

Problematické stránky štandardných metód Value at Risk¹

Martin ŠORF

Abstrakt

Príspevok sa venuje hodnoteniu štandardných metód merania Value at Risk z koncepčného hľadiska. Model historickej simulácie, variančno-kovariančný model a metódu simulácie Monte Carlo porovnáваме z hľadiska možných chýb, ktorých sa dopúšťame ich používaním a identifikujeme systematické dôvody ich nepresností, ktoré vyplývajú z konštrukcie samotných metód. Z článku vyplýva nutnosť obozretného prístupu pri využití týchto metód najmä pri interpretácii výsledku vo forme očakávanej straty.

Kľúčové slová: Value at Risk, miera neistoty, normálne rozdelenie

Napriek tomu, že Value at Risk (ďalej len VaR) je stále najpoužívanejšou „rodinou“ metódou medzi odhadmi rizika v rámci nástrojov riadenia rizika, existujú dôvody, ktoré môžu viesť k nepresnostiam pri jej používaní a následne k nesprávnemu hodnoteniu v rozhodovacom procese. V zásade každá zo skupín metód VaR má svoje obmedzenia, no všeobecné výhrady tohto prístupu sa koncentrujú najmä do nasledujúcich argumentov:

Každá miera rizika vypočítaná metódou VaR v sebe obsahuje predpoklad o rozdelení výnosov, ktorý ak je porušený, zapríčiňuje nesprávny odhad VaR. Napríklad pri odhade delta-normal metódou predpokladáme, že rozdelenie výnosov viacerých aktív je normálne rozdelené, keďže VaR sa spolieha na štandardné odchýlky výnosov. Pri Monte Carlo simulácii síce máme viac voľnosti pri špecifikácii rôznych typov rozdelenia výnosov, ale voľba rozdelenia je subjektívna a môže byť chybná. Pri použití historickej simulácie zase očakávame, že rozdelenie výnosov v minulosti zodpovedá rozdeleniu výnosov v budúcnosti. Existuje pritom dostatok dôkazov o tom, že výnosy nie sú normálne rozdelené, a to najmä

¹ Ing. Martin Šorf, externý doktorand Katedry financií NHF EU v Bratislave. Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu VEGA (V-17-101-01006) „Úverový cyklus, kreditné riziko a jeho determinanty v krajinách strednej a východnej Európy“.

vd'aka extrémnym hodnotám, ktoré sú omnoho početnejšie, než normálne rozdelenie predpokladá. To vedie k podhodnoteniu potenciálne katastrofických udalostí, ktoré v reálnom svete nastávajú častejšie a dokonca s určitou pravidelnosťou.

Všetky miery rizika vypočítané metódou VaR používajú do určitej miery historické údaje. Napríklad vo variančno-kovariančnej metóde sú historické časové rady zdrojom pre variančno-kovariančnú maticu, ktorá je základom pre výpočet VaR. Pri metódach historickej simulácie, ako už vyplýva z názvu, VaR plne vychádza z historických údajov. Aj Monte Carlo simulácia musí vychádzať z nejakých rozdelení, ktorých charakter spravidla určujú historické údaje. V stručnosti, každá miera VaR bude funkciou minulého obdobia, za ktoré boli zozbierané a použité historické údaje. Ak bolo toto obdobie napríklad stabilné, budú vypočítané VaR podhodnocovať existujúce riziko.

Každá miera rizika vypočítaná metódou VaR je podmienená explicitným odhadom korelácií medzi zdrojmi rizika (platí pri Monte Carlo simulácii aj pri variančno-kovariančnej metóde) alebo o korelácii existuje implicitný predpoklad (pri historickej simulácii). Tieto korelácie spravidla vychádzajú z historických údajov a sú veľmi volatilné. Čím je chyba korelácie vyššia, tým vyššia je aj chyba výslednej miery rizika vypočítanej pomocou VaR. Táto chyba sa ešte viac zväčšuje pri Monte Carlo simulácií.²

Spoločné vlastnosti

Ak teda napriek spoločným slabým stránkam používame jednu zo štandardných metód odhadu VaR, ktorý prístup výpočtu VaR použiť? Ktorý odhad je adekvátny k príslušnému stavu trhových rizík? A prečo by mal byť Value at Risk preferovaný pred ostatnými metódami kvantifikácie finančných rizík?

Arzner, Delbaen, Eber a Heath (1999) rozvinuli prístup pre výber miery rizika predpokladajúc štyri vlastnosti miery rizika pre potreby kapitálovej požiadavky:

Translačná invariantnosť - $\rho(X+\alpha) = \rho(X) - \alpha$, pridaním hotovosti (bezrizikového aktíva) do portfólia, riziko portfólia by sa malo znížiť o hodnotu tejto hotovosti.

Pozitívna homogenita - $\rho(\lambda X) = \lambda\rho(X)$ - ak zmeníme proporcionálne objem držaných finančných inštrumentov v portfóliu, rovnako sa proporcionálne zmení riziko celého portfólia

Monotónnosť - ak $X \leq Y$ potom $\rho(X) \leq \rho(Y)$ - ak sú straty v jednom portfóliu zastúpené vo väčšej miere ako straty v druhom portfóliu, je i riziko prvého portfólia väčšie ako riziko druhého skúmaného portfólia.

² Skintzi, V.D., G. Skiadoubpoulous and A.P.N. Refenes, 2005, The Effect of Misestimating Correlation on Value at Risk, Journal of Alternative Investments, Spring 2005.

Subaditivita - $\rho(X+Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$ – znázornenie diverzifikačného efektu, tzn. že riziko spojeného portfólia je menšie (rovné) ako súčet jeho individuálnych subportfólií.

Riziková miera, ktorá spĺňa uvedené vlastnosti sa označuje ako koherentná. Ako poukázal Arzner (1999), VaR nespĺňa poslednú požiadavku subaditivity (teda parciálne straty nie sú kumulovateľné), a tým nemôže byť považovaný za koherentnú mieru rizika³. V skutočnosti môžu byť súčasťou portfólia krátke pozície opcií, ktoré môžu vytvoriť obrovské straty s nízkou pravdepodobnosťou, ktorých kombináciou vznikne portfólio, kde Value at Risk rizikovej pozície kombinovanej z dvoch nástrojov je väčšie ako VaR príslušných jednotlivých pozícií.

Ako hlavnú výhodu konceptu VaR možno však uviesť jeho jednoduchosť, praktickú prehľadnosť a univerzálnu použiteľnosť⁴. Výhoda VaR je aj v jeho metodologickej otvorenosti, čo ho robí použiteľným pre množstvo rizík. Jeho dominantné postavenie vo finančnom svete vychádza z toho, že rôzne typy rizík zo zmien úrokov, cien akcií a kurzov udáva prehľadne porovnania schopným spôsobom⁵.

Pohľad na model historickej simulácie

Pri historickej simulácii nie je potrebný predchádzajúci predpoklad o rozdelení a rovnako tak žiadny predpoklad o tom, či sa rizikové faktory správajú náhodne. Transformáciou hodnotených údajov z minulosti sú generované scenáre rizikových faktorov do budúcnosti. Z uvedeného zároveň vyplývajú dve nevýhody historickej simulácie. Na jednej strane je potrebné spracovávať veľké množstvo historických údajov a na strane druhej platí rozhodujúci predpoklad: čo sa v minulosti nestalo, nestane sa ani v budúcnosti z dôvodu, že model pracuje s historickými pozorovaniami a prognózovať je možné iba skutočnosti, ktoré už niekedy nastali. Trhové dáta orientované do budúcnosti ako napr. implicitné volatility nie sú v modeli zohľadňované. Výhoda historickej simulácie spočíva v tom, že historické údaje určujú spoločné rozdelenie pravdepodobnosti trhových premenných⁶.

Pre základný prístup historickej simulácie existuje viacero modifikácií. Pozorovaniam je možné priradovať váhy, ktoré exponenciálne klesajú (EWMA prístup) a tým priradujú starším údajom menšiu váhu. Pomocou teórie extrémnych hodnôt je možné vyhladzovať

³ Jorion, P.: Value at Risk The New Benchmark For Managing Financial Risk, 2007, str. 114

⁴ Beringer, M.: Das Spartentrennungsprinzip der Lebensversicherung: nach Umsetzung von Sollvency II noch zeitgemäß?, 2007, 93

⁵ Fiege, S.: Risikomanagement- und Überwachungssystem nach KonTraG, 2006, str. 171

⁶ Hull, J. C.: Optionen, Futures und andere Derivate, 2009, str. 572

a rozširovať okraje rozdelenia pravdepodobnosti denných zmien portfólia zistených pomocou historickej simulácie. Tým je možné zisťovať VaR, ktoré reflektujú celý vzhľad okraju rozdelenia a nie iba pozície niekoľko málo strát okrajov. Teóriu extrémnych hodnôt je možné využiť i na odhady VaR v prípade, že sú hodnoty hladín spoľahlivosti veľmi vysoké (napr. 99,9%).

Naopak k chybnému výpočtu VaR je možné dospieť historickou simuláciou pri derivátoch. Efekty zo skrátenia doby životnosti derivátov nie je možné zachytiť, lebo napríklad v porovnaní s analytickými metódami Value at Risk neexistuje pri historickej simulácii žiadna možnosť zohľadniť riziko théta. Théta predstavuje mieru s akou sa hodnota portfólia mení v priebehu času, pričom ostatné faktory zostávajú konštantné. Historická simulácia rovnako vychádza z predpokladu, že hodnota vystavená riziku zostáva počas doby konštantná.

Historická simulácia je vďaka jej malým matematickým nárokom ľahko interpretovateľným prístupom. Portfóliový prístup nevyžaduje takmer žiadne štatistické a matematické vedomosti.

Pohľad na variačno-kovariačný model

Delta-normal metóda má v porovnaní so všetkými ostatnými metódami kvantifikácie rizika výhodu: výnimočne rýchly a jednoduchý odhad rizika. Odhliadnuc od jednoduchosti vyžaduje model niekoľko predpokladov, ktoré nie sú v realite úplne naplnené. Variačno-kovariačný prístup je vhodný pri posudzovaní rizika portfólií, ktoré je zložené z krátkych a dlhých pozícií v akciách, pôžičkách, surovinách a iných produktoch. Najčastejšie kritizovaným predpokladom je predpoklad o normálne rozdelených zmenách rizikových faktorov. V prípade, a práve v tom spočíva neistota, že sú denné výnosy investície vnímané ako normálne rozdelené, potom je i zmena hodnoty portfólia v daný deň tiež normálne rozdelená.

Delta-normal metóda spôsobuje chybné odhady rizík, pokiaľ sa v skúmanom portfóliu nachádzajú asymetrické finančné nástroje ako napríklad opcie. Rozsah chyby rastie s podielom zastúpenia asymetrických finančných produktov v portfóliu. Ako riešenie tohto problému bola predstavená delta-gamma metóda, ktorá lepšie vystihuje zmeny v portfóliu a pre portfóliá s opčnými produktmi podáva presnejšie odhady Value at Risk ako delta-normal prístup. Nemusí to však tak byť pokiaľ sa životnosť opcie blíži k nule. Vtedy chyba odhadu závisí viac od doby životnosti opcie, jej volatility a sledovanej doby držby pre výpočet Value at Risk.

Pohľad na metódu simulácie Monte Carlo

Monte Carlo simulácia je z dôvodu jej flexibility (v porovnaní s iným postupom) najprepracovanejšia, predovšetkým pri kvantifikácii rizika komplexných finančných nástrojov ako napr. derivátov. Simulácia dokáže zohľadniť najrôznejšie scenáre zmien rizikových faktorov. Pre portfóliá s vyšším zastúpením opcií je Monte Carlo simulácia jedinou použiteľnou metódou, pretože rozdelenie výnosov býva tak komplexné, že ho nie je možné analytickými prístupmi popísať. Nevýhoda, ktorá sa špeciálne spája so simuláciou Monte Carlo je jej náročnosť na výpočet. Generovanie veľkého množstva scenárov pre veľké komplexne zostavené portfóliá si vyžaduje veľa času. Nízky počet generovaných scenárov môže totiž viesť k významným chybám odhadu.

O žiadnej z metód na určenie VaR nemožno tvrdiť, že je jednoznačne najlepšou. Voľba metódy závisí od rôznych faktorov ako dostupnosť historických dát, veľkosť a komplexnosť analyzovaného portfólia. Variačno-kovariačnou metódou je možné exaktne a teoreticky fundovane stanoviť Value at Risk, výpočet je rýchlejší ako pri simulačných metódach. Zároveň sa však vychádza z nutnosti normálneho rozdelenia zmien hodnôt rizikových faktorov. Pokiaľ nie je tento predpoklad splniteľný, možno využiť jednu zo simulačných metód. Najjednoduchšou z nich je historická simulácia, pričom nie je nutné vychádzať z rozdelenia rizikových faktorov. Je však otáznosť, či zvolený časový horizont dostatočne reprezentuje budúci vývoj. Ak je možné stanoviť rozdelenia vývoja rizikových faktorov, Monte-Carlo simulácia zase pomerne presne stanovuje odhady. Táto metóda je však náročnejšia na výpočet.

Záver

Napriek svojim výhodám má koncept Value at Risk i svoje slabé stránky a všeobecne známe obmedzenia tak obsahovej ako aj matematickej povahy. Portfóliá s rovnakým VaR môžu vykazovať výrazné rozdiely v ziskových/stratových profiloch. Problematickým sa javí i predpoklad o normalite rozdelenia, ktorá sa zakladá na centrálnej limitnej vete, ktorá vychádza z predpokladu, že suma rozdelených náhodných premenných konverguje k normálnemu rozdeleniu⁷. Empiricky je však možné pozorovať, že rozdelenia výnosov vykazujú asymetrické rozdelenie, tzv. „fat tails“ – „ťažké konce“⁸. To znamená, že extrémne prípady vznikajú v skutočnosti častejšie ako predpokladá normálne rozdelenie a normálne

⁷ Pacáková, V. a kolektív: Štatistické metódy pre ekonómov, 2009, str. 92

⁸ Predstavuje extrémny prípad, t. z. niektoré ekonomické veličiny sa môžu vyvíjať inak ako podľa štandardnej pravdepodobnostnej krivky normálneho rozdelenia hlavne v oblasti extrémnych krajných hodnôt.

rozdelenie ich tým podceňuje. Použitie historických údajov nie je za určitých okolností dobrým indikátorom pre budúci vývoj, predovšetkým pokiaľ sú extrémne. Toto posudzovanie vzťahujúce sa na minulosť môže viesť k podhodnoteniu rizík⁹ a rovnako k ich nadhodnoteniu. Predpoklady vzhľadom na rozdelenie zmien rizikových faktorov a korelácií medzi rôznymi rizikovými faktormi sa môžu javiť ako nesprávne predovšetkým pri extrémnych udalostiach na trhu.

Literatúra

- [1] Arzner, Ph., Delbaen, F., Eber, J.-M., a Heath, D.: Coherent Measures of Risk, *Mathematical Finance*, Vol.9, 3. 1999.
- [2] Beringer, M.: Das Spartentrennungsprinzip der Lebensversicherung: nach Umsetzung von Sollvency II noch zeitgemäß?, 2007, 93.
- [3] Hull, J. C.: *Optionen, Futures und andere Derivate*, Pearson Studium; Auflage: 6. A., 2009, ISBN 978-3827371423.
- [4] Fiege, S.: Risikomanagement- und Überwachungssystem nach KonTraG, *Gabler Verlag*; Auflage: 1, 2006, ISBN 978-3835004207, str. 171.
- [5] Jorion, P.: Value at Risk The New Benchmark For Managing Financial Risk, 2007, str. 114.
- [6] Pacáková, V. a kolektív: *Štatistické metódy pre ekonómov*, Iura Edition, 2009, ISBN 978-80-8078-284-9.
- [7] Sivák R., Gertler Ľ., Kováč U.: *Teória a politika rizika vo financiách a v bankovníctve*, Sprint dva, 2015, ISBN 978-8089710195.
- [8] Skintzi, V.D., G. Skiadoubpoulous and A.P.N. Refenes, 2005, The Effect of Misestimating Correlation on Value at Risk, *Journal of Alternative Investments*, Spring 2005.

⁹ Ako v roku 2008