použitie dvoj- alebo trojnásobnej volatility, použitie zvýšenej mortality z čias španielskej chrípky, ale aj zložitejšie metódy ako teória extrémnych hodnôt [1].

3.1.2. Neživotné upisovacie riziko

Poistné plnenie v životnom poistení závisí väčšinou len od poistnej sumy. Plnenie v neživotnom poistení, ale navyše závisí aj od výšky vzniknutej škody, resp. straty. Neživotné riziko sa skladá z týchto troch zložiek:

- **riziko nedostatočného poistného** – riziko, že v aktuálnom roku vznikne viac nárokov a/alebo ich hodnota bude väčšia ako bolo očakávané.
- **riziko nedostatočnosti rezerv na poistné plnenia** – riziko, že technické rezervy na poistné plnenia nie sú vytvorené v dostatočnej výške. Týka sa rezerv RBNS (angl. Reporter But Not Settled, nahlásené, ale nezlikvidované), IBNR (angl. Incurred But Not Reported, vzniknuté, ale nenahlásené) a IBNER (angl. Incurred But Not Enough Reported, vzniknuté, ale nedostatočne hlásené). Typické je napr. pre úrazové poistenie, kedy následky úrazu môžu byť zaznamenané aj niekoľko rokov po poistnej udalosti alebo pre poistné udalosti končiace na súdoch.
- **katastrofické riziko** – riziko veľkých katastrof, napr. prírodných ako povodne, hurikány.

Kontrolovanie rizika

Klasickými nástrojmi na obmedzenie rizika je vyžadovanie alarmov, požiarnych hlásičov a iných bezpečnostných opatrení od poistených. Ďalej sú to napríklad výnimky z terorizmu, používanie povodňových máp... Dobrým spôsobom na zmiernenie neživotného rizika je aj zaistenie. Zaistením poisťovňa postúpi časť svojho záväzku zaist'ovní za časť poistného obdržaného od klienta. Najznámejšie formy zaistenia sú proporčné zaistenie

(zaist'ovňa sa percentuálne podieľa na škodách nad určitou hranicou) a XOL kontrakty (excess of loss contracts; pri prekročení dohodnutej hranice nesie straty zaist'ovňa, a to do ďalšej hranice, hranice pokrytia zaist'ovňou). Ďalšou možnosťou sú CAT dlhopisy („katastrofické dlhopisy“), deriváty na počasie... .

Ekonomický kapitál

Pre každú zložku neživotného rizika existujú samostatné metódy na výpočet ekonomického kapitálu. Pre riziko nedostatočného poistného sú to metódy založené na rozdeleniach pravdepodobnosti vzniku škôd a veľkosti nárokov. Z pozorovaní škôd je zrejmé, že je tu veľká pravdepodobnosť, že žiadne škody nenastanú a malá pravdepodobnosť obrovských škôd. Preto sú pre pravdepodobnosti vzniku škôd často používané poissonovo alebo negatívne binomické rozdelenie a pre veľkosť nárokov lognormálne alebo gamma rozdelenie. Simuláciami z týchto dvoch rozdelení získame výsledné rozdelenie pre ročný objem škôd a z neho následne pri použití vybraného intervalu spoľahlivosti aj ekonomický kapitál, potrebný na krytie poistného rizika. Výpočet pre ekonomický kapitál potrebný na krytie rizika nedostatočnosti rezerv na poistné plnenia je založený najmä na trojuholníkovej metóde a na krytie katastrofického rizika je založený na rôznych modeloch a využití simulačných softvérov.

3.2. Nefinančné riziko

Jedno z možných delení nefinančného rizika je na operačné riziko a riziko podnikania.

3.2.1. Operačné riziko

Operačné riziko je riziko strát z dôvodu neadekvátnych alebo chybných interných procesov, systémov, ľudských chýb alebo vonkajších udalostí. Straty z tohto rizika sú ťažko kvantifikovateľné, ide skôr o nepriame škody ako poškodenie reputácie a strata príležitostí. Má veľké prekrytie aj s ostatnými rizikami, veľa strát je práve spôsobených kombináciou operačného a iného rizika. Príkladom je prípad z roku 2005, kedy holandská skupina ING priznala chybu IT systémov: systém na oceňovanie a systém na administráciu konečných zmlúv neboli dobre prepojené. Klientom, ktorí mali produkty s garanciami, neboli tieto

garancie vyplatené, alebo dostali nižšie, čo viedlo k mnohým sťažnostiam a poškodeniu reputácie poisťovne. [1]

Kontrolovanie rizika

Existuje mnoho spôsobov ako kontrolovať a obmedziť straty vyplývajúce z operačného rizika:

- Vznik špeciálnych oddelení ako interný audit, oddelenie controllingu, oddelenie riadenia rizík.
- Zavedenie kontrolných procesov, napr. kontrola štyroch očí. Likvidácia poistnej udalosti alebo platba je prijatá len ak je odsúhlasená dvomi ľuďmi, predíde sa tak podvodom, ale aj neúmyselným chybám.
- Plán obchodnej kontinuity (angl. BCP - Business Continuity Plan). Tvorba záloh, plán postupu pri spadnutí IT systémov, sťahovaní, popr. aj v prípadoch, ak je budova z určitých príčin nedostupná.
- Rozšíriť medzi zamestnancov povedomie o možných rizikách. Prečo nemôžu svoje heslá prezradiť kolegom, prečo musia vždy identifikovať klienta.
- Samoohodnocovanie rizika je tiež spojené s rozširovaním povedomia o rizikách medzi zamestnancami. Tí potom na každej úrovni firmy môžu hľadať slabiny a riešenia v procesoch firmy.

Operačné riziko musí byť kontrolované na oveľa nižšej úrovni ako iné riziká. Každý zamestnanec by mal mať nastavené určité kontroly vo svojej práci.

Ekonomický kapitál

V meraní operačného rizika pre potreby ekonomického kapitálu hrajú úlohu hlavne tieto tri zložky:

- **údaje o stratách** – Na základe historických údajov o stratách môžeme získať ich pravdepodobnostné rozdelenie. Na jeho odhad je však potrebný veľký počet dát. Poisťovňa má zvyčajne málo dát o závažných prípadoch, a tak môžu byť využité aj externé dáta, ktoré však nemusia dostatočne dobre vystihovať stav a podmienky danej poisťovne. Ekonomický kapitál je potom určený na základe tohto rozdelenia ako

rozdiel medzi očakávanou stratou a najhorším scenárom, určeným na základe požadovanej hladiny spoľahlivosti.

- **skórové karty a samoohodnocovanie** – štrukturovaný dotazník, pýtajúci sa na určitú udalosť, napr.: ako často môže padnúť IT systém, aká veľká škoda môže pri tom vzniknú. Na základe tohto subjektívneho pozorovania potom môže manažér rizík odhadnúť aj pravdepodobnostné rozdelenie udalosti a následne ekonomický kapitál na pokrytie rizika vyplývajúceho zo vzniku takejto udalosti.
- **KRI a KCI (Key Risk Indicator - kľúčový ukazovateľ rizika , Key Control Indicator - kľúčový ukazovateľ kontroly)** – KRI hovorí o pravdepodobnosti a vplyve rizika a KCI o jeho kontrole. Často sú aplikované ako doplnok k vyššie uvedeným metódam.

Problémom v zbieraní dát môže byť nevôľa manažérov priznávať a registrovať chyby na ich oddeleniach, resp. ich náchylnosť zmiernovať význam rizika. Preto by mali byť údaje overené nezávislým subjektom, napr. oddelením auditu, ale aj kvalifikovaným manažérom pre riziká [1].

3.2.2. Riziko podnikania

Riziko podnikania je riziko strát z dôvodu zmeny v konkurenčnom prostredí alebo vnútornej flexibilitate firmy. Príkladom takéhoto rizika je napríklad zmena v daňovej politike štátu, v ktorom poisťovňa vykonáva svoju činnosť. Do konca roku 2002 boli napr. v Holandsku fiškálne podporované anuity. Keď sa táto podpora skončila trh s anuitami dramaticky spadol. [1]

Pod toto riziko je často zaradované aj riziko stornovanosti a nákladovosti, pretože oveľa viac súvisí so správaním klienta a s organizačnou nákladovou štruktúrou ako s upisovaním. My sme sa ho však rozhodli zaradiť pod upisovacie riziko, aby sme sa čo najviac zosúladiť s klasifikáciou rizík podľa Solvency II.

Ekonomický kapitál

Prístupy k ekonomickému kapitálu pre riziko podnikania predstavené v tejto kapitole budú prevzaté z bankového sektoru.

- **Metóda analogickej firmy** – porovnanie činností poisťovne s nefinančnou spoločnosťou. Táto metóda je založená na predpoklade, že kapitál, napr. poradenskej spoločnosti by mal pokryť podnikateľské riziko poisťovne, nakoľko takáto firma nečelí investičnému ani upisovaciemu riziku.
- **Volatilita príjmu** – používa sa pri ňom obrat firmy očistený o iné riziká. Následne na základe historických údajov (ak je to potrebné je vykonaná korekcia obrátov z dôvodu ich ročného rastu) je vytvorené pravdepodobnostné rozdelenie obrátu. Na jeho základe sa potom ako rozdiel očakávaného obrátu a najhoršieho scenára určí ekonomický kapitál potrebný na krytie podnikateľského rizika.
- **Analýza scenárov** – identifikujú sa najväčšie hrozby v konkurenčnom prostredí, čiže jednotlivé scenáre. Tie sú potom skúmané a na základe ich pravdepodobnosti výskytu, ich vplyvu a reakcie manažmentu je určený ekonomický kapitál.

3.3. Investičné riziko

Hlavné kategórie investičného rizika sú trhové a úverové riziko, príp. riziko likvidity.

3.3.1. Trhové riziko

Pod trhovým rizikom rozumieme možnú stratu z dôvodu zmeny trhových premenných ako sú napr. ceny akcií, úrokové miery, výmenné kurzy. Zahŕňa v sebe aj riziko súvisiace s riadením súladu aktív a pasív (asset and liability match, ALM). [1]

Poisťovňa svoje prostriedky investuje najmä do dlhopisov, hypotekárnych záložných listov, akcií, menšinovo do nehnuteľností a čiastočne aj do derivátov slúžiacich predovšetkým na hedžovanie. Investovanie by malo prebiehať takým spôsobom, aby aktíva vhodne kryli budúce záväzky poisťovne. Čiže peňažné toky z investícií by mali čo najlepšie prekryvať výplaty klientom, t.j. peňažné toky z technických rezerv. Ak je riadenie aktív a pasív ideálne a investície vhodne kryjú technické rezervy, pohyby na trhoch nemajú významné následky na poisťovňu (na báze trhovej hodnoty aktív a pasív). Ak je tu však nesúlad, poisťovní hrozí trhové riziko. Častým spôsobom klasifikácie trhového rizika je klasifikácia podľa trhovej premennej, na ktorú sa riziko viaže:

A. Riziko úrokovej miery

Riziko strát z dôvodu zmien v úrokových sadzbách. ALM je pri tomto riziku obzvlášť dôležité, keďže úroková miera ovplyvňuje hodnotu záväzkov aj aktív.

B. Akciové riziko

Riziko strát z dôvodu zmien cien akcií.

C. Kurzové riziko

Riziko strát z dôvodu zmien v kurzoch.

D. Riziko nehnuteľností

Riziko strát z dôvodu zmien cien nehnuteľností.

E. Riziko kreditného rozpätia – spreadu

Riziko strát z dôvodu zmien úverového rozpätia. Mohlo by sa zdať, že toto riziko by malo byť zaradené pod úverové riziko, avšak toto riziko závisí od nálad trhov a nie od bonity konkrétnej protistrany.

Kontrolovanie rizika

Najdôležitejším nástrojom na kontrolovanie trhového rizika je vypracovanie vhodného investičnej politiky v súlade s ALM. Táto politika často obsahuje napríklad limity pre investovanie do určitého finančného nástroja alebo protistrany. Takéto limity bývajú často uvedené aj v zákone. [3]

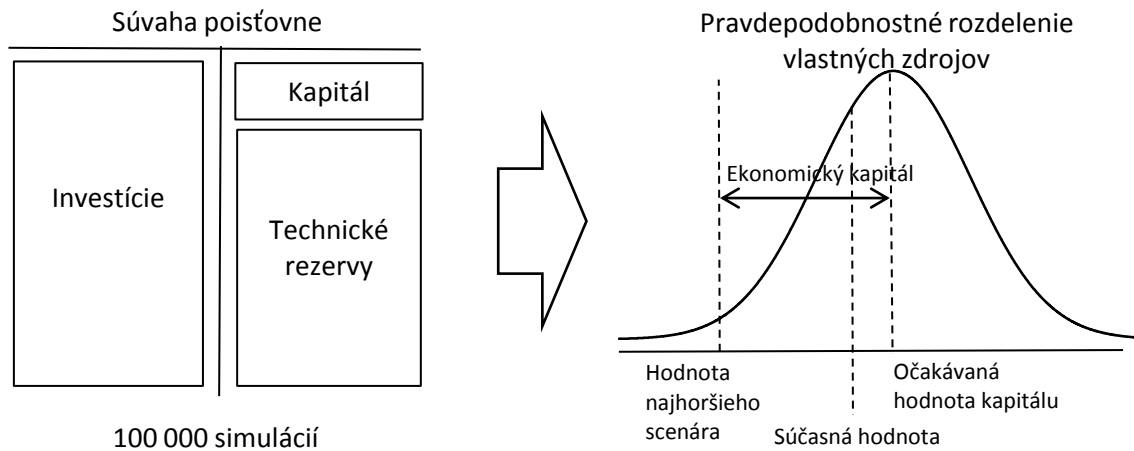
Ekonomický kapitál

Pre sledovanie súladu aktív a pasív je smerodajná súvaha, ktorá však musí byť ocenená trhovou konzistentnou metódou, napr. reálnou hodnotou. Následne, cez rôzne scenáre (založené na histórii, simuláciách alebo štatistických modeloch), sa dajú určiť následky zmien jednotlivých premenných. Na stanovenie ekonomického kapitálu pre trhové riziko sú využívané metódy ako replikácia portfólia a štatistické simulácie. [1]

Pri replikácií portfólia sa vytvorí imaginárne investičné portfólio generujúce rovnaké peňažné toky ako poistné záväzky. Upisovacie riziko sa neberie do úvahy a ráta sa s očakávanými úmrtnostnými tabuľkami a škodovým priebehom. V ďalšom kroku sú generované samostatné scenáre pre jednotlivé podkategórie rizík. Z týchto scenárov dostaneme rôzne hodnoty výsledného kapitálu (rozdielu medzi poistnými záväzkami v tomto modeli zastúpené replikačným portfóliom a aktívami) a pri ich dostatočnom počte aj

pravdepodobnostné rozdelenie kapitálu (ohodnotený v reálnej hodnote). Ekonomický kapitál sa potom určí ako rozdiel best estimate, teda očakávanej hodnoty vlastných zdrojov a najhoršieho scenára určeného na základe požadovanej hladiny spoľahlivosti.

Obr. 3.3: Ekonomický kapitál pre trhovú riziko



Zdroj: [1]

3.3.2. Úverové riziko

Úverové riziko je riziko poklesu v hodnote majetku z dôvodu neschopnosti protistrany plniť si svoje záväzky alebo zmeny bonity protistrany. Poisťovne často investujú do dlhopisov, rozšíreného nástroja, ktorého sa úverové riziko týka. Štátne dlhopisy sa vo väčšine teórií o kreditnom riziku berú ako bezrizikové. Hlavne vlády západných krajín sa berú ako veľmi solventné. Vo svetle aktuálnych udalostí (dlhová kríza v Európe) je otázne či by sa tento predpoklad nemal prehodnotiť. Kreditnému riziku čelia aj hypotekárne záložné listy. Keďže hypotéky majú záruku, tzv. kolaterál - dom, na ktorý boli vystavené, na prelome tisícročia, v čase rastu realitného trhu, bolo kreditné riziko spájané s týmto typom cenného papiera takmer nulové. Avšak ceny začali klesať, realitná bublina praskla, a tak začali vznikať straty z dôvodu bankrotu protistrany, úverové riziko spájané s hypotekárnymi záložnými listami už nemohlo byť viac považované za malé.

Zvlášť pre poisťovňu môžu byť zdrojom úverového rizika aj zaist'ovne, s ktorými má poisťovňa uzatvorené zaist'ovacie kontrakty. V prípade veľkej katastrofy sa môže napr. stať,

že zaist'ovňa nebude schopná si splniť svoje záväzky. Podobné riziko hrozí aj od protistrany poskytujúcej zaist'ovacie deriváty.

Pre správnosť by mali byť do modelu, pokrývajúceho kreditné riziko, zahrnuté aj možné neplatenia klientov. Avšak keď klient neplatí, poisťovňa ho berie ako nepoisteného a nemusí mu vyplatiť kompenzácie v prípade poistnej udalosti. Riziko vyplývajúce z neplatenia klienta je oveľa menšie ako to, ktoré vyplýva z dlhopisového portfólia, preto sa väčšinou preň ráta malý alebo žiaden ekonomický kapitál.

Kontrolovanie rizika

Hlavným nástrojom na kontrolu kreditného rizika, je ako pri mnohých iných rizikách, diverzifikácia. Nastavenie limitov pre jednotlivé protistrany, kreditné stupne, regióny, odvetvia. Zásadným nástrojom na meranie kreditného rizika sú kreditné stupne, ratingy protistrán, uverejňované viacerými ratingovými agentúrami (vid'. napr. Tab. 3.1)

Ekonomický kapitál

Jeden zo spôsobov na výpočet ekonomického kapitálu je založený na troch parametroch na meranie kreditného rizika, často používaných v bankovníctve.

PD (probability of default) - pravdepodobnosť zlyhania

LGD (loss given default) - strata spôsobená zlyhaním protistrany, daná ako percento z celkovej hodnoty.

EAD (exposure at default) - celková expozícia voči protistrane v čase zlyhania

$$\begin{aligned} \text{Ekonomický kapitál} &= LGD \times EAD \times \sqrt{PD \times (1 - PD)} - LGD \times EAD \times PD \\ &= \text{najhorší prípad} \qquad \qquad \qquad - \text{očakávaná hodnota} \end{aligned}$$

Ďalšia metóda je takisto založená na týchto parametroch, ktoré sú v nej využívané ako vstupy do simulácií, určujúcich hodnotu dlhopisového portfólia. Na základe veľkého počtu scenárov je určené pravdepodobnostné rozdelenie tohto portfólia. Ekonomický kapitál je potom rozdiel medzi najhorším prípadom a očakávanou hodnotou. Dodatočne môže byť do modelu zahrnutý aj jav zmien ratingov, napr. cez maticu prechodu (CreditMetrics model).

Kapitola 4 Legislatívne kapitálové požiadavky v poisťovníctve

Pod solventnosťou poisťovne sa rozumie schopnosť vedieť vždy zabezpečiť splatenie záväzkov vyplývajúcich z jej činnosti. Poisťovňa požadovanú mieru solventnosti určuje samostatne pre životné a neživotné poistenie. [2]

4.1. Solvency I

Pôvodný materiál o solventnosti poisťovní je upravený tromi generáciami direktív EU osobitne pre životné a osobitne pre neživotné poistenie [11]. Tieto direktívy začínajú v sedemdesiatych rokoch a tretia, generácia je datovaná do roku 1992 pre obe oblasti poistenia. V roku 2002 Európsky parlament a Rada schválili obmedzenú reformu direktív známu ako Solvency I, ktorá bola záväzná od účtovného roku 2004. Pre názornosť ponúkame príklad výpočtu požadovanej a skutočnej miery solventnosti podľa aktuálne platných požiadaviek.

Požadovaná miera solventnosti

Úplné znenie opatrenia NBS z 9. decembra 2008 č. 25/2008 upravuje výpočet požadovanej miery solventnosti pre životné poistenie, napr. aj na základe hodnoty technických rezerv:

$$PMS = 0,04 \times TR \times K_Z,$$

kde

PMS – požadovaná miera solventnosti,

TR – súčet technických rezerv podľa prílohy č. 1 k opatreniu č. 25/2008,

K_Z – pomer zaistenia; $K_Z = \max\left(0,85; \frac{TR-PZ}{TR}\right)$, kde PZ je podiel zaistovateľov na TR .

Následne sa dá určiť garančný fond poisťovne ako minimum jednej tretiny PMS a 3,5 milióna EUR.

Skutočná miera solventnosti

Skutočná miera solventnosti pre ŽP na základe Solvency I a pre NP na základe troch generácií smerníc sa vypočíta rovnakým spôsobom [11] :

$$\text{Skutočná miera solventnosti} = A - PZ - NP,$$

kde

A – aktíva poisťovne

PZ – akékoľvek predvídateľné záväzky

NP – akékoľvek nehmotné položky

Skutočná miera solventnosti teda veľmi zjednodušujúcim spôsobom ukazuje, či upravené vlastné zdroje poisťovne sú dostatočne vysoké vzhľadom na požadovanú mieru.

4.2. Solvency II

Solventnosť I je síce jednoduchý robustný systém, ktorý je ľahko zrozumiteľný a lacný, avšak nezohľadňuje všetky riziká. Naproti tomu pri Solventnosti II sa bude výška požadovaného kapitálu odvodzovať od celkového rizikového profilu poisťovne. Preto prinesie so sebou aj náročnejšie požiadavky, a to nie len na kapitálovú primeranosť, ale aj na ľudský kapitál (je potrebná vyššia odbornosť i kapacita) a prvotné investície, ako napr. investície v oblasti IT.

Solvency II je európsky projekt, pri ktorom ide o rizikovo orientované posúdenie celkovej solventnosti poisťovne. Jeho hlavnými cieľmi sú [12]:

- vyššia bezpečnosť a ochrana pre poistených,
- harmonizácia poisťného sektoru,
- zlepšenie regulácie dohľadu nad poisťným trhom,
- zvýšenie transparentnosti poisťného sektora,
- väčšia flexibilita (t.j. rýchlejšia reakcia na nové trendy v riadení rizík, poisťnej a finančnej matematike a v oblasti dohľadu nad obozretným podnikaním),

Je záväzný pre všetky krajiny EÚ, ktoré sa podieľajú aj na jeho pripomienkovaní a implementovaní do národných legislatív cez ministerstvá financií a orgány dohľadu.

Projekt bol iniciovaný už v roku 2001 Európskou komisiou a dodnes nie je uzavretý. Projekt sa riadi legislatívnym **Lamfalussyho procesom** (postup, ktorý by mal zjednodušiť a zrýchliť zákonodarný proces v EÚ v oblasti finančných služieb) [13]:

1.level – Európska komisia („EK“), Európsky parlament („EP“) a Rada EÚ rozhodujú o prijatí smernice, ktorá zatiaľ zaväzuje len členské štáty. Jej pripomienkovanie je možné priamo cez EK, Národnú banku Slovenska („NBS“), Ministerstvo financií Slovenskej republiky („MF SR“) alebo Insurance Europe (Európska federácia národných asociácií poisťovní a zaistovní, do 1.3.2012 CEA)

2.level – EK za účasti národných regulátorov pripravuje vykonávacie predpisy. V tomto stupni sú povinné konzultácie pre vypracovávateľa legislatívy, ktoré poskytuje združenie národných dohľadových inštitúcií EIOPA (do 1.1.2011 CEIOPS). EK musí o konzultácie požiadať aj trh – inštitúcie, ktoré sa vytvorili na ochranu záujmov trhu (Insurance Europe, Slovenská asociácia poisťovní - SLASPO)

3.level – Výsledkom tejto úrovne by mali byť odporúčania, nie priama regulácia. Charakteristický je otvorenými konzultáciami medzi Insurance Europe a EIOPA alebo SLASPO a NBS.

4.level – MF SR pripraví zákon o poisťovníctve, do ktorého zahrnie smernicu prijatú v prvej úrovni.

Tab. 4.1: Lamfalussyho proces

	obsah	výsledok	zodpovedný
1.level	rámcová legislatíva	direktívy	EK, EP, Rada EÚ
2.level	vykonávacie predpisy	delegované akty	EK
3.level	interpretácia	technické štandardy	EIOPA
4.level	Transpozícia, kontrola	zákon o poisťovníctve	MF SR

Zdroj: [13]

V pôvodnom texte direktívy Solvency II bol termín účinnosti celého režimu 1. november. 2012. Z dôvodu súčasného stavu legislatívy bol termín (v zatiaľ neschválenej novele direktívy, nazývanej aj „omnibus“) posunutý na 1. januára 2014, avšak existujú určité

výnimky z celkovej účinnosti. 1. júna 2013 je termín na predloženie implementačného plánu pripravenosti poisťovne, tiež je to termín pre desať vybraných článkov, týkajúcich sa schvaľovacích procesov ako je napr. interný model. To umožní, aby mohli byť schválené všetky žiadosti poisťovní, napr. teda použitie interného modelu už od 1.1 2014. Vzhľadom na momentálnu situáciu schvaľovania, nie je vylúčený ďalší posun termínov. „Plné uplatnenie režimu Solvency II po uplynutí všetkých prechodných období by malo nastať až v roku 2024. Vzhľadom na súčasný dynamický vývoj na finančnom trhu, ale aj vo svete, ťažko očakávať, že sa „dožijeme“ plného fungovania Solvency II v navrhovanej podobe.“ [14]

Solvency II je troj-pilierová koncepcia dohľadu nad poisťovňami :

1.pilier - kvantitatívne požiadavky

Určuje výšku kapitálu, ktorý by mala poisťovňa držať, aby bola považovaná za solventnú, t.j. aby spoločnosť bola schopná dodržať svoje záväzky pri 0,5% pravdepodobnosti bankrotu za časový horizont jedného roka. V tejto časti sú zadefinované dve prahové hodnoty:

SCR (solvency capital requirement) – cieľový ekonomický kapitál, ktorý je potrebný na pokrytie najhoršieho scenára pri danej pravdepodobnosti. Na jeho výpočet slúži európsky štandardný vzorec alebo (čiastočný) interný model (nakoľko SCR je nakalibrovaný tak, aby zachytil rizikový profil priemernej spoločnosti [4] a nemusí teda odzrkadľovať realitu tej ktorej spoločnosti, poisťovňa môže požiadať o schválenie vlastného interného modelu na účely výpočtu SCR).

MCR (minimal capital requirement) – minimálna kapitálová požiadavka je určovaná na základe rozsahu podnikania v poisťovníctve a pod tento kapitál nesmie poisťovňa klesnúť. V prípade prepadu pod túto hranicu čaká poisťovňu nútená správa zo strany dohľadu, zastavenie novej produkcie, popr. aj rozpredaj jej poisťného kmeňa.

Výška kapitálovej požiadavky je odvodená tak, aby kryla riziká týkajúce sa tak strany aktív ako aj pasív, čo je aj jedným z rozdielov oproti obdobnému režimu v bankovom sektore Basel II, ktorá sa zameriava len na stranu aktív [1]. Metóda celkovej súvahy (angl. Total balance sheet approach, TBSA) je princíp, ktorý hovorí, že určenie kapitálu poisťovne, ktorý je k dispozícii a potrebný pre účely solventnosti by malo byť založené na aktívach a pasívach

a ich vzájomnej súvislosti [4]. Hlavným cieľom kapitálovej požiadavky na poisťovne je ochrana poistníkov, ekonomická súvaha by mala byť teda založená na ich pohľade. Pod „ekonomickou súvahou“ sa v [4] myslí súvaha založená na účtovných postupoch, využívajúc však trhovo konzistentné oceňovanie aktív a pasív.

2.pilier – kvalitatívne požiadavky:

Svojimi požiadavkami dopĺňa I. pilier a definuje rámec pre proces posúdenia dohľadom - **SRP** (supervisory review process) a odhad vlastného rizika a miery solventnosti – **ORSA** (own risk and solvency assessment) [4]. ORSA je nástroj manažmentu rizík, ktorý vyžaduje od podnikov, aby riadne posúdili krátkodobé a dlhodobé riziká, ktorým sú vystavení a určili veľkosť vlastných zdrojov, potrebných na ich krytie. Takisto reprezentuje názor poisťovne a jej pochopenie rizík, ktorým je vystavená, celkovú potrebnosť solventnosti a držania vlastného kapitálu. ORSA skúma všetky riziká, nielen tie, ktoré sú kvantifikované v 1. pilieri.

3.pilier - požiadavky pre výkazníctvo a uverejňovanie informácií

Týmito požiadavkami sa má zvýšiť transparentnosť na trhu a disciplinovanosť odvetvia.

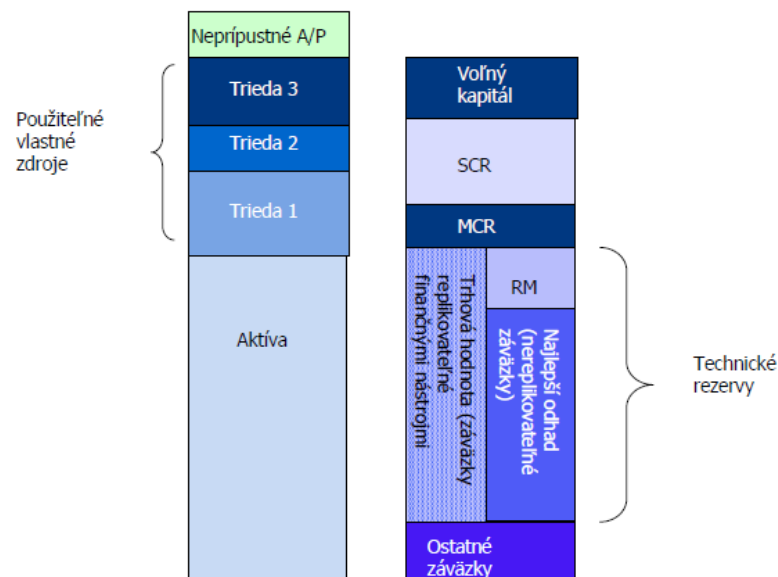
4.3. Kvantitatívna dopadová štúdia pre Solvency II

Kvôli identifikovaniu dopadov kvantitatívnych požiadaviek projektu Solvency II (1. pilier) na poisťovne a zaistovne sa uskutočňujú v rámci Európskej únie kvantitatívne dopadové štúdie, známe ako QIS (Quantitative impact study). Posledná takáto štúdia sa uskutočnila v roku 2010 (QIS 5). Jej cieľom bolo pomôcť poisťovniam a orgánom dohľadu pri príprave na novú reguláciu a zlepšiť ich vzájomnú komunikáciu. Metodiku výpočtov, ktoré boli testované v tejto štúdií popisuje QIS 5 – Technická špecifikácia [15]. Príklady výpočtov, ktoré budú uvedené v tejto časti, sú čerpané práve z tejto špecifikácie. **V súčasnosti prebieha príprava level 2 a level 3 a tieto výpočty sa môžu zmeniť.** Špecifikácia sa skladá zo 6 základných častí a zhodnotenie jej dopadov na slovenské poisťovne je podľa [16] nasledovné:

4.3.1. Oceňovanie

Na Slovensku sa poisťovne riadia medzinárodnými štandardmi IFRS/IAS. Preto slovenské poisťovne nemajú významnejšie problémy pri oceňovaní aktív (hlavne ak oceňujú väčšinu aktív už v účtovníctve AFS, resp. FVTPL) a záväzkov okrem technických rezerv. Ako je vidieť aj na Obr. 4.1 oceňovanie technických rezerv je v Solvency II zložitejšie ako podľa účtovných štandardov. Mali by byť trhovo konzistentne oceňované, napr. v reálnej hodnote. „Ak budúce peňažné toky vyplývajúce z poisťovej zmluvy je možné spoľahlivo replikovať peňažnými tokmi obchodovateľných finančných nástrojov tzv. zabezpečiteľné záväzky¹, hodnota technických rezerv sa určí ich trhovou hodnotou, ak nie, tak sú technické rezervy súčtom najlepšieho odhadu a rizikovej marže“ [16]. Spomenuté odborné termíny (najlepší odhad, riziková marža - RM) boli zadefinované v kapitole Pojmy spojené s poisťovníctvom a účtovníctvom poisťovní.

Obr. 4.1 : Chápanie bilancie v Solvency II



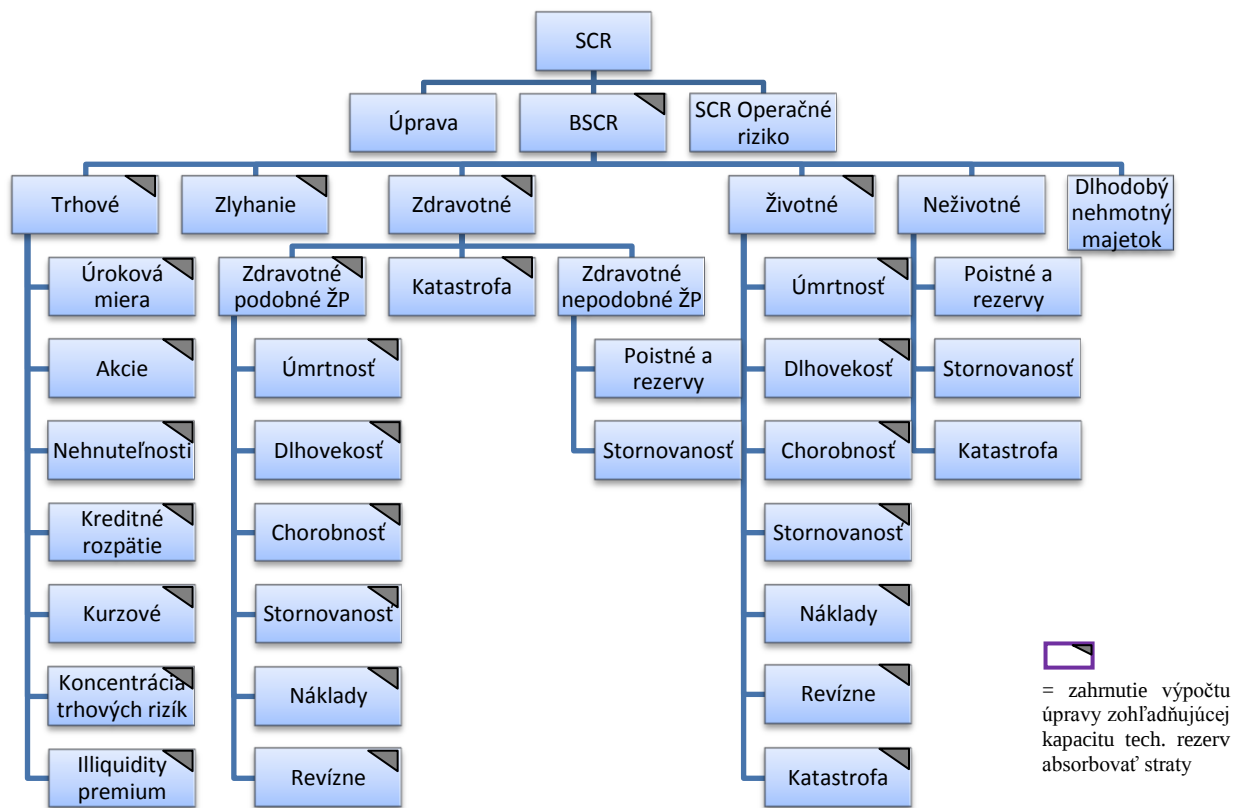
Zdroj: [12]

¹ Príkladom zabezpečiteľných záväzkov je poisťné plnenie závislé od trhovej ceny portfólia aktív v čase výplaty a poistený nemá možnosť zrušiť poisťnú zmluvu pred dátumom splatnosti.

4.3.2. SCR – štandardný vzorec na výpočet kapitálovej požiadavky na solventnosť

SCR je súčet základnej kapitálovej požiadavky na solventnosť (BSCR), kapitálovej požiadavky pre operačné riziko (SCR operačné riziko) a úpravy zohľadňujúcej kapacitu technických rezerv a odložených daní absorbovať straty (Úprava). BSCR sa počíta na základe šiestich modulov, popr. ich podmodulov znázornených na Obr. 4.2. Výpočty jednotlivých SCR sú založené na scenároch, ktoré sú odvodené z kalibračného dokumentu pre QIS5 [17]. Kalibrácia je založená na tom, že kapitálová požiadavka na solventnosť by mala zodpovedať VaR základných vlastných zdrojov poisťovne, zodpovedajúcej intervalu spoľahlivosti 99,5% za časový horizont jeden rok.

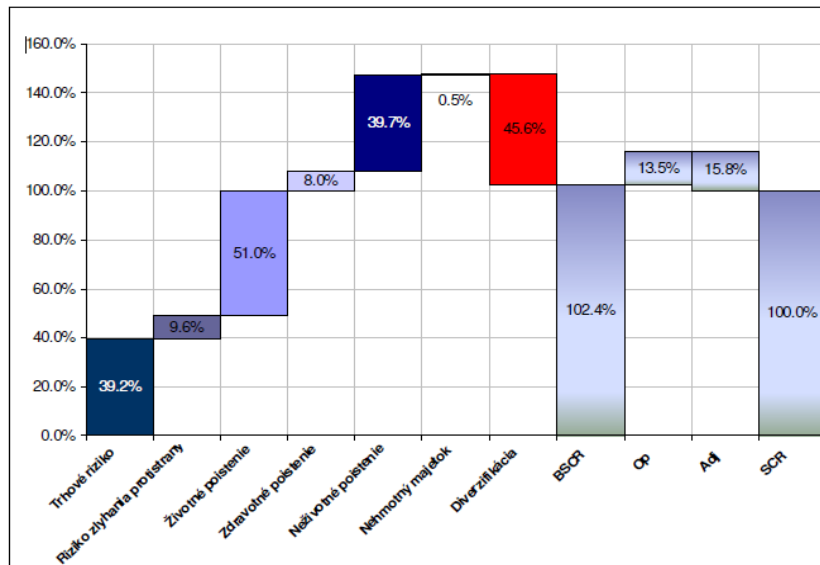
Obr. 4.2 : Zloženie kapitálovej požiadavky solventnosti poisťovne



Zdroj: [15]

Na Obr. 4.3 je znázornené zloženie SCR pre všetky zúčastnené slovenské poisťovne.

Obr. 4.3: Zloženie SCR - všetky poisťovne



Poznámka:

Hodnoty v grafe vychádzajú zo sumárnych údajov všetkých poisťovní.

Vysvetlivky k skratkám:

BSCR- základný SCR,
OP – SCR operačného rizika,
Adj – úpravy zohľadňujúcej kapacitu technických rezerv a odložených daní absorbovať straty.

Zdroj: [16]

Základná kapitálová požiadavka na solventnosť poisťovne

Neočakávané straty väčšinou nenastávajú naraz, a túto skutočnosť štandardný vzorec zohľadňuje prostredníctvom vzájomných korelácií medzi rizikami. Základná kapitálová požiadavka na solventnosť je teda definovaná ako:

$$BSCR = \sqrt{\sum_{ij} Corr_{ij} \times SCR_i \times SCR_j},$$

kde $Corr_{ij}$ je matica korelácií medzi individuálnymi SCR rizikami.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 \\ 0,25 & 1 & 0,25 & 0,25 & 0,5 \\ 0,25 & 0,25 & 1 & 0,25 & 0 \\ 0,25 & 0,25 & 0,25 & 1 & 0 \\ 0,25 & 0,5 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} Trhové riziko \\ Riziko zlyhania \\ Životné riziko \\ Zdravotné riziko \\ Neživotné riziko \end{matrix}$$

A. Trhové riziko

V štandardnom vzorci je toto riziko rozdelené do viacerých podmodulov (*riziko úrokovej miery, akciové riziko, riziko nehnuteľností, riziko kreditného rozpätia – spreadu, kurzové riziko, riziko koncentrácie, illiquidity premium*). Definícia rizík bola uvedená v časti 3.3.1. Posledné dve riziká, nakoľko nie sú typické pre trhové riziko a sú skôr špecialitou Solvency II, neboli zatiaľ definované, a tak ponúkame ich definíciu na tomto mieste:

Riziko koncentrácie

Riziko strát v dôsledku geografickej alebo sektorovej koncentrácie investícií. Spolu s rizikom kreditného rozpätia býva zaraďované najčastejšie pod úverové riziko, avšak v štandardnom vzorci SCR sú považované za súčasť trhového rizika [4]. Podmodul koncentračného rizika sa vzťahuje na podmoduly akciového rizika, rizika spreadu a nehnuteľností, vylučuje aktíva pokryté v module zlyhania protistrany, aby sa predišlo prekryvu vo výpočtoch. [15]

Riziko prirážky na nelikviditu

V čase kríz na fin. trhoch môže dôjsť k tlaku na pokles cien z titulu nedostatočnej likvidity na trhu. Pri úrokovej krivke sa takýto jav prejaví ako prirážka na nelikviditu, ktorá sa prirába k tejto bezrizikovej úrokovej miere a použije sa na diskontovanie poistných záväzkov a majetku. (V L2 a L3 je už tento jav, po mnohých diskusiách, riešený cez iný prístup – counter-cyclical premium)

Pre väčšinu aktív nemáme problém určiť, ktoré riziká sa ho dotýkajú a do ktorých podmodulov ich máme zaradiť. Problém väčšinou nastáva v prípade podielových fondov v portfóliu poisťovne (hlavne v unit linked portfóliu). Keďže stresové scenáre sa aplikujú na podkladové aktíva, je potrebné aplikovať na fondy tzv. „look-trough prístup“ (zistiť zloženie, resp. rizikový profil fondu, napr. pomer dlhopisov a akcií vo fonde). V prípade, že to nie je možné, zaradíme celý fond do podmodulu akciového rizika (t.j. priradíme mu najrizikovejší profil).

Vzorec pre výpočet trhového SCR:

$$SCR_{mkt} = \sqrt{\sum_{r \times c} CorrMkt_{r,c} \cdot Mkt_r \cdot Mkt_c}$$

$$CorrMkt = \begin{pmatrix} 1 & A & A & A & 0,25 & 0 & 0 \\ A & 1 & 0,75 & 0,75 & 0,25 & 0 & 0 \\ A & 0,75 & 1 & 0,5 & 0,25 & 0 & 0 \\ A & 0,75 & 0,5 & 1 & 0,25 & 0 & -0,5 \\ 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -0,5 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \text{Riziko úrokovej miery} \\ \text{Akciové riziko} \\ \text{Riziko nehnuteľností} \\ \text{Riziko kreditného rozpätia} \\ \text{Kurzové riziko} \\ \text{Riziko koncentrácie} \\ \text{Riziko likvidity} \end{matrix}$$

kde faktor A je 0 ak kapitálová požiadavka na úrokovú mieru je odvodená z kapitálovej požiadavky pre riziko zvýšenia dlhodobých úrokových sadzieb zahŕňajúca kapacitu technických rezerv absorbovať stratu. Inak je A rovné 0,5.

Mkt_r, Mkt_c - kapitálové požiadavky pre individuálne trhové riziká podľa riadkov a stĺpcov korelačnej matice $CorrMkt$.

B. Riziko zlyhania protistrany

Zahrňuje všetky možné straty spôsobené neočakávaným zlyhaním alebo zhoršením bonity protistrany v nasledujúcom roku.

Moduly trhového a upisovacieho rizika zohľadňujú možnosť zmiernenia rizika (zaistenie, deriváty). Dopad zlyhania nástrojov na zmiernenie rizika, resp. protistrany poskytujúcej tieto záruky je zohľadnený práve v module zlyhanie protistrany. Ďalej tento modul pokrýva pohľadávky voči sprostredkovateľom a iné kreditné expozície nezahrnuté v podmodule pre riziko kreditného rozpätia.

C. Upisovacie riziko

Upisovacie riziko je obsiahnuté v troch moduloch - životné, neživotné a zdravotné poistenie. Kapitálová požiadavka každého modulu sa vypočíta ako súčet kapitálových požiadaviek jednotlivých podmodulov prostredníctvom stanovených korelačných koeficientov.

D. Nehmotný majetok

Ak je nehmotný majetok ocenený a má ekonomickú hodnotu, kapitálová požiadavka modelu je 80% hodnoty.

E. Operačné riziko

Kapitálová požiadavka pre toto riziko sa vypočíta faktorovou metódou zo vstupných údajov: prijaté poistné, technické rezervy a ročné náklady spojené s UL, maximálne je to podľa QIS5 30% z BSCR.

4.3.3. Interný model

V pripravovanej legislatíve majú poisťovne možnosť používať vlastné modely na účely výpočtu kapitálových požiadaviek. Podľa zistení NBS sa tak chystá urobiť 9 poisťovní.

Svojimi modelmi plánujú obsiahnuť vo svojich modeloch všetky kvantifikovateľné riziká okrem operačného, ktoré plánujú modelovať neskôr. Dôvodom zavedenia interných modelov týchto poisťovní je odlišný rizikový profil poisťovne od predpokladov v štandardnom vzorci.

Pre schválenie interného modelu orgánom dohľadu musia poisťovne preukázať používanie modelu („Use test“) a dokázať, že „zohráva významnú úlohu v ich systéme správy a riadenia, najmä systéme riadenia rizík, v rozhodovacích procesoch, posudzovaní a alokácii ekonomického kapitálu“ [16].

4.3.4. MCR – Minimálna kapitálová požiadavky

Výpočet je kombináciou lineárneho vzorca a stanovených hraníc, ktoré ohraničujú možnú hodnotu MCR medzi 25% a 45% z SCR. Zároveň je aj určené absolútne minimum MCR (AMCR) podľa článku 129d smernice o Solventnosti II. Dôležitým faktom je, že MCR sa ráta zvlášť pre životné a zvlášť pre neživotné poistenie (MCR_L, MCR_{NL}), vzorce na výpočet MCR_L, MCR_{NL} nájdete v [15] na str. 289 – 294.

4.3.5. Vlastné zdroje

Vlastné zdroje sa v princípe určia ako rozdiel medzi trhovou hodnotou majetku a záväzkov poisťovne. Sú zložené zo základných a doplnkových vlastných zdrojov.² V závislosti od schopnosti absorbovať straty sú položky vlastných zdrojov zatriedované do troch tried, tzv. Tiers. Klasifikáciu týchto tried nájdete v [15] na str. 295 - 304. Na krytie SCR je podľa QIS5 možné použiť ľubovoľný objem prostriedkov z Tier I, max. 50% z Tier II a max. 15% z Tier III. Na krytie MCR nemôžu byť použité položky z vlastných zdrojov klasifikované ako Tier III a z Tier II môže byť použitých max. 20%.

4.3.6. Finančné skupiny

Táto časť QIS 5 sa venuje špecifikáciám pre výpočet a reportovanie skupinových kapitálových požiadaviek a skupinových vlastných zdrojov.

² základné vlastné zdroje tvorí prebytok aktív nad pasívami ponížené o vlastné akcie a zvýšené o podriadené záväzky; dodatkové vlastné zdroje sú položky iné ako základné zdroje a môžu byť použité na úhradu strát a sú predmetom predchádzajúceho schválenia orgánom dohľadu [11]

Kapitola 5 Výpočet ekonomického kapitálu

V tejto kapitole si popíšeme výpočet na určenie stresových scenárov pre štandardný vzorec SCR, z pripravovanej legislatívy Solvency II, pre podmoduly akciového, koncentračného a menového rizika. Ďalej sa bližšie zoznámime s konkrétnymi metódami výpočtu VaR a pokúsime sa na ich základe vypočítať ekonomický kapitál potrebný na krytie rizík spojených s akciovým portfóliom. Týmto poskytneme kontrast medzi prístupom cez scenáre a priamym výpočtom VaR, súvisiace s akciovým portfóliom,

5.1. Výpočet kapitálu na základe štandardnej formuly SCR

V tejto časti ponúkame parafrázu textov, resp. článkov technickej špecifikácie kvantitatívnej dopadovej štúdie (QIS5) [15] a kalibračného dokumentu (CP) [17], prislúchajúceho k tejto špecifikácii. Cieľom tejto časti tak bude priblížiť čitateľovi stresy použité v SCR a ich ideu. Takisto ideu a logiku fungovania niektorých podmodulov trhového rizika s dôrazom najmä na články týkajúce sa modelovania pre akciové portfólio.

Akciové riziko

Podmodul akciového rizika bol vyvíjaný s ohľadom na to, aby poisťovne neboli zbytočne nútené zvyšovať kapitál alebo predávať svoje investície, z dôvodu krátkodobých nepriaznivých pohybov na trhoch a aby sa predišlo hromadným predajom, a tým negatívnemu a cyklickému účinku na ceny (CP 3.49). Rozdeľuje sa na kategórie **štandardné - globálne akcie**, ktoré sú vedené v EEA (európsky hospodársky priestor) a v OECD (CP 3.51) a „**ostatné**“ akcie, ktoré sú vedené v iných krajinách, popr. sú to nekótované akcie, súkromný kapitál, hedžové fondy, komodity alebo iné alternatívne investície (CP 3.91).

Pre stres štandardných akcií bol použitý index MSCI World Developed Price Equity Index, ktorého zloženie zodpovedá definícii globálnych akcií (CP 3.52).

Mechanizmus symetrickej úpravy

Systém berie ohľad na to, aby zaistil, že ekonomický kapitál bude dostatočne citlivý na aktuálne riziko a úprava bude nezávislá na štandardnom akciovom strese. (CP 3.69) Stres upravený týmto mechanizmom sa rovná štandardnému stresu plus úprave násobenej betou,

pričom upravený stres je ohraničený hodnotou $\pm 10\%$ okolo štandardnému stresu. Úprava sa rovná výrazu:

$$\frac{I_t - \frac{1}{n} \sum_{s=t-1}^{t-n} I_s}{\sum_{s=t-1}^{t-n} I_s}$$

Pričom I_t je hodnota indexu v čase t a beta je vyrátaná z regresie hodnoty indexu k vázenej priemernej hodnote indexu. (CP 3.70). Pri kalibrácii sa testovali 4 možné obdobia: mesiac, 4 mesiace, pol roka a rok.(CP 3.72). Po zvážení pre a proti jednotlivých období (CP 3.76- 3.87) bolo navrhnuté obdobie na priemerovanie jeden rok (CP 3.88).

Pri kategórii „ostatné“ akcie sa postupovalo neparametrickou metódou aplikovanou na indexy rovnako ako pri globálnych akciách.(CP 3.91). Výsledky analýz boli nasledovné (CP 3.93, CP 3.98):

Tab. 5.1: Navrhované stresy pre „ostatné“ akcie a chvostové korelácie s globálnymi akciami

Typ akcie	Index	Navrhovaný stres	Korelácia
Súkromný kapitál	LPX50 Total Return	-68,67%	83,59%
Komodity	S&P GSCI Total Return Index	-59,45%	44,72%
Hedžové fondy	HFRX Global Hedge Fund Index	-23,11%	77,31%
Rozvíjajúce sa trhy	MSCI Emerging Markets BRIC	-63,83%	-52,82%

Zdroj: [17]

Ako vidíme výsledky stresov vykazujú veľké rozdiely medzi jednotlivými kategóriami. Po zvážení pre a proti sa považuje za vhodný jednotný stres pre kategóriu „ostatných“ akcií (CP 3.95), ktorý bol navrhnutý na 55% (CP 3.96), ktorý sa upraví pomocou mechanizmu symetrickej úpravy, rovnako ako pre globálne akcie (CP 3.97). Prínos diverzifikácie medzi jednotlivými typmi „ostatných“ akcií sa považuje za malý a ťažko kalibrovateľný, preto sa korelácia medzi nimi rovná 1 (CP 3.99). Korelácia medzi „ostatnými“ a globálnymi akciami je stanovená na 75% (3.100).

Výsledné stresy v kvantitatívnej dopadovej štúdii boli určené (aj na základe rôznych politických rozhodnutí) nasledovne: 39% pre globálne akcie, 49% pre „ostatné“ akcie (QIS 5.34), 22% pre majetkové účasti (EEA, OECD), pričom sú vylúčené účasti v rámci skupiny

a pre účasti vo finančných a kreditných inštitúciách nie je stres stanovený, nakoľko sú vylúčené z výpočtov (QIS 5.36).

Zaujímavý je postup výpočtu kapitálu na krytie akciového rizika, ktorý sa modeluje na základe indexov. Indexy obsahujú veľký počet akcií a sú dobre diverzifikované. Preto by tento postup mohol zavádzať k myšlienke na existenciu neželaného stavu, že poisťovňa, investujúca len do niekoľkých akcií, by mala rovnakú veľkosť stresu ako poisťovňa s dobre diverzifikovaným portfóliom. Tento rozdiel medzi poisťovňami a kapitál určený naň je ale zachytený v podmodule koncentračného rizika.

Riziko koncentrácie

Kalibrácia pre riziko koncentrácie je založená na porovnávaní historického VaR dobre diverzifikovaného portfólia s portfóliom, ktoré je postupne menené na horšie a horšie diverzifikované portfólio (CP 3.217). Postup výpočtu a kalibrácie pri tomto podmodule bol nasledovný:

- Dobre diverzifikované portfólio bolo určené ako mix 25% bezrizikových dlhopisov, 55% korporátnych dlhopisov, 20% akcií, patriacich do indexu Eurostoxx 50 (akcie z Eurostoxx, ktoré neboli vhodné na analýzu z rôznych dôvodov, napr. dáta boli dostupné pre kratšie obdobie ako bolo skúmané, boli nahradené inými, tak aby zlepšili diverzifikáciu portfólia, napr. zlepšili geografické zastúpenie) (CP 3.223).
- Výpočet začína výberom konkrétnej expozície s určitým ratingom, pričom jej zastúpenie v portfóliu sa postupne zvyšuje vždy o 1% (CP 228). Maximálne zvýšenie je o 70%, pričom pre každé zvýšenie sa vyráta rozdiel historického 99,95% ročného VaR štartovacieho a upraveného portfólia (CP 229).
- Pôvodná investícia do bezrizikových dlhopisov sa nemení, čiže koncentračné riziko sa vzťahuje len na portfólio rizikových dlhopisov a akcií. (CP 3.232).

Menové riziko

V tomto podmodule bol tiež zvolený prístup založený na scenároch (CP 3.129). Sú zadefinované dva scenáre pre každú menu C : zvýšenie hodnoty cudzej meny oproti domácej $Mkt_{fx,C}^{Up}$ a zníženie hodnoty cudzej meny oproti domácej $Mkt_{fx,C}^{Down}$ (CP 3.130). Šok hore/dole je definovaný ako zmena (rast/pokles) v hodnote meny o 25%. (QIS5 5.61). Výsledný šok je

suma hodnôt $Mkt_{f,x,C}^i$, pričom $i = Up, Down$ je určené podľa toho, ktorý stres $Mkt_{f,x,C}^i$, ale upravený o kapacitu technických rezerv absorbovať straty, je väčší (QIS5 5.65 a 5.66).

5.2. Metódy výpočtu VaR

Pre výpočet VaR potrebujeme zistiť rozdelenie strát, resp. výnosov, ktoré si teraz zdefinujeme. Výnos finančného nástroja je relatívna zmena ceny k počiatočnej cene. Relatívna zmena ceny za k dní je definovaná nasledovne [9]:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}},$$

kde P_t je cena finančného nástroja v čase t , ktorá závisí od rôznych rizikových faktorov ako ceny akcií, výmenné kurzy, úroky... . Spojito rátaný výnos r_t je definovaný ako prirodzený logaritmus hrubého výnosu $1 + R_t$:

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-k}}\right)$$

Nech $\{r_t\}_{t=1}^T$ je časový rad výnosov portfólia, skladajúceho sa z n finančných nástrojov, kde je každý fin. nástroj i zastúpený v portfóliu s váhou w^i , pričom musí platiť $\sum_{i=1}^n w^i = 1$:

$$r_t = (w^1, w^2, \dots, w^n)(r_t^1, r_t^2, \dots, r_t^n)^T$$

VaR je koncepčne jednoduchá a intuitívna riziková miera. Jej výpočet však môže predstavovať zložitý štatistický problém. Existuje viacero metód na výpočet VaR, ktoré sa podľa [18] riadia trojbodovou štruktúrou:

- 1) Ocenenie portfólia na trhovú hodnotu
- 2) Odhad rozdelenia výnosov portfólia
- 3) Výpočet VaR portfólia

Najväčšie rozdiely medzi metódami nájdeme v bode 2. Napr. Conditional autoregressive VaR (CAViaR) sa namiesto na odhad rozdelenia, zameriava priamo na kvantil rozdelenia. V práci [18] autori ukázali, že napr. známejšia historická simulácia je práve

špeciálnym prípadom takejto metódy. Metódy výpočtu VaR by sme mohli zaradiť do týchto skupín:

A. Parametrické metódy

Tieto metódy sú často označované aj ako analytické a prichádzajú s konkrétnym návrhom na parametrizáciu správania sa výnosov. Medzi najznámejšie patria: kovariančno-variančná metóda, GARCH modely, Risk Metrics. Väčšinou sú to lineárne modely a teda nie sú vhodné pre portfólia obsahujúce opcie, ktorých cena závisí nelineárne od rizikových faktorov. Takisto vzťah medzi dlhopisom a úrokovou mierou ako rizikovým faktorom je nelineárny. V tomto prípade však môžeme využiť ako rizikový faktor súčasnú hodnotu bázičného bodu (angl. present value of basis point, PV01), v ktorej je spomínaná nelinearita už skrytá [19].

B. Neparametrické metódy

Tieto metódy sú založené na predpoklade, že rozdelenie výnosov je rovnaké ako v predchádzajúcom období, teda s použitím dát z nedávnej minulosti odhadneme riziko, ktorému budeme v budúcnosti vystavení. Výhodou neparametrických metód je ich jednoduchosť, nakoľko nemusíme klásť predpoklady na štatistické rozdelenie rizikových faktorov. Najpoužívanjšou metódou z tejto skupiny je historická simulácia.

C. Poloparametrické metódy (CAViaR, Extreme Value Theory)

D. Monte Carlo simulácie, stress testing

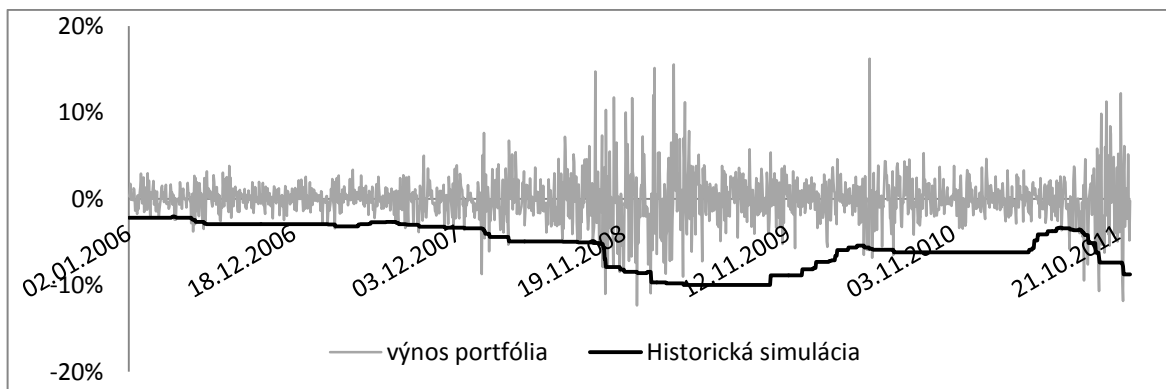
V tejto práci si bližšie rozoberieme tri často používané metódy: historická simulácia, variančno-kovariančná metóda, Monte Carlo simulácia s využitím CCC-GARCH modelu.

5.2.1. Historická simulácia

Pri tejto metóde si najskôr zvolíme veľkosť časového okna, ktoré sa najčastejšie volí od 6 mesiacov do dvoch rokov. Vytvoríme rad výnosov portfólia pre všetky výpočtové dni tohto časového okna. Následne výnosy zostupne zoradíme a Var_{α} pre daný deň je určený ako pozorovanie, ktoré oddeľuje $(1 - \alpha)\%$ najhorších pozorovaní. Pre výpočet VaR v ďalší deň, posunieme okno o jedno pozorovanie a postup zopakujeme. Jedným z problémov tejto metódy je správny výber časového obdobia, je potrebné určiť, ktoré dáta sú ešte aktuálne

a vhodné na výpočet. Ďalším problémom je, že takto získaný empirický odhad kvantilu je konzistentný len ak sa vybraná veľkosť časového okna blíži k nekonečnu [19]. Cenou za jednoduchosť metódy je aj jej malá flexibilita. Trh je totiž charakterizovaný obdobiami malej a veľkej volatility. Ako je vidieť na Graf 5.1 metóda reaguje na zmeny na trhu s oneskorením, čo vedie k nadhodnoteniu VaR v pokojnejších obdobiach, nasledujúcich po turbulentných na trhu a k podhodnoteniu v opačnom prípade. Keďže metóda využíva len minulosť a malý počet dát, vie ťažko zachytiť aj eventuálne ťažké chvosty.

Graf 5.1: Historická simulácia na výpočet $Var_{99\%}$ pre portfólio dvoch akcií



5.2.2. Variančno-kovariančná metóda

Cena finančného nástroja P_t môže závisieť od viacerých rizikových faktorov R^i , $i = 1, \dots, m$ (cena, akcie, menovy kurz...): $P_t = f(t, R_t^1, \dots, R_t^m)$. Relatívne zmeny faktorov označme ako:

$$r_t^i = \ln\left(\frac{R_t^i}{R_{t-1}^i}\right)$$

Zajtrajšie „hypotetické“ ceny nástroja tvorí rad cien $\tilde{P}_{t+1,s} = f(t+1, \tilde{R}_{t+1}^1, \dots, \tilde{R}_{t+1}^m)$, pričom $\tilde{R}_{t+1}^i = r_{t-s}^i R_t^i$, $s = 0, \dots, k-1$, kde k je veľkosť okna. „Hypotetické“ rozdelenie výnosov aktíva je určené týmito k výnosmi: $\frac{\tilde{P}_{t+1,s}}{P_t}$. [20]

Vo variančno-kovariančnej metóde predpokladáme, že zajtrajšie hypotetické rozdelenie zmien rizikových faktorov má viacrozmerne normálne rozdelenie.

$$r_t \sim N(\mu, \Sigma)$$

V tejto práci budeme zvažovať len lineárnu metódu, teda požadujeme, aby oceňovacie funkcie nástrojov boli lineárnymi funkciami, napr. v našom príklade budeme oceňovať akciu denominovanú v USD. Z nášho pohľadu rizika (naše portfólio je vedené v eurách) je našim výnosom, výnos akcie vyjadrenej v eurách, inak povedané výnos akcie vyjadrenej v dolároch plus výnos zo zhodnotenia meny.

Relatívna zmena hodnoty portfólia tak môže byť vyjadrená ako vážený súčet zmien rizikových faktorov. Podmienené rozdelenie výnosov portfólia je potom $N(w^T\mu, w^T\Sigma w)$, kde w sú váhy jednotlivých rizikových faktorov.

Podmienenou verziou tejto metódy je napríklad viacrozmerný GARCH model alebo exponentially weighted moving-average (EWMA) model spopularizovaný v J.P.Morganovej metodológii RiskMetrics.

Správanie výnosov sa väčšinou modeluje pomocou normálneho rozdelenia. Rozdelenie reálnych výnosov je však často špicatejšie a má ťažšie chvosty, a preto je to v mnohých prípadoch nerealistický predpoklad a môže viesť k podhodnoteniu VaR.

5.2.3. Monte Carlo simulácie s využitím CCC-GARCH modelu

Z empirických pozorovaní zmien rizikových faktorov často zisťujeme, že predpoklad normality nie je splnený. V skutočnosti môžeme badať tieto javy [8]:

- výnosy nie sú nezávislé rovnako rozdelené premenné, vykazujú malú sériovú koreláciu, pričom rad absolútnych výnosov alebo štvorcov výnosov vykazuje značnú koreláciu,
- výnosy sú z rozdelenia, ktoré je špicatejšie alebo má ťažšie chvosty ako normálne rozdelenie,
- podmienené výnosy sú blízke nule,
- volatilita sa v priebehu času mení,
- extrémne výnosy sa vyskytujú v zhlukoch.

Medzi modely, ktoré modelujú volatilitu, pričom predpokladajú jej zmeny a autokoreláciu môžeme zaradiť GARCH modely (generalised autoregressive conditionally heteroscedastic). Bližšie sa budeme v tejto práci venovať iba jednému modelu z tejto triedy.

Ide o d –rozmerný CCC-GARCH model (constant conditional correlation – generalized autoregressive conditional heteroscedasticity), ktorý je popísaný nasledovne:

$$r_t = \Sigma_t^{-\frac{1}{2}} \varepsilon_t, \quad \varepsilon_t \sim N(0, I_d),$$

kde $\Sigma_t^{-\frac{1}{2}}$ je choleského rozklad kladne definitnej kovariančnej matice Σ_t , pre ktorú platí $\Sigma_t^{-\frac{1}{2}} = \Delta_t P_C \Delta_t$, kde

1. P_C je konštantná, kladne definitná korelačná matica
2. Δ_t je diagonálna matica smerodajných odchýlok $\sigma_{t,k}$, pre ktoré platí:

$$\sigma_{t,k}^2 = \omega_k + \sum_{i=1}^{p_k} \alpha_{ki} r_{t-1,i} + \sum_{j=1}^{q_k} \beta_{kj} \sigma_{t-1,j}^2, \quad k = 1, \dots, d$$

$$\omega_k > 0, \alpha_{ki} \geq 0, i = 1, \dots, p_k, \beta_{kj} \geq 0, j = 1, \dots, q_k$$

Táto špecifikácia reprezentuje jednoduchý spôsob kombinovania jednorozmerných GARCH procesov. Pozorovania a inovácie sú jednoducho prepojené cez rovnicu $r_t = \Delta_t P_C \varepsilon_t = \Delta_t \tilde{\varepsilon}_t$, $\tilde{\varepsilon}_t \sim N(0, P_C)$. Nevýhodou tohto modelu je predpoklad konštantnej podmienenej korelácie, ktorý je nerealistický.

5.3. Backtesting

Spätné testovanie je posúdenie kvality VaR modelu na základe údajov o prekročeníach VaR z minulosti. Dobrý model by mal spĺňať základné vlastnosti ako vlastnosť správneho nepodmieneného pokrytia a vlastnosť nezávislosti. Medzi základné testy patria [21]:

- Kupiecov POF test (POF = Proportion of failures)
- Christoffersenov test

5.3.1. Kupiecov POF test

Je test, pri ktorom sa hodnotí či je splnená vlastnosť správneho nepodmieneného pokrytia, teda nulová hypotéza vyzerá nasledovne:

$$H_0: \quad p = q$$

kde

p – stanovená pravdepodobnosť prekročení (v našom prípade 0,5%)

q – skutočná relatívna početnosť prekročení

Test používa likelihood ratio test so štatistikou:

$$LR = -2 \left(\ln L(k, n, p) - \ln L(k, n, q) \right) = -2 * \ln \left(\left(\frac{1-p}{1-q} \right)^{n-k} * \left(\frac{p}{q} \right)^k \right),$$

kde k je počet prekročení za n dní a $L(k, n, \theta) = \binom{n}{k} \theta^k (1 - \theta)^{n-k}$ je funkcia vierohodnosti binomického rozdelenia.

Štatistika LR má asymptoticky chí-kvadrát rozdelenie s 1 stupňom voľnosti. Nevýhodou tohto testu je nehodnotenie vlastnosti nezávislosti.

5.3.2. Christoffersenov test

Christoffersenov test oproti Kupiecovmu nehodnotí len počet prekročení, ale aj ich nezávislosť, teda či prekročenia nenastávajú v skupinách. Test je rozdelený na dve časti:

- LR_{pof} - Kupiecov POF test
- LR_{ind} – test nezávislosti prekročení – $H_0: q_{01} = q_{11}$

$$LR_{ind} = -2 * \ln \left(\frac{(1 - q)^{N_{00} + N_{10}} q^{N_{01} + N_{11}}}{(1 - q_{01})^{N_{00}} (1 - q_{11})^{N_{10}} q_{01}^{N_{01}} q_{11}^{N_{11}}} \right),$$

kde

N_{01} – počet dní s prekročením nasledujúcich po dni bez prekročenia

N_{11} – počet dní s prekročením nasledujúcich po dni s prekročením

N_{00} – počet dní bez prekročenia nasledujúcich po dni bez prekročenia

N_{10} – počet dní bez prekročenia nasledujúcich po dni s prekročením

q_{01} – relatívna početnosť prekročení v prípade, že pred ním nenastalo prekročenie

q_{11} – relatívna početnosť prekročení v prípade, že pred ním nastalo prekročenie

$$q_{01} = \frac{N_{01}}{N_{00} + N_{01}}, \quad q_{11} = \frac{N_{11}}{N_{10} + N_{11}}, \quad q = \frac{N_{01} + N_{11}}{N_{00} + N_{01} + N_{10} + N_{11}}$$

Výsledná štatistika $LR = LR_{pof} + LR_{ind}$ má chí- kvadrát rozdelenie s dvoma stupňami voľnosti.

5.4. Výpočet ekonomického kapitálu pre akciové portfólio

V tejto časti ponúkame ilustráciu použitia vyššie spomenutých troch metód na výpočet VaR. Vo výpočte sme sa rozhodli použiť jednoduchové výnosy rizikových faktorov, a to aj napriek tomu, že chceme získať ročnú hodnotu VaR. Dôvody pre naše rozhodnutie sú nasledovné:

- pri použití ročných výnosov by vyvstala otázka dostatočného počtu dát, čo by mohol byť problém, hlavne, ak je našim cieľom výpočet s takou vysokou mierou spoľahlivosti,
- názornejšie sa dostať do problematiky a k pochopeniu VaR.

Ďalej musíme špecifikovať predpoklad ohľadom rebalancovania portfólia. Z dôvodu, že chceme použiť jednoduchové výnosy a ich následné časové preškáľovanie na jeden rok použijeme dynamickú VaR [19]. Dynamická VaR predpokladá spojitú rebalancovanie, a tak nám zabezpečí konštantné váhy (vystavenie sa rovnakým rizikám) počas celého obdobia merania rizika, teda v zvolenom časovom okne. Pri statickej VaR, bez rebalancovania by sa totiž váhy v portfóliu menili na základe zmien hodnôt rizikových faktorov. Predpoklad dynamickej VaR a nezávislých rovnako rozdelených (i.i.d.) výnosov nám dáva možnosť využiť jednoduché škálovacie pravidlo pre VaR.

Škálovanie VaR

V prípade jednoduchového VaR a predpoklade i.i.d. normálnych výnosov dostávame:

$$VaR_{1,\alpha} = \Phi^{-1}(1 - \alpha)\sigma_1 - \mu_1,$$

kde Φ je distribučná funkcia výnosov a σ_1 a μ_1 je predpokladaná štandardná odchýlka a stredná hodnota jednoduchového výnosu. V práci sme využívali logaritmicky výnos, pre ktorý platí, že h -denný výnos je sumou h denných po sebe idúcich výnosov a s predpokladom i.i.d výnosov dostávame: $\mu_h = h\mu_1$ a $\sigma_h = \sqrt{h}\sigma_1$, teda

$$VaR_{h,\alpha} \approx \Phi^{-1}(1 - \alpha)\sqrt{h}\sigma_1 - h\mu_1,$$

Treba podotknúť, že pri GARCH modeli sme už pri jeho zostavovaní predpokladali, že štandardná odchýlka nasleduje autoregresívny proces prvého stupňa s koreláciou ρ , a teda

nepredpokladáme nezávislosť premenných a teda musíme použiť iné škálovanie $\sigma_h = \sqrt{\tilde{h}}\sigma_1$, kde $\tilde{h} = h + 2\rho(1 - \rho)^{-2}\left((h - 1)(1 - \rho) - \rho(1 - \rho^{h-1})\right)$, pričom autokorelácia nemá vplyv na škálovanie $\mu_h = h\mu_1$. [19]

Aj napriek predchádzajúcim poznámkam sme sa v našom prípade rozhodli použiť zjednodušené časové škálovanie $Var_{rok,99.5\%} = \sqrt{250}Var_{deň,99.5\%}$ pre všetky metódy, ktoré sa často používa v praxi. Toto škálovanie predpokladá, že výnosy sledujú geometrickú náhodnú prechádzku a očakávaný výnos je nula.

Zloženie portfólia

Do nášho portfólia sme si vybrali týchto nasledujúcich 6 akcií:

- ako európska poisťovňa sme sa rozhodli investovať do stabilných európskych spoločností ako Adidas (15%,EUR), BMW(15%,EUR), BNP Paribas(10%,EUR)
- do veľkých a stabilných amerických firiem Procter & Gamble(25%,USD) a PepsiCo(25%,USD)
- časté investície poisťovní sú smerované aj do ETF (Exchange-traded fund) a z tejto skupiny sme si vybrali SPDR S&P 500 (10%, USD)

V portfóliu je 40% investovaných v mene euro a 60% v dolároch. Portfólio je teda vystavené aj kurzovému riziku, a preto bolo potrebné si stiahnuť aj kurz EUR/USD za výpočtové obdobie. Ceny akcií boli sťahované zo stránky www.finance.yahoo.com a kurz EUR/USD zo stránky európskej centrálnej banky www.ecb.europa.eu.

5.4.1. Výpočet podľa VaR

Vo výpočtoch vychádzame z výnosov 7 rizikových faktorov: 6 rizikových faktorov tvoria ceny akcií a jeden menový kurz.

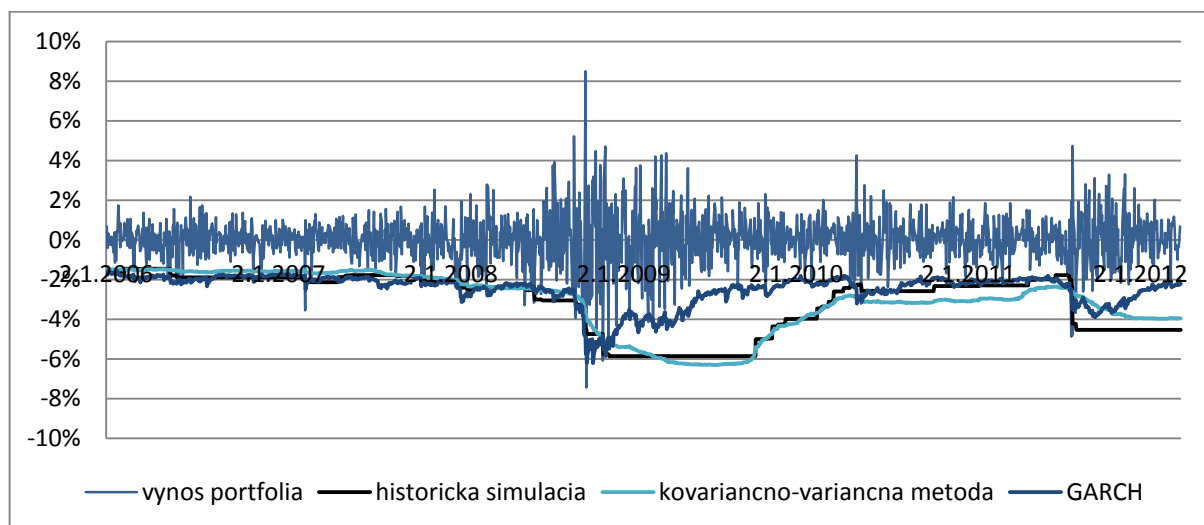
Výpočet historickej simulácie prebehol v programe Excel za použitia jednotného časového okna jedného roka a pre každý výpočtový deň, teda pracovné dni za obdobie 2.1.2006-26.3.2012. Rovnaké časové okno bolo použité pre všetky metódy.

Výpočet variančno-kovariančnou metódou prebiehal za predpokladu, že relatívne zmeny rizikových faktorov je možné modelovať viacrozmerným normálnym rozdelením a opiera sa o postup uvedený v 5.2.2 Variančno-kovariančná metóda.

Postup pri Monte Carlo simuláciách s využitím CCC-GARCH modelu bol nasledovný:

- vytvorenie GARCH modelov v programe eViews, modelujúcich volatility zmien rizikových faktorov na dátach pred pozorovaného obdobia, spolu 775 relatívnych zmien rizikových faktorov
- Na základe týchto modelov boli v Exceli dorátané podmienené štandardné odchýlky
- Zvyšok výpočtov prebiehal v programe R, kde sme:
 - vypočítali štandardizované odchýlky pre dáta pred pozorovaného obdobia
 - na ich základe sme určili konštantnú korelačnú maticu, popisujúcu vzťahy medzi jednotlivými faktormi
 - pre každý výpočtový deň sme nasimulovali 100 000 možných vývojev portfólia z rozdelenia pre daný deň a následne sme určili 0,5%-kvantil oddeľujúci 0,5% najhorších scenárov, a tak určili výšku jednodňového VaR pre nasledujúci deň.

Graf 5.2: Porovnanie jednodňového $VaR_{99,5\%}$ jednotlivých metód s výnosom portfólia



Graf 5.2 ukazuje správanie sa jednotlivých metód počas pozorovaného obdobia. Ako vidíme GARCH metóda sa vedela najrýchlejšie prispôbiť aktuálnemu vývoju trhu. To ju

predurčuje ako dobrú metódu hlavne pre manažéra portfólia, ktorý by riadil naše portfólio. Z dôvodu veľkých zmien by však táto metóda nemusela byť vhodná pre naše účely. Zvyšné dve metódy sa vyvíjajú dosť podobne, čo by mohol byť plus pre historickú simuláciu, nakoľko je jednoduchá, a pritom výrazne nezaostáva za zložitejšou variančno-kovariančnou metódou.

Backtesting

O kvalite skúmaných metód nám napovedá aj nasledujúca tabuľka, hovoriaca o výsledkoch testov spätného testovania aplikovaných na tieto metódy:

Tab. 5.2: Výsledky testov backtestingu pre použité metódy

		Historická simulácia	Variančno- kovariančná metóda	Monte Carlo simulácia
Počet prekročení (na 1603 údajoch)		29	33	25
Kupiecov test	štatistika	21.59484	30.22151	23.08957
	kritická h.		7.879439	
	p-hodnota	3.367575e-06	3.854109e-08	1.546271e-06
	H0	zamietame	zamietame	zamietame
Christoffersenov test	štatistika	21.70455	30.22151	23.12104
	kritická h.		10.59663	
	p-hodnota	1.936053e-05	2.738307e-07	9.535214e-06
	H0	zamietame	zamietame	zamietame

Na základe Kupiecovho a Christoffersenovho testu zamietame všetky metódy. Najmenší počet prekročení zaznamenala Monte Carlo simulácia, a to 25, čo však pri počte pozorovaní 1603 predstavuje 1,56%. z celkového počtu. To je v porovnaní s požadovaným 0,5% prekročení príliš veľké číslo.

Neúspech variančno-kovariančnej metódy je pravdepodobne spôsobený zlým predpokladom, že relatívne zmeny rizikových faktorov sú z normálneho rozdelenia. Ako už bolo spomínané, väčšina výnosov na reálnych trhoch má skôr špicatejšie rozdelenie s ťažšími chvostmi, čo dokazuje aj nasledujúca tabuľka:

Tab. 5.3: Štatistické charakteristiky jednotlivých akcií

	EUR/USD	ADIDAS	BMW	BNP Paribas	Procter & Gamble	PEPSI	SPDR S&P 500
Mean	-0,0001	0,0005	0,0004	0,0001	0,0003	0,0003	0,0003
Median	-0,0002	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0007
Maximum	0,0474	0,1280	0,1384	0,1898	0,0973	0,0821	0,1355
Minimum	-0,0404	-0,1191	-0,1414	-0,1893	-0,0821	-0,1271	-0,1037
Std, Dev,	0,0066	0,0186	0,0215	0,0263	0,0112	0,0115	0,0132
Skewness	0,1488	0,0598	0,0783	0,3916	-0,1652	-0,2567	-0,0692
Kurtosis	5,9378	8,4693	7,3523	12,0443	10,6061	14,2441	16,3785
Jarque-Bera	864	2 965	879	8 1656	5 743	12 553	17 736
Probability	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Zdroj: eViews

Ako vidíme v tabuľke Jarque-Bera test, ktorý testuje či koeficient šikmosti a špicatosti zodpovedá normálnemu rozdeleniu, zamietol hypotézu normality pre všetky relatívne zmeny rizikových faktorov. Koeficient šikmosti (skewness) sa vo všetkých prípadoch pohybuje okolo hodnoty pre normálne rozdelenie, a to nuly. Problém je však vidieť pri koeficiente špicatosti (kurtosis), ktorý je pre normálne rozdelenie rovný trom. Koeficient je pri našich rizikových faktoroch o dosť väčší, čo hovorí, že všetky dáta pochádzajú zo špicatejšieho rozdelenia ako je normálne rozdelenie.

Ako vidieť vyššie, predpoklad normality, ktorý kladie na rozdelenie dát variančno-kovariančná metóda nie je splnený. Preto hrozí riziko, že výsledky, ktoré dostaneme použitím tejto metódy nebudú správne. Toto riziko sa nazýva riziko modelu. Takisto je diskutabilné použitie škálovacieho pravidla, preto treba narábať s výsledkami obozretne. Po preškálovaní jednodenného VaR na ročné dostávame nasledujúce hodnoty.

Tab. 5.4: Štatistiky pre ročné VaR

$VaR_{rok,99,5\%}$ (1603 dát)	Historická simulácia	Variančno-kovariančná metóda	Monte Carlo simulácia
Priemer	48,96%	44,31%	39,20%
Minimum	22,95%	26,65%	24,46%
Maximum	92,58%	85,94%	98,12%

Na základe Tab.5.4 vidíme, že takto vyrátané VaR v čase kolíše a mení sa, priemerné VaR sa pohybuje okolo percent určených aj pri kalibrovaní akciového rizika v Solvency II. Avšak vzhľadom na nesplnenie predpokladu normality, ktoré sa vyžaduje tak pri modeloch, ako aj pri škálovaní, je takéto porovnanie diskutabilné. Navyše, pri našom výpočte sme naraz ráтали hodnotu VaR, potrebnú na pokrytie akciového a menového rizika, ale aj, v terminológii Solvency II, rizika koncentrácie (v našom prípade je uvažovaná diverzifikácia menšia ako v podmodule akciového rizika, kde sa VaR určovalo na základe indexu, teda nevyčleňujeme zvlášť koncentračné riziko). Preto nie je porovnanie aj celkom konzistentné.

Záver

V práci sme ponúkli prehľad viacerých tém, ktoré komplexne dotvárajú predstavu o problematike ekonomického kapitálu v poisťovni, resp. kapitálovej požiadavke podľa Solvency II. Popísali sme riziká, ktorým môže poisťovňa čeliť a ukázali si možnosti ich kontroly a výpočtu ekonomického kapitálu, potrebného na ich krytie. Detailnejšie sme sa zamerali na akciové, menové a koncentračné riziko. Výpočet ekonomického kapitálu pre tieto riziká sme aj prakticky zrealizovali pomocou viacerých metód rizikovej miery VaR.

Pri praktickej realizácii sme sa stretli s problémom výpočtu VaR za tak dlhé obdobie ako je jeden rok. V prípade priameho výpočtu ročného VaR vzniká problém malého počtu dát. Preškálovaním jednodňového VaR na ročné je možné tento problém odstrániť, avšak predpoklad na normalitu a nezávislosť výnosov, ktoré časové škálovanie odmocninou vyžaduje, nie je veľakrát splnený. Skutočné výnosy rizikových faktorov majú často špicatejšie rozdelenie a ťažšie chvosty ako normálne rozdelenie. Súčasne je použitie škálovania na tak dlhé obdobie ako je jeden rok diskutabilné. Riešenie tohto problému možno nájsť pri kalibrácii stresu pre akcie pre štandardnú formulu z prvého piliera Solvency II. Akciové riziko je tu vyjadrené pomocou VaR príslušného indexu, ktorý zodpovedá rizikovej triede akcie. Index je dobre diverzifikovaný, pričom to nemusí platiť pre konkrétne portfólio poisťovne. Tento problém je však riešený zvlášť v podmodule koncentračného rizika. Výhodou takéhoto riešenia je, že index má dlhšiu históriu, a teda viac dát. Zaujímavé je aj, že oproti nášmu postupu využívania časového okna, aby sme získali, čo najrelevantnejšie dáta, sú tu využité všetky dostupné dáta za históriu indexu. Takto vypočítaná historická VaR je fixná a jej aktuálna hodnota, vyjadrujúca situáciu na trhu, je riešená cez mechanizmus symetrickej úpravy, predstavený v poslednej kapitole.

Nami použitý výpočet, na rozdiel od štandardnej formuly, rieši všetky riziká spojené s akciovým portfóliom v jednom modeli, takisto aj aktuálnosť VaR (použitie časového okna). Takto nastavený výpočet nám však pomohol lepšie porozumieť rizikám, ktorému je portfólio vystavené a takisto metóde VaR. Použitý prístup by mal byť presnejší, ale je aj náročnejší, nakoľko rieši konkrétne portfólio detailne.

V prípade, že by sme chceli daný postup využiť pri navrhovaní interného modelu, ako to umožňuje Solvency II, museli by sme každý rok spraviť takto detailnú analýzu každej akcie (za rok sa portfólio môže značne zmeniť), pričom v reálnej poisťovni je toto portfólio väčšie ako naše vzorové portfólio, a tým by bol výpočet ešte náročnejší. Ďalším plusom pre použitie prístupu scenárov by mohlo byť aj to, že pre interný model sa rozhoduje väčšinou skupina, zastrešujúca viacero poisťovní, nakoľko je to kapacitne a odborne náročný projekt, čiže by tu bol ťažko plne aplikovateľný prístup „riešenia konkrétného portfólia“, resp. by bol aplikovaný len čiastočne. Nami uskutočnený výpočet by sme odporúčali skôr pre manažéra portfólia, ktorý ho mohol týmto spôsobom riadiť.

Práca bola tvorená ako úvod k tak rozsiahlym témam ako je ekonomický kapitál v poisťovni a Solvency II. Dovoľujeme si pridať pár návrhov možného ďalšieho rozvíjania týchto tém: zameranie sa na metódu stresových scenárov, pre ktoré sme v práci zhodnotili ich výhody pre tvorbu interného modelu; rozšírenie modelu o ďalšie riziká.

Literatúra

1. **Doff, R.** *Risk Management for Insurers: Risk Control, Economic Capital and Solvency II*. Londýn : Risk Books, a Division of Incisive Financial Publishing Ltd, 2007. ISBN 978 1 904339 79 3.
2. *Zákon č. 8/2008 Z. z. o poisťovníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov, podľa stavu k 1.6.2010.*
3. Opatrenie Národnej banky Slovenska z 29. apríla 2008 č. 7/2008, ktorým sa ustanovujú limity umiestnenia prostriedkov technických rezerv v poisťovníctve (oznámenie č. 170/2008 Z. z.).
4. **Sandström, A.** *Handbook of Solvency for Actuaries and Risk Managers: Theory and Practice*. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2010. s. 1113. ISBN-13: 978-1439821305.
5. **Black, K. Jr.- Skipper, H. D.** *Life Insurance*. 12. New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1993. s. 1088 . ISBN 0135329957.
6. *Zákon 431/2002 Z.z. o účtovníctve - úplné znenie platné k 1.1.2012.*
7. **Svitek, M.** *Finančné nástroje podľa IFRS/IAS*. Bratislava : Iura Edition, 2008. s. 342. ISBN 978-80-8078-0.
8. **McNeil, A.J, Frey, R. a Embrechts, P.** *Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools*. New Jersey : Princeton University Press, 2005. ISBN-13: 978-0-691-12255-7.
9. **Morgan, J.P. - Reuters.** *RiskMetrics Technical document*. New York : Morgan Guaranty Trust Company, 1996.
10. **Europe, CEA: Insurers of.** CEA Working Paper on the risk measures VaR and TailVaR. *ec.europa.eu*. [Online] 7. November 2006.

http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/2006-markt-docs/2534-06-annex-cea_en.pdf.

11. **ŠLAHOR, Ľ. - ŽVACHOVÁ, N.** *Kapitálová primeranosť bánk a poisťovní*. Bratislava : KARTPRINT, 2011. s. 225. ISBN 978-80-88870-94-4.

12. Národná banka Slovenska: Všeobecný prehľad - prezentácia o Solventnosti II. [Online] September 2011. [Dátum: 3. Január 2012.] <http://www.nbs.sk/sk/dohlad-nad-financnym-trhom/dohlad-nad-poisťovníctvom/solventnost-ii>.

13. *Solvency II - Lamfalussyho legislatívny proces*. **Žáková, J.** 6, Bratislava : Slovenská asociácia poisťovní, 2011, Poistné rozhľady.

14. *Solvency II - komplikovaný a ťažkopádny proces*. **Katonák, D.** 6, Bratislava : Slovenská asociácia poisťovní, 2011, Poistné rozhľady.

15. European Commission: QIS5 Technical Specifications, Annex to Call for Advice from CEIOPS on QIS5. www.eiopa.europa.eu. [Online] 2010.
<https://eiopa.europa.eu/en/consultations/qis/quantitative-impact-study-5/technical-specifications/index.html>.

16. Národná banka Slovenska: Piata kvantitatívna dopadová štúdia (QIS 5). www.nbs.sk. [Online] Jún 2011.
http://www.nbs.sk/_img/Documents/_Dohlad/ORM/Poisťovníctvo/Sprava_NBS_o_QIS5_v_poistnom_sektore.pdf.

17. CEIOPS: QIS5 Calibration Paper. www.ec.europa.eu. [Online] 15. April 2010.
http://ec.europa.eu/internal_market/insurance/docs/solvency/qis5/ceiops-calibration-paper_en.pdf. CEIOPS-SEC-40-10.

18. *Value at Risk Models in Finance*. **MANGANELLI, S. – ENGLE, R., F.** Working Paper no. 75., s.l. : European Central Bank, 2001.

-
19. **Alexander, C.** *Market Risk Analysis, Value-at-Risk Models*. Chichester : John Wiley & Sons Ltd, 2008. ISBN 978-0-470-99788-8.
20. **Jurča, P.** Value at risk. [Online] 10 2011.
http://www.iam.fmph.uniba.sk/institute/jurca/qrm/VaR_vypocet.pdf.
21. **Jurča, P.** Value at Risk - Backtesting. [Online] 2011. 12 2011.
http://www.iam.fmph.uniba.sk/institute/jurca/qrm/VaR_backtesting.pdf.
22. **Tsanakas, A.** Risk measures and economic capital for (re)insurers. *SSRN - Social Science Research Network*. [Online] December 2006.
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1006637.

Príloha č.1 Programy použité pri výpočtoch

Variančno-kovariančná metóda

```
vynosy<-as.matrix(read.table ("C:/ vynosyden.txt",header=T,dec=","))
w<-vynosy[1,]
okno<-250
vynosy<-vynosy[2:length(vynosy[,1]),]
len<-length(vynosy[,1])
VaR<-rep(0,len-okno+1)
for(i in 1:(len-okno+1)){
mi<-colMeans(vynosy[i:(i+okno-1),])
sigma<-var(vynosy[i:(i+okno-1),])
VaR[i]<-sqrt(w%%sigma%%w)*qnorm(0.005,mean=0,sd=1)-mi%%w
}
write.table(VaR,"C: vystup_norm.txt",dec = ",", row.names = FALSE,col.names = FALSE)
```

CCC-GARCH metóda

```
library(MASS)
library(base)
vynosy<-as.matrix(read.table("C:/vynosyden.txt",header=T,dec=","))
variance<-as.matrix(read.table("C:/conditional_variance.txt",header=T,dec=","))
w<-as.vector(vynosy[1,])
vynosy<-vynosy[2:(length(vynosy[,1])-1),] # prvý riadok su vahy, k prvemu vynosu
r_0(2.1.2003) nemame podmienenu varianciu/posl.pozorovanie,pouzivame zostupne radenie-
prvy je najnovsi datum
G<-774 #pocet dat pouzitych pri GARCH modeli je 775, podmienenej variance je o jedno
pozorovanie menej
len<-length(vynosy[,1])
len1<-length(variance[,1]) # len1=len+1 lebo podmienenej variance mame o jednu
viac....pozname sigma_t+1 z modelu pricom skutocny vynos este nie je namerany
mu<-as.vector(colMeans(vynosy[(len-G):len,]))
st_rezid=(vynosy[(len-G):len,]-mu)/variance[(len1-G):len1,] #vypocet standardizovanych
reziduii
R<-cor(st_rezid)
VaR<-rep(0,(len1-G))
for (i in 1:(len1-G))
{
sigma<-diag(variance[i,])%%R%%diag(variance[i,])
A<-mvrnorm(100000,mu,sigma)%%w
VaR[i]<-quantile(A,0.005)
```

```
}
write.table(VaR,"C:/vystup_garch.txt",dec = ",", row.names = FALSE,col.names = FALSE)
```

Kupiecov a Christoffersenov test

```
rm(list=ls())
library(base)
vynosy<-as.matrix(read.table("C:/vynosyden.txt",dec=" ",header=T))
VaRR<-as.vector(read.table("C:/vystup_hist.txt",dec=" ",header=F))
#VaRR<-as.vector(read.table("C:/vystup_norm.txt",dec=" ",header=F))
#VaRR<-as.vector(read.table("C:/vystup_garch.txt",dec=" ",header=F))
w<-as.vector(vynosy[1,])
vynosy<-vynosy[2:(length(vynosy[,1])),]
theta=0.005
VaR<-VaRR[(2:length(VaRR[,1])),1]
ccount=0
vynosy_test<-vynosy[1:(len-775),]
n<-length(VaR)
N01=0; N11=0; N00=0; N10=0
if (VaR[1]>(w%*%as.vector(vynosy[1,]))) {
  ccount<-ccount+1
}
for(i in 2:length(VaR)){
  if (VaR[i]>(w%*%as.vector(vynosy[i,]))) {
    ccount<-ccount+1
    if (VaR[i-1]>vynosy[i-1]) N11<-N11+1 else N01<-N01+1
  } else {
    if (VaR[i-1]>vynosy[i-1]) N10<-N10+1 else N00<-N00+1
  } }
theta_hat<-ccount/n
q01=N01/(N01+N00); q11=N11/(N10+N11); q=(N01+N11)/(N01+N00+N10+N11)
LR_pof=-2*log(((1-theta)/(1-theta_hat))^(n-ccount)*(theta/theta_hat)^ccount)
LR_ind=-2*log(((1-q)^(N00+N10)*q^(N01+N11)/((1-q01)^N00*(1-q11)^N10*q01^N01*q11^N11))
LR=LR_pof+LR_ind
#Kupiecov test
LR_pof
qchisq(0.995,1)
1-pchisq(LR_pof,1)
#Christoffersenov test
LR
qchisq(0.995,2)
1-pchisq(LR,2)
```