

## Comparison of selected methods for calculating the claims provisions in non-life insurance

Zuzana Krátka<sup>1</sup>, Viera Sýsová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Economics in Bratislava  
Faculty of Economic Informatics, Department of Mathematics and actuarial science  
Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, Slovak Republic  
E-mail: [zuzana.kratka@euba.sk](mailto:zuzana.kratka@euba.sk),

<sup>2</sup> University of Economics in Bratislava  
Faculty of Economic Informatics, Department of Mathematics and actuarial science  
Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava, Slovak Republic  
E-mail: [sysovav@gmail.com](mailto:sysovav@gmail.com)

**Abstract:** *The aim of this paper is to describe and compare the selected triangular methods of calculating the claim reserves in non-life insurance and consequently focus on selecting the most appropriate one while taking into consideration the given real data. The theoretical part is focusing on explaining two methods for calculating claim reserves – the Chain Ladder method and the Separation method. In the next part we have applied the described methods on particular data of one specific slovak insurance company. We have counted the claim reserves and have compared the results. This way we were able to choose the optimal method for future usage.*

**Keywords:** *non-life insurance, technical reserves, deterministic methods, Chain Ladder method, Separation method*

JEL codes: C02; G17; G22

### 1 Úvod do problematiky

Časový posun medzi príjmami poistného a plnením záväzkov poisťovne voči poisteným, je dôležitým znakom poisťovacej činnosti, a práve z neho vyplýva potreba tvorby technických rezerv poisťovne. Ide o systém rezerv slúžiacich na vyrovnanie časových nesúládov medzi príjmom poistného a výplatami poistných plnení, a tiež na krytie náhodných výkyvov v škodovom priebehu. Technické rezervy sú nevyhnutným predpokladom realizácie poistných vzťahov, a predstavujú najdôležitejšiu časť finančných prostriedkov poisťovní. Sú dôležitým faktorom pri posudzovaní solventnosti, ratingu a konkurenčnej pozície poisťovní na trhu. Tvorba a pohyb technických rezerv sú neustále sledované poisťovňami, a tiež orgánmi dohľadu nad poisťovníctvom (Majtánová, 2004). Technické rezervy tvoria poisťovne na krytie budúcich záväzkov z jednotlivých poistných produktov, a tým z právneho hľadiska, predstavujú dlh voči klientom (Cipra, 2015; Páleš, 2016).

Pre oblasť neživotného poistenia, rovnako ako životného poistenia, slovenský právny systém vymedzuje tvorbu technických rezerv zákonom č. 39/2015 Z. z. o poisťovníctve. Pravidlá upravujúce technické rezervy sú predovšetkým v § 37 až § 44. Podľa tohto zákona sú poisťovne povinné tvoriť technické rezervy na všetky záväzky voči poistníkom, poisteným a príjemcom poistného plnenia, pričom sú povinné pri ich výpočte postupovať v súlade s príslušnými ustanoveniami osobitného predpisu, ktorým je Delegované nariadenie Komisie (EÚ) č. 2015/35, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/138/ES o začatí a vykonávaní poistenia a zaistenia (Solventnosť II) a podľa zásad uvedených v tomto zákone.

K najdôležitejším technickým rezervám v neživotnom poistení patrí technická rezerva na poistné plnenia. Zvlášť významná je pre poistné odvetia, v ktorých dochádza k veľkému časovému omeškaniu medzi poistnou udalosťou a úhradou poistného plnenia, napríklad pri poistení zodpovednosti, či poistení úrazu (Cipra, 2015; Dreksler, 2013). Technická rezerva na poistné plnenia zahŕňa aj všetky predpokladané náklady spojené s likvidáciou poistných udalostí.

Technická rezerva na poistné plnenia je určená na poistné plnenie z poistných udalostí (Fecenko, 2012):

- nahlásených do konca bežného účtovného obdobia, ale v tom účtovnom období nevybavených (označuje sa aj ako RBNS rezerva – Reported But Not Settled). K tejto technickej rezerve patrí aj rezerva na vybavené poistné udalosti, ale v bežnom účtovnom období neuhradené poistné plnenia (označuje sa aj ako R(V) rezerva). Väčšinou sa určí na základe odhadu likvidátora, alebo podľa zavedenej praxe príslušnej poisťovne, ktorá odhadne predpokladanú výšku budúceho poistného plnenia a na základe ďalších informácií a vývoja daného prípadu svoje hodnoty postupne spresňuje. V prípade, že sa tento postup nedá realizovať, sa často táto rezerva odhaduje pre celé portfólio poisťovne v rámci daného odvetia pomocou poistno-matematických metód spolu s rezervou IBNR;
- vzniknutých ale nenahlásených v bežnom účtovnom období (označuje sa aj ako IBNR rezerva – Incurred But Not Reported). IBNR rezerva spolu s RBNS rezervou sa zvyčajne označujú ako IBNS rezerva (Incurred But Not Settled).

Z hľadiska solventnosti a ziskovosti poisťovne má tvorba optimálnej technickej rezervy na poistné plnenia zásadný význam. Aby bola výška tejto technickej rezervy správne stanovená, je dôležité použiť vhodnú metódu jej výpočtu. Všeobecne sa modely na výpočet technických rezerv rozdeľujú na deterministické a stochastické. Tradičný deterministický prístup poskytuje len bodový odhad budúcich poistných plnení, z poistných udalostí vzniknutých v predchádzajúcom období, ktoré však môžu byť odlišné od skutočných hodnôt a nepodávajú žiadne informácie o očakávanej odchýlke odhadu. Stochastické modelovanie poskytuje testovanie rôznymi technikami a v poslednej dobe sa jeho výskum sústreďuje okrem samotného odhadu technických rezerv aj na potrebu nájsť ich variabilitu a určiť rozdelenie pravdepodobnosti poistných plnení (Fecenko, 2010). Stochastické výpočty, na rozdiel od deterministických, ktoré sú pomerne jednoduché, vyžadujú určitú znalosť počítačových softvérov a štatistiky. Sú vykonané relatívne rýchlo, avšak ich interpretácia je zložitejšia na pochopenie. Aj z týchto dôvodov mnoho poisťovní stále používa deterministické prístupy.

## 2 Metodológia a zdrojové údaje

K stanoveniu technickej rezervy na poistné plnenia je možné využiť matematické modely. Ich uplatnenie závisí od druhu a počtu škôd v minulosti, ich výšky a druhu poistného produktu. Matematické modely pre odhad rezerv väčšinou vychádzajú z dát usporiadaných do tzv. vývojového trojuholníka (run-off triangle). V tomto trojuholníku sa nachádzajú doposiaľ vyplatené poistné plnenia, ktoré sú členené do riadkov podľa obdobia vzniku (najčastejšie rok vzniku) a do stĺpcov podľa obdobia vývoja (Cipra, 2015).

Deterministické metódy určenia technickej rezervy na poistné plnenia sú založené na údajoch z minulosti, pomocou ktorých projektujú očakávané hodnoty v budúcnosti. Často využívajú tzv. trojuholníkovú schému, ktorá obsahuje poistné plnenia  $C_{ij}$  vzniknuté v roku  $i$  a vyplatené do konca vývojového roka  $j$ . Existuje viacero deterministických metód, my sme sa zamerali na metódu Chain Ladder upravenú o infláciu a na separačnú metódu, ktoré patria k najpoužívanejším.

**Metóda Chain Ladder** (označovaná tiež ako trojuholníková, stupňovitá, rebríková alebo reťazová rebríková metóda) vychádza z určitej trojuholníkovej schémy. V trojuholníku sa nachádzajú kumulované vyplatené poistné plnenia  $C_{ij}$ , vzniknuté v  $i$ -tom roku (po riadkoch), a zaplatené do konca vývojového roka  $j$  (po stĺpcoch), ktoré uplynuli od vzniku poistnej udalosti. Zároveň sa predpokladá, že je potrebných maximálne  $n$  rokov na likvidáciu celkových škôd. Takto vznikne tabuľka obsahujúca trojuholníkovú schému s vyplatenými kumulovanými poistnými plneniami. Podstatou metódy je doplniť trojuholníkovú schému na obdĺžnik a preto je potrebné odhadnúť  $C_{ij}$  pre  $i=1,2,\dots,n$  a súčasne  $n \leq i+j \leq 2n$ . Využíva sa pri tom tzv. koeficient vývoja poistného plnenia, ktorý sa vypočíta ako podiel hodnôt  $C_{ij}$

kumulovaných poistných plnení vo vývojovom roku  $j$  a  $C_{i,j-1}$  kumulovaných poistných plnení vo vývojovom roku  $j - 1$ .

$$t_{ij} = \frac{C_{ij}}{C_{i,j-1}}, \quad (1)$$

Spriemerovaním koeficientov vývoja za jednotlivé vývojové roky  $i$  dostaneme vývojové faktory  $b_j$  pre jednotlivé roky vývoja  $j$ , ktoré vytvárajú určitý trend.

$$b_j = \frac{1}{n-j+1} \sum_{i=0}^{n-j} t_{ij}, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Predpokladá sa, že v nasledujúcich rokoch budú mať jednotlivé poistné plnenia podobný charakter. Preto ďalším krokom pri dopĺňaní trojuholníkovej schémy je vynásobenie hodnoty  $C_{i,j}$ , ktorá sa nachádza na diagonále, vývojovým faktorom  $b_{i,j}$ , ktorý patrí k danému stĺpcu, do ktorého hodnotu odhadujeme. Medzi základné predpoklady metódy Chain Ladder patrí homogénne portfólio poistných zmlúv,  $C_{ij} \neq 0$ ,  $t_{ij}$  sú približne rovnaké pre fixné  $j$ , nevykazujú žiadny trend (Fecenko, 2012).

**Metóda Chain Ladder upravená o infláciu** predpokladá, že historická inflácia je podkladom pre určenie budúcej inflácie, ktorá je založená na váženom priemere inflácie z minulosti. Z kumulovaných poistných plnení vypočítame nekumulované, tie následne prepočítame pomocou mier inflácie za jednotlivé roky na úroveň cien ku koncu vývojového roka  $n$ . Takto prepočítané nekumulované hodnoty poistných plnení upravíme na kumulovanú trojuholníkovú schému a potom už postupujeme podľa klasickej Chain Ladder metódy.

**Separáčna metóda** nevyužíva koeficienty  $t_{ij}$  a vývojové faktory  $b_j$ . Jej východiskom je model v tvare:

$$P_{ij} = r_j \cdot \lambda_{i+j} \cdot N_i \quad (3)$$

kde  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$  je poistné plnenie na poistné udalosti vzniknuté v roku  $i$  a zaplatené vo vývojovom roku  $j$ ,  $r_j$  je podiel poistných plnení v roku  $j$  na celkových poistných plneniach,  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$  je počet poistných udalostí vzniknutých v roku  $i$ ,  $P_{ij} = r_j \cdot \lambda_{i+j} \cdot N_i$  reprezentuje vplyv miery inflácie na poistné plnenia.

Špecifické pre túto metódu je, že umožňuje odhad miery inflácie z dát, ktoré sa nachádzajú vo vývojovom trojuholníku s nekumulovanými poistnými plneniami  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$ . Medzi jej základné predpoklady patrí stacionárne portfólio rizík poisťovne, resp. proporcionálne zastúpenie jednotlivých typov rizík v portfóliu za predchádzajúce obdobia, z ktorých vychádzame pri odhade rezerv, sa nemení a také zostane aj v nasledujúcich  $n$  rokoch. Predpokladá sa, že  $n$  je maximálny počet rokov potrebných na likvidáciu poistných udalostí a preto platí:

$$r_1 + r_2 + \dots + r_{n-1} + r_n = 1 \quad (4)$$

Separáčna metóda využíva štandardizované hodnoty  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$  pre ktoré platí:

$$P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i \quad (5)$$

Výsledné hodnoty  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$  zapíšeme do matice štandardizovaných hodnôt. Symbolom  $d_i$  označme súčet vstupov na  $i$ -tej diagonále, kde  $i = 1, \dots, n$ . S využitím vzťahov (3), (4) a (5) dostávame:

$$d_n = S_{n,0} + S_{n-1,1} + \dots + S_{1,n-1} + S_{0,n} = r_0 \lambda_n + r_1 \lambda_n + \dots + r_{n-1} \lambda_n + r_n \lambda_n = \quad (6)$$

$$\lambda_n (r_0 + r_1 + \dots + r_n) = \lambda_n$$

Postupne vypočítame odhady všetkých  $r_j$  a  $P_{ij} = r_j \cdot \lambda_{i+j} \cdot N_i$ , následne z nich odhady  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$  a  $P_{ij} = S_{ij} \cdot N_i$ .

Dáta použité pri výpočtoch nám poskytla poisťovňa pôsobiaca na slovenskom poistnom trhu a sú upravené koeficientom. Predstavujú poistné plnenia z rokov 2005 až 2015 za

poistné udalosti z poistenia nehnuteľností a domácností (house hold property), ktoré bolo najviac predávaným produktom neživotného poistenia danej poisťovne a teda poskytlo najviac dát. Výpočty vychádzajú z historických dát a výsledky porovnávame so skutočnými poistnými plneniami v daných rokoch. Pre výpočet sme zvolili roky 2005 až 2010 z dôvodu porovnania a zistenia, či by vypočítané rezervy danou metódou stačili na pokrytie poistných udalostí vzniknutých v neskorších rokoch.

### 3 Výsledky a diskusia

Dáta, ktoré nám boli poskytnuté poisťovňou, boli z rokov 2005 až 2015. Rozhodli sme sa pre určitý back-test. Odhady technických rezerv oboma metódami sme spravili na poistné plnenia z poistných udalostí, ktoré vznikli v rokoch 2005 až 2010 a teda boli zlikvidované najneskôr do roku 2015. Následne sme ich porovnali so skutočnými hodnotami vyplatených poistných plnení, ktoré sú v kumulatívnej podobe uvedené v tabuľke 1.

**Tabuľka 1** Skutočný kumulatívny priebeh vyplatených poistných plnení

Rok vzniku poistnej udalosti	Vývojový rok					
	0	1	2	3	4	5
<b>2005</b>	114 604	186 724	193 121	194 488	194 702	195 402
<b>2006</b>	106 108	221 815	225 397	226 538	228 080	228 737
<b>2007</b>	139 861	284 020	297 441	301 542	301 744	301 762
<b>2008</b>	249 076	436 188	471 785	472 997	472 997	472 997
<b>2009</b>	331 864	589 257	600 460	604 781	607 870	607 870
<b>2010</b>	510 611	701 666	713 761	920 707	921 072	921 072

Zdroj: Vlastné spracovanie

Vstupné dáta sú v nekumulovanej forme uvedené v tabuľke 2. Vznik poistných udalostí je od roku 2005 po rok 2010. Maximálny počet rokov na zlikvidovanie poistnej udalosti je 5 rokov.

**Tabuľka 2** Nekumulovaný vývojový trojuholník s poistnými plneniami

Rok vzniku poistnej udalosti	Vývojový rok					
	0	1	2	3	4	5
<b>2005</b>	114 604	72 119	6 397	1 367	215	700
<b>2006</b>	106 108	115 707	3 581	1 141	1 542	
<b>2007</b>	139 861	144 159	13 421	4 101		
<b>2008</b>	249 076	187 112	35 597			
<b>2009</b>	331 864	257 393				
<b>2010</b>	510 611					

Zdroj: Vlastné spracovanie

Pri deterministickom prístupe sa zohľadňujú vnútorné aj vonkajšie faktory. Medzi vonkajšie patria napríklad inflácia, počet škôd a zaslúžené poistné. Inflácia, zaslúžené poistné a počet škôd, ktoré sme použili vo výpočtoch sa nachádzajú v tabuľke 3.

**Tabuľka 3** Inflácia, počet škôd, zaslúžené poistné

Rok vzniku poistnej udalosti	Inflácia	Počet škôd	Zaslúžené poistné
	0	1	2
<b>2005</b>	2,7 %	649	947 414
<b>2006</b>	4,5 %	715	1 130 788
<b>2007</b>	2,8 %	788	1 349 655
<b>2008</b>	4,6 %	882	1 717 451
<b>2009</b>	1,6 %	989	2 123 399
<b>2010</b>	1,0 %	1 270	2 650 652

Zdroj: Vlastné spracovanie

Aplikáciou metódy Chain Ladder s inflačným vyrovnaním na zdrojové údaje sme vypočítali technické rezervy na poistné plnenia vo výške 453 585 tisíc eur. Použitím separačnej metódy sme vypočítali technické rezervy na poistné plnenia vo výške 447 611 tisíc eur. V tabuľke 4 sú uvedené okrem odhadnutých technických rezerv aj skutočné poistné plnenia danej poisťovne.

**Tabuľka 4** Porovnanie vypočítaných technických rezerv na poistné plnenia metódou Chain Ladder s inflačným vyrovnaním a separačnou metódou s reálnymi poistnými plneniami

Vypočítané technické rezervy		Skutočné poistné plnenia
Chain Ladder	Separáčna metóda	
453 585	447 611	431 163

Zdroj: Vlastné spracovanie

Metóda, ktorá sa výškou odhadnutých budúcich poistných plnení viac priblížila skutočnosti, bola separačná metóda, pomocou ktorej boli odhadnuté rezervy vo výške 447 611 tisíc eur, čo je približne o 16 448 tisíc eur viac ako skutočné poistné plnenia za dané roky. Netreba však zabúdať, že dáta, ktoré nám poskytla poisťovňa, už boli prepočítané neznámym koeficientom a preto výsledok o výške minulých či budúcich rezerv je relevantný iba z pohľadu porovnania a výberu vhodnej metódy.

## Záver

Cieľom bolo porovnať výpočty technických rezerv na poistné plnenia v neživotnom poistení vybranými deterministickými metódami. Zamerali sme sa na metódu Chain Ladder s inflačným vyrovnaním a na separačnú metódu, ktoré sú v aktuárskej praxi často používané. Naším cieľom bolo odhadnúť technické rezervy na poistné plnenia oboma metódami a následne jednotlivé výsledky porovnať so skutočnými vyplatenými poistnými plneniami, ktoré nastali v daných rokoch. Dáta, ktoré nám boli poskytnuté poisťovňou, boli z rokov 2005-2015. Preto sme sa rozhodli pre určitý back test. Odhady technických rezerv oboma metódami sme spravili na poistné plnenia z poistných udalostí, ktoré vznikli v rokoch 2005-2010 a následne sme ich porovnali so skutočnými hodnotami.

Za vhodnejšiu metódu považujeme tú, ktorej rozdiel medzi odhadom technických rezerv na poistné plnenia so skutočnými poistnými plneniami je nižší. V našom prípade metóda, ktorá sa výškou odhadnutých rezerv viac približuje celkovej výške skutočných poistných plnení, je separačná metóda.

## Literárne zdroje a iné odkazy

- Cipra, T. (2015). Riziko ve financích a pojišťovnictví: Basel III a Solvency II. Praha: Ekopress. Delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2015/35 z 10. októbra 2014.
- Dreksler, S. et al. 2013. Solvency II Technical Provisions for General stitute & Faculty of Actuaries General Insurance Reserving Oversight Committee. Retrieved from: <<https://www.google.sk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwif67qj887TAhXH2hoKHx2VCbgQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.actuaries.org.uk%2Fdocuments%2Fsolvency-ii-technical-provisions-general-insurers&usq=AFQjCNESPECrBMjdSAdFUxAR15XsD8LEA>>
- Fecenko, J. (2010). Možnosti využitia GLM modelov pri odhade technických rezerv v neživotnom poistení. Retrieved from: <<https://www.ekf.vsb.cz/export/sites/ekf/rmfr/.content/galerie-dokumentu/2014/plne-zneni-prispevku/Fecenko.Jozef.pdf>>.
- Fecenko, J. (2012). Neživotné poistenie. 2. vyd. Bratislava: Ekonóm
- Majtánová, A. et al. (2004). Poistovníctvo. Bratislava: Ekonóm.
- Páleš, M. (2016). Aktuárstvo v režime Solventnosť II. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm.
- Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/138/ES o začatí a vykonávaní poistenia a zaistenia (Solventnosť II) (Ú. v. EÚ L 12, 17. 1. 2015).
- Zákon č. 39/2015 Z. z. o poisťovníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov.