

Neistota v meraní miery neistoty metódami Value at Risk¹

Martin ŠORF

Abstract

Metódy merania Value at Risk využívajú ako vstupy rôzne miery neistoty. Cieľom tohto príspevku je poukázať na citlivosť rôznych metód a ich dopad na výslednú expozíciu a posúdiť tak, do akej miery môžeme robiť závery z hľadiska hodnôt na koncoch rozdelenia. Základné trhové časové rady podrobujeme testu jednotlivými metódami a poukazujeme na rôznosť potenciálnych výsledkov výpočtu

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

1. Úvod

Zvýšenie volatility a korelácie cien aktív v poslednom období ako aj podhodnotenie rizikových faktorov, ktoré nie sú historicky zachytené v časových radoch (Gillani and Masri, 2010, resp. napr. Chiriac a Pohlmeier 2009 či Voinea a Anton 2009) predstavujú dva základné argumenty výhrady k prístupu Value at Risk (ďalej len VaR).

Tieto slabé miesta otestujeme formou analýzy citlivosti na základných modeloch VaR. Aby sme vedeli skreslenia čo najlepšie identifikovať, budeme pracovať s najmenej volatilným akciovým indexom, teda nemeckým indexom DAX.

Analýza citlivosti je v tom, že základné odhady VaR jednotlivými metódami sa menia v závislosti tak od historickej vzorky časového radu, ktorý budeme brať do úvahy, ako aj od použitej metódy odhadu volatility daného časového radu.

V analýze používame údaje na dennej báze od roku 1998 do konca júna roku 2017. Máme teda 5120 denných pozorovaní. Podľa vyššie uvedených postupov vypočítame hodnotu

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“.

v riziku (Value at Risk) metódou historickej simulácie, variančno-kovariančnou metódou a Monte-Carlo simuláciou. Do metódy historickej simulácie nebude ako do jedinej metódy vstupovať informácia o parametroch rozdelenia (teda stredná hodnota a štandardná odchýlka, resp. iné). Budeme preto zisťovať do akej miery ovplyvňuje výslednú hodnotu v riziku história údajov, ktoré vezmeme do úvahy a zameriame sa na vplyv merania parametrov rozdelenia a citlivosť výslednej VaR na spôsob merania volatility historických údajov.

2. Testovanie

Na vzorku údajov, teda históriu pozorovaní vstupujúcu do výpočtu VaR môžeme pristupovať doma spôsobmi. Prvým spôsobom je charakter obdobia, pre ktoré VaR počítame a druhým spôsobom je dĺžka historického obdobia, ktoré berieme do úvahy.

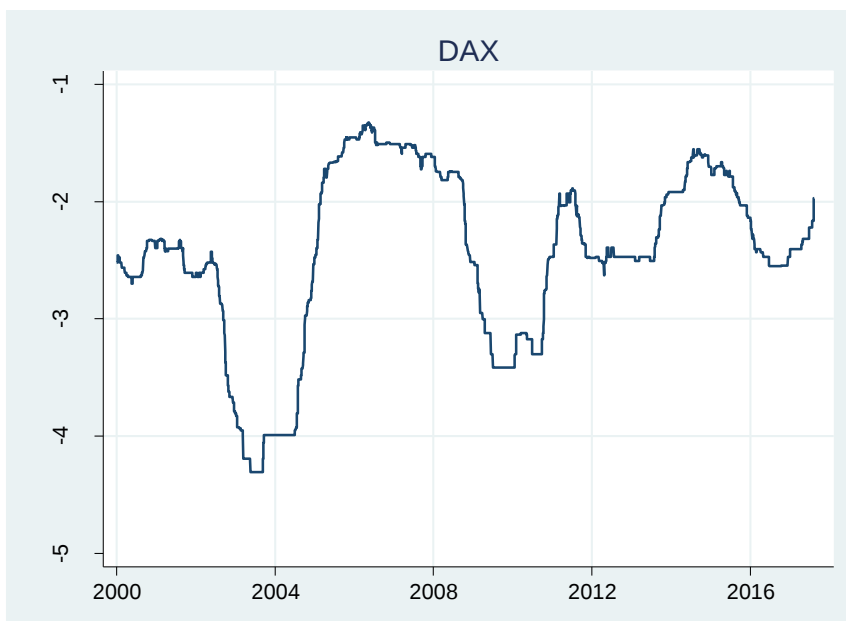
2.1 Variabilita VaR v čase

Vychádzajúc z Hull (2010), ktorý argumentuje reprezentatívnosťou histórie pre denné údaje (ak sa použije história minimálne s 500 pozorovaniami), používame okno s dĺžkou 2 roky (teda medzi 520 až 522 pozorovaní), ktoré posúvame v čase a počítame hodnotu v riziku na úrovni 95% a na úrovni 99% pre rôzne historické obdobia.

Variabilita výslednej VaR sa pri nezmenených váhach pohybuje od 1,5% po 4% istiny, v závislosti od pozície ekonomickom cykle. Inými slovami, rozdelenie denných výnosov sa za niečo viac ako dva roky (od konca roku 2007 do roku 2010) posunulo do takej miery, že pravdepodobnosť dosiahnutia dennej straty 1% pre to isté podkladové portfólio sa posunula z 5% na viac ako 18%.

2.2 Variabilita VaR podľa dĺžky histórie

Ak berieme do úvahy dlhšiu históriu údajov je zrejmé, že sa z väčšou pravdepodobnosťou dopočítame k hodnote v riziku, ktorá je vyváženejšia. Napríklad, hodnota v riziku (VaR) samostatného indexu DAX na úrovni 95% ku koncu júna 2017 za celé obdobie od roku 1998 je pomocou metódy historickej simulácie 2,5% istiny. Táto hodnota je strednou hodnotou pozorovanej VaR v dvojročných obdobiach, a teda je aj najmenej vzdialená od extrémnych nameraných hodnôt počas celého obdobia.



Graf 1 Variabilita hodnoty v riziku v čase individuálneho indexu vypočítaná historickou simuláciou

Zdroj: vlastné spracovanie

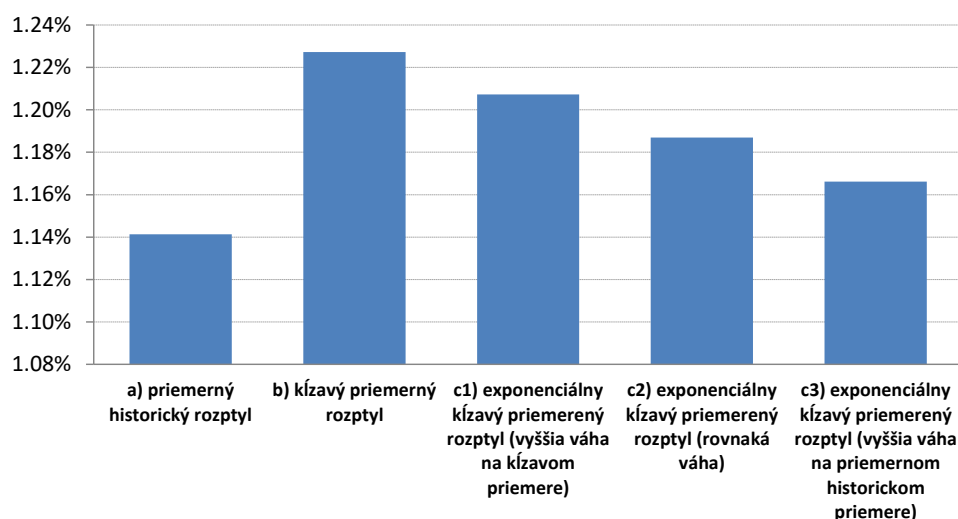
To dokazuje, že čím dlhšie obdobie budeme zohľadňovať, tým menšiu chybu v priemere urobíme pri eventúálnych pozitívnych aj negatívnych výkyvoch na trhu. Na druhej strane vypočítané VaR za dlhé obdobie nemusí verne vyjadrovať situáciu, ktorá na trhu pretrváva v danom období, a tak často nezodpovedá potrebám, pre ktoré sa výpočet VaR uskutočňuje. Opäť, čím je amplitúda VaR v čase vyššia (ako tomu je pre jednotlivé indexy krajín), tým v menšej miere jej priemerná hodnota reprezentuje aktuálnu situáciu na trhu (ale o to menej je nesprávna pri prípadných náhlych zmenách trhového prostredia).

3. Vplyv odhadu disperzie historických údajov

Hodnota VaR teda vyplýva z toho, aké historické údaje máme k dispozícii, ich rozdelenia a z neho vyplývajúcich parametrov, ktoré toto rozdelenie popisujú. Charakter rozdelenia vyjadruje stredná hodnota a rozptyl. Stredná hodnota nejakého časového radu je deterministická a teda neexistuje vôľa pre jej variabilitu. Rozptyl, ktorý vypovedá o volatilitate časového radu je však možné dopočítať rozličnými spôsobmi. V zásade ide o otázku, s akým rozptylom by sme v čase t mali počítať na obdobie $t+1$. Možností je niekoľko. Okrem napočítania štandardnej smerodajnej odchýlky za určité obdobie môžeme rozptyl merať ako

- a) pozorovaný priemerný historický rozptyl

- b) jednoduchý kľzavý priemerný rozptyl
- c) exponenciálny kľzavý priemerný rozptyl
- d) predikovaný rozptyl pomocou modelov ARCH alebo GARCH
- e) implikovanú volatilitu na základe derivátov na podkladové aktíva, ktorá používa modely ocenenia aktív ako napríklad Black-Scholesov model na ocenenie trhovej hodnoty opcie, či portfólia opcií.



Graf 2: Štandardné odchýlky vypočítané nemodelovými prístupmi a-c)

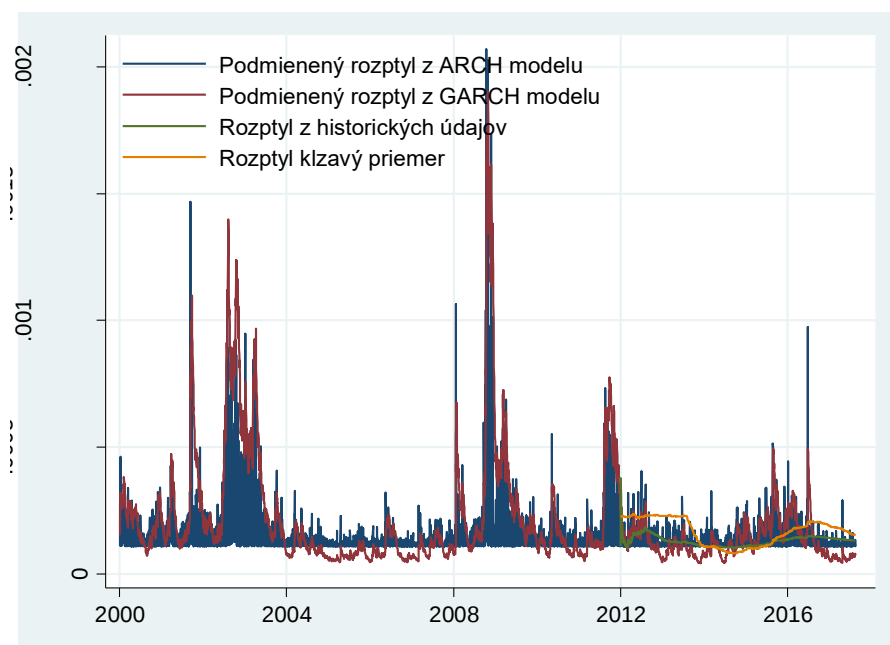
Zdroj: vlastné spracovanie

Ako východiskovú vzorku budeme používať vzorku pokrízového obdobia od roku 2012 do polovice roka 2017, teda päť a pol roka (1200 pozorovaní). Z grafu 1 vyplýva, že by malo ísť o relatívne stabilnejšie obdobie v rámci pozorovanej histórie. Rozdiely spôsobené vstupnými údajmi budú preto odhadnuté konzervatívne. Navyše, ešte konzervatívnejšie výsledky budú dané tým, že vyhodnotíme variabilitu možných výsledkov s nemeckým akciovým indexom. Ten má nižšiu variabilitu vďaka dlhodobej robustnosti nemeckej ekonomiky aj vďaka tomu, že index DAX je zložený z 30 najväčších nemeckých firiem podľa trhovej hodnoty. Ich veľkosť ako aj to, že operujú v prostredí veľkej a jednej z najväčších ekonomík na svete spôsobuje, že prezentované výsledky sú na úplne spodnej možnej hranici rizika, ktorú je možné odhadnúť. Takúto stratégiu sme zvolili vzhľadom na cieľ preukázať, že aj zdanlivo drobné rozdiely vo vstupných premenných môžu mať na výstupe relatívne významnú úlohu v rozhodovaní.

Rozptyly podľa a-c) zobrazené na grafe 2 sú získané nemodelovo. Priemerný historický rozptyl jednoducho priemeruje historicky namerané hodnoty rozptylu v zvolenom období.

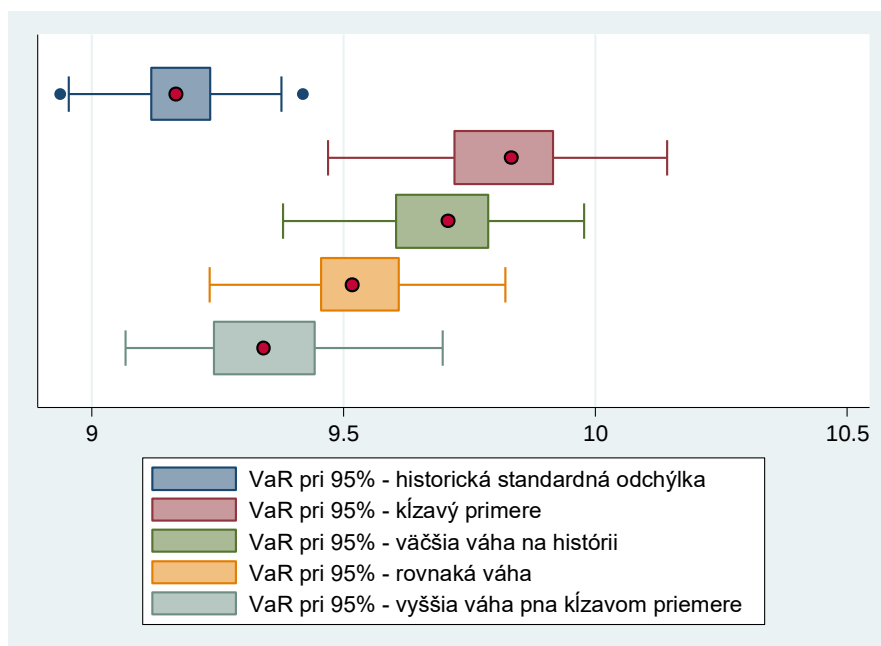
Kľzavý priemer používa priemer vždy rovnakých období. Čím by boli tieto obdobia dlhšie, tým by boli bližšie k jednoduchému priemeru rozptylov v prípade a) (ten je priemerom nami zvoleného obdobia päť a pol roka). Zvolili sme teda dostatočne dlhé obdobie dvoch rokov (potrebných 500 pozorovaní). V prípade exponenciálne váženého priemeru sa kombinuje informácia z minulého odhadnutého váženého priemeru a pozorovaného rozptylu. Preto priradené váhy budú zodpovedné za to, či výsledná hodnota bude bližšia ku kľzavému alebo historickému priemernému rozptylu.²

V modelovom prístupe odhadujeme pomocou ARCH a GARCH podmienený rozptyl z modelu s jedným obdobím oneskorenia. Predikovaný rozptyl vypočítaný z vyrovnaných hodnôt podmieneného rozptylu je uvedený na nasledujúcom grafe. Rozptyl počítaný modelovo je zo svojej podstaty významne volatilnejší. Vychádza totiž z náhodnej chyby, ktorá je v každom časovom období vygenerovaná náhodným výberom z rozdelenia denných výnosov a jedným oneskorením. Naproti tomu historický rozptyl je napočítaný z nejakého obdobia alebo celej histórie denných výnosov, a tak v každom ďalšom bode v čase t sa bude líšiť od predchádzajúceho iba veľmi mierne. Zotrvačnosť modelového rozptylu bude teda minimálna v prípade modelu ARCH a relatívne nízka aj z modelu GARCH v porovnaní s veľmi silnou zotrvačnosťou rozptylu vypočítaného na základe historických údajov.



Graf 3: Rozptyl indexu DAX nameraný rôznymi metódami

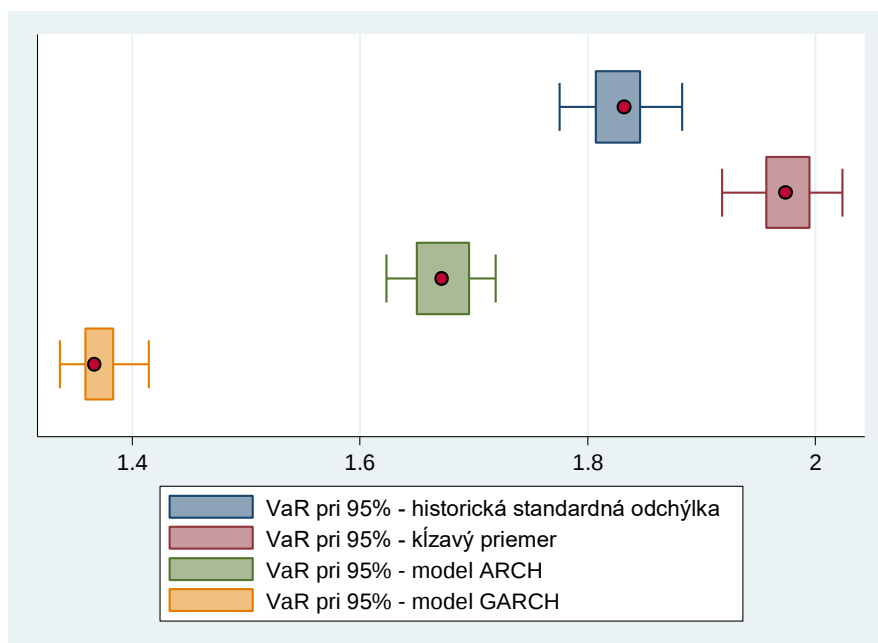
² Sú to modely podmienenej autoregresie, ARCH (Autoregressive Conditional Heteroscedasticity), GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity). Sú to prístupy na zisťovanie časovo sa meniacich podmienených volatilitít.



Graf 4 Hodnoty VaR pre nemecký index DAX nemodelovými výpočtami štandardnej odchýlky

Premietneme štandardné odchýlky z jednotlivých metód do výpočtu hodnoty v riziku VaR. V každom jednom prípade odhadneme metódou simulácie Monte Carlo s 10.000 opakovaniami výberu, ktoré slúžia ako rozdelenie, na ktorom identifikujeme hodnotu v riziku. Z dôvodu, že metódou Monte Carlo získame vždy mierne iné hodnoty, tento proces zopakujeme 50 krát pre každú jednu metódu výpočtu štandardnej odchýlky.

Pre nemodelové odhady štandardnej odchýlky sú výsledné odhady VaR pomerne podobné. Napriek tomu ani jeden z 50-tich odhadov 95%-nej VaR, kde sa použije kľzavý priemer disperzie nie je nižší ako najvyššia odhadnutá hodnota 95%-nej VaR metódou historickej simulácie. Vypočítané hodnoty na grafe 4 ukazujú, že hodnota v riziku je na úrovni necelých 2%.



Graf 5 Hodnoty a rozpätia VaR pre klasické a modelové odhady štandardnej chyby (DAX)

Priamym porovnaním odhadnutého VaR a rozdelenia odhadnutých hodnôt zisťujeme, že rozdiely v odhade VaR sú významné. Pri VaR na úrovni 95% môže rozdiel hodnoty v riziku dosahovať na jeden deň až 0,6 percentuálneho bodu denného výnosu (graf 5).³ Významný rozdiel teda existuje aj v konzervatívnom scenári, kedy pracujeme s kompozitným indexom a údajmi za nemeckú ekonomiku. Hovoríme teda o ultra-konzervatívnom odhade možných chýb z rôznorodosti nožnej voľby pre výpočet štandardnej odchýlky, ktorý vstupuje do odhadu hodnoty v riziku (VaR).

Výsledky vedú k opatrnosti a upozorňujú, že poznanie charakteru časového radu je úzko spojené s výberom metodológie merania VaR, pretože predpokladá znalosť o rozdelení chýb, na ktoré sa použitá miera disperzie priamo viaže. Nesprávna voľba miery disperzie a teda nesprávneho modelu na odhad štandardnej chyby môže spôsobiť veľkú nepresnosť pri odhade Value at Risk, a teda značné nadhodnotenie alebo podhodnotenie rizika. Výber vzorky, ktorý nemá až tak jasné pravidlá, ale je skôr predmetom prístupnosti údajov, alebo prístupu investora má tiež mierny, ale nie až tak významný vplyv na výsledné riziko.

³ Pri VaR na úrovni 99% (výsledky nereportujeme) to v extrémnom prípade môže byť až celý jeden percentuálny bod denného výnosu investície.

4. Záver

Analýzou citlivosti na vstupy do rôznych bežne používaných modelov VaR sme ukázali, že použitím rôznych metód výpočtu VaR, rôznych vstupov miery disperzie, ako aj rôznej histórie údajov, ktoré sa na výpočet použijú sa vystavujeme veľkej neistote vzhľadom k predpokladu o hodnote v riziku. Prezentované výsledky sú ďalším argumentom k opatrnosti pri meraní rizika, pretože metódy VaR sú ešte stále regulačným štandardom pre výpočet rizikového kapitálu v bankovom a poisťnom sektore.

Literatúra

- [1] BUTLER, C. 1999. Mastering Value at Risk: A Step-by-Step Guide to Understanding and Applying VAR, Financial Times/Prentice Hall, ISBN 978-0273637523.
- [2] CHIRIAC, R., POHLMEIER, W. 2009. Performance of portfolio Value-at-Risk during the financial crisis. University of Konstanz,(1-40), s. 2, 4, 16, 23.
- [3] GILLANI, A., MASRI, J. 2010. Don't Blame Crisis on Risk Models, American Banker, s. 1-2, 54.
- [4] JORION, P. 2007. Value at Risk The New Benchmark For Managing Financial Risk, McGraw-Hill Professional, ISBN 978-0071260473.
- [5] JORION, P. 2009. Financial Risk Manager Handbook, John Wiley & Sons, ISBN 978-0470479612.
- [6] HULL, J. C. a A. WHITE 1998. Incorporating volatility updating into the historical simulation method for value-at-risk. Journal of Risk, 1(1):5–19.
- [7] HULL, J. C. 2010. Risikomanagement: Banken, Versicherungen und andere Finanzinstitutionen, Pearson Studium; Auflage: 2., ISBN 978-3868940435.
- [8] KOUROUMA, L., DUPRE, D., SANFILIPPO, G., TARAMASCO, O. (2012). Extreme Value at Risk and expected shortfall during financial crisis Cahier de recherche du CERAG 2011-03, s. 4-5, 17
- [9] MARSHALL C. a M. SIEGEL 1997. Value at risk: Implementing a risk measurement standard. Journal of Derivatives, 4(3):91–110.
- [10] SIVÁK, R., GERTLER L., KOVÁČ, U.: Riziká vo financiách a v bankovníctve, Sprint dva, 2009, ISBN 978-8089393039.

- [11] VOINEA, G., ANTON, S.G. 2009. Lessons from the current financial crisis: A risk management approach. Alexandra Ioan Cuza, (139-146), s. 143.