



REZERVISANE ŠTETE U OSIGURANJU MOTORNIH VOZILA I OSIGURANJU
KORISNIKA MOTORNIH VOZILA OD ODGOVORNOSTI

CLAIMS RESERVING IN MOTOR VEHICLES INSURANCE AND MOTOR
LIABILITY INSURANCE

Marija Katanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- MATEMATIKA U TEHNICI

Kratak sadržaj – Tehničke rezerve u osiguranju su sredstva koja osiguravajuće kompanije izdvajaju kako bi osigurale da mogu ispuniti svoje obaveze prema osiguranicima. Te rezerve su ključne za finansijsku stabilnost osiguravajuće kompanije i za zaštitu osiguranika. Osnova ovog rada je prikaz modela i izračunavanje rezervi za nastale a neprijavljene štete u osiguranju.

Osiguravajuće kompanije adekvatan iznos tehničkih rezervi utvrđuju pomoću aktuarske matematike i njenih matematičkih metoda.

Ključne riječi – aktuar, rezerve za štete, matematičke metode, likvidnost, solventnost.

Abstract – Technical reserves in insurance are funds that insurance companies set aside to ensure that they can meet their obligations to policyholders. Those reserves are crucial for the financial stability of the insurance company and for the protection of the insured. The basis of this paper is the presentation of the model and the calculation of reserves for incurred and unreported insurance damages.

Insurance companies determine the adequate amount of technical reserves using actuarial mathematics and its mathematical methods.

Keywords: *actuary, reserves for damages, mathematical methods, liquidity, solvency.*

1. UVOD

Bitan momenat u poslovanju osiguravajuće kompanije jeste utvrđivanje adekvatnog iznosa rezervi. Adekvatno utvrđen iznos rezervi čini osiguravajuću kompaniju finansijski stabilnom i sposobnom da blagovremeno ispuni svoje obaveze. Tehničke rezerve pomažu osiguravajućim kompanijama da ostanu solventne, tj. da imaju dovoljno sredstava da ispune svoje obaveze prema osiguranicima u svakom trenutku.

Osiguravajuće kompanije tehničke rezerve izračunavaju pomoću aktuarske matematike i njenih matematičkih metoda.

Osiguravajuće kompanije, odnosno aktuari u proceni tehničkih rezervi uzimaju u obzir i neizvesne događaje koje se mogu desiti u budućnosti, kao što su ekstremne

štete, promene u obrascima šteta, ili nepredviđene događaje.

U tehničke rezerve spadaju rezerve za štete i u ovom radu su prikazane dve matematičke metode za rezervisanje nastalih a neprijavljenih šteta, Chain Lader metoda i Bornhuetter Fergusonova metoda, a čija je primena dozvoljena našim propisima.

2. AKTUARSTVO

Aktuarska matematika je specijalizovana grana matematike koja se bavi kvantifikacijom i analizom rizika i neizvesnostima, posebno u kontekstu osiguranja, finansija i srodnih oblasti. Ključne oblasti aktuarske matematike navedene su u nastavku.

Teorija verovatnoće i statistika. Aktuarska matematika koristi teoriju verovatnoće za modeliranje neizvesnih događaja, kao što su smrtnost, nezgode, bolesti i prirodne katastrofe, učestalost šteta i drugo. Statističke metode su ključne za analizu podataka, procenu parametara modela i donošenje zaključaka. Aktuari procenjuju verovatnoću različitih događaja i njihove potencijalne posledice.

Matematičko modeliranje, odnosno razvoj i primena matematičkih modela za na primer: formiranje tablica smrtnosti ili iščezavanja, određivanje premija na osnovu raspoloživih podataka, različiti modeli simulacija, rezervisanja i dr.

Finansijska matematika, kao što su diskontovanje budućih novčanih tokova, određivanje sadašnje vrednosti, analizu i procenu kamatnih stopa i inflaciju.

Teorija rizika. Analiza rizika uključuje kvantifikaciju i upravljanje rizicima vezanim za osiguranje i finansije.

Ovo je samo deo poslova kojima se aktuari u osiguravajućim kompanijama bave. S obzirom da ovlašćeni aktuari daju i mišljenje na finansijske izveštaje i godišnji izveštaj o poslovanju društva za osiguranje moraju da budu upoznati sa svim aspektima poslovanja društva.

Brz razvoj računarske tehnologije omogućio je brz razvoj i primenu aktuarske matematike.

U svom poslovanju osiguravajuća društva zaključuju ugovore o osiguranju sa fizičkim i pravnim licima. Predmet osiguranja može biti različit, osiguravajuća društva zaključene ugovore o osiguranju evidentiraju po vrstama osiguranja. U koliko se ostvari osigurani slučaj, osiguranik pretrpi štetu i prijavi je osiguravajućoj kompaniji, sprovodi se procena štete i na osnovu nje rezerviše se adekvatan iznos. Međutim, često se dešava da šteta nastane, ali se ona odmah zvanično ne prijavi na naplatu osiguravajućem društvu iz raznih razloga (bolest

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Nebojša Ralević, red. prof.

ili neka druga okolnost). Sve to utiče da osiguravajuća kompanija ima sledeće vrste šteta:

- Rešene štete i likvidirane štete, nastale štete koje su prijavljene i isplaćene
- RBNS (Reported But Not Settled), nastale i prijavljene štete koje još nisu isplaćene
- IBNR (Incurred But Not Reported), nastale štete koje nisu prijavljene
- IBNER (Incurred But Not Enough Reported), nedovoljno rezervisane prijavljene štete
- Ponovo otvorene rešene štete, dešava se da se rešene štete ponovo razmatraju ili bi mogle biti razmatrane u narednom periodu (reaktivirane štete), te se traži njihova revizija i isplata dodatnog iznosa što uvećava rashod društva.

RBNS, IBNR, IBNER i štete koje bi mogle biti reaktivirane u narednom periodu se smatraju rezervama za nastale neprijavljene štete i iskazuju se objedinjeno. Pored toga aktuari utvrđuju i rezerve za troškove u vezi sa rešavanjem i isplatom šteta. Ukupno rezervisane štete čini suma RBNS, (rezerva za nastale neprijavljene štete) i rezerve za troškove.

Aktuar sve to mora imati u vidu i što tačnije i realnije izvršiti obračun iznosa koji je dovoljan i adekvatan da pokrije sve te štete.

Aktuar je zaposlen u osiguravajućem društvu ali prilikom obavljanja svojih poslova mora da zadovolji interese obe ugovorne strane i osiguravajuće društvo i osiguranika. On uspostavlja ravnotežu između odštetnih zahteva osiguranika i finansijskih mogućnosti kompanije.

3. REZERVE OSIGURAVAJUĆEG DRUŠTVA

Da bi osiguravajuća kompanija na vreme i u visini odštetnog zahteva izvršila isplatu štete osiguraniku i tako ispunila svoju primarnu obavezu, mora imati rezervisana novčana sredstva, tj. sredstva koja su unapred obračunata i izdvojena za tu namenu. Rezerve za isplatu šteta iz osiguranja se obračunavaju po matematičkim modelima. Gleda se da ta sredstva budu dovoljna za sve buduće obaveze ali i da se prilikom isplata ne ugrozi solventnost tj. platežna sposobnost osiguravača na duži rok.

Osiguravajuće društvo koje obavlja poslove neživotnog osiguranja, dužno je da utvrdi tehničke rezerve za:

1. Prenosne premije
2. Rezerve za neistekle rizike
3. Rezervisane štete
4. Rezerve za bonuse i popuste.

3.1 Prenosne premije

Ugovor o osiguranju se zaključuje tokom cele godine i najčešće važi 12 meseci od datuma zaključenja ugovora.

Obavezno izveštavanje osiguravajućih društava, je najčešće na kvartalnom nivou. U izveštajima treba prikazati tačan rezultat poslovanja tekuće godine,

odnosno perioda (prihode i rashode), i da bi to postigla osiguravajuća kompanija premije po zaključenim ugovorima mora razgraničiti na premije koje se odnose na tekući period/godinu (zarađene) od premija koje će se odnositi na narednu poslovnu godinu, odnosno period.

Iznos prenosne premije se izračunava proporcionalno vremenu po sledećoj formuli:

$$PP_i = P_i \frac{n_i - m_i}{n_i}$$

gde su:

P_i - fakturisana bruto premija po i -tom ugovoru o osiguranju

n_i - ukupan broj dana trajanja i -tog ugovora o osiguranju

m_i - broj dana od početka trajanja i -tog ugovora o osiguranju nakon dana bilansiranja.

3.2. Rezerve za neistekle rizike

Rezerve za neistekle rizike se obrazuju u iznosu iznad rezervi za prenosne premije za pokriće obaveza iz osiguranja koje nastaju u narednom periodu a po ugovorima iz tekućeg perioda.

3.3. Rezervisane štete

Rezervisane štete su vrsta tehničkih rezervi i predstavljaju procenjeni iznos obaveza društva za osiguranje:

- za nastale prijavljene, a nerešene štete - RBNS, kao i za
 - nastale neprijavljene štete - IBNR
- u tekućem periodu.

3.4. Rezerve za izravnjanje rizika

Rezerve za izravnjanje rizika su vrsta tehničkih rezervi koje se mogu obrazovati posebno za svaku vrstu neživotnih osiguranja, ali je obavezno za vrstu osiguranja kredita prema domaćoj regulativi i koriste se za vremensko izravnjanje toka šteta.

4. CHAIN LADDER METODA

U praksi osiguravajuće kompanije najčešće koriste Chain-Ladder metodu za vrste osiguranja kojima se ovaj rad bavi. Ovaj metod je relativno lagan za primenu jer za njegovo korišćenje nije potreban stručni softver, dovoljan je Microsoft Excel. Chain-Ladder metod je jedan od najstarijih i koristi lančane indekse za projektovanje budućih šteta. Procena rezervi se sprovodi korišćenjem razvojnih faktora. Isplata odštetnih zahteva u budućnosti mogu se projektovati praćenjem i analizom prethodnih iskustava.

Svaki metod pa i ovaj se zasniva na pretpostavkama:

- Uzima se određeni broj godina (najčešće 5 i više) koji predstavlja dovoljan period za razvoj šteta

- Poznati podaci koje koristimo iz prošlosti odnose se na nastale i isplaćene štete, i oni formiraju trougao u tabeli. Pretpostavlja se da će se buduće štete dogoditi u istom obimu kao i u prošlosti i da ćemo na taj način adekvatno utvrditi rezerve.

U radu će biti prikazana praktična primena Chain-Ladder metode korišćenjem podataka jednog osiguravajućeg društva, tako da će svaki korak algoritma biti potkrepljen numeričkim primerom. Poznati su podaci o nastalim štetama jednog osiguravača u periodu od 2015. do 2022. godine (8 godina šteta, znači $n = 8$). Iz ovoga sledi da je $n-1$, broj godina praćenja šteta ($8-1=7$), a to znači da je potrebno 7 godina da se isplate svi zahtevi za odštetu nastali u jednoj kalendarskoj godini.

Za štete koje su nastale i prijavljene (RBNS) tačno se zna iznos štete po odštetnom zahtevu i one se mogu isplatiti u kratkom roku, ukoliko nisu sudske štete.

Za štete koje su nastale ali još nisu prijavljene ne zna se tačan iznos po konkretnom odštetnom zahtevu jer on još nije ni podnet pa se zbog toga ne može vršiti plaćanje u kratkom roku i to može potrajati i nekoliko godina. Štete sa dugim repom (eng. *long-tail claims*) su štete koje zahtevaju dugo vreme između događaja koji uzrokuje štetu i konačnog izmirenja ili isplate te štete. Ove vrste šteta su izazov za osiguravajuće kompanije, jer otežavaju preciznu procenu potrebnih rezervacija zbog njihovog dugotrajnog i često nepredvidivog razvoja. Štete sa dugim repom se najčešće javljaju kod osiguranja motornih vozila i osiguranja autoodgovornosti.

Prvi korak jeste prikupljanje istorijskih podataka o štetama za svaku godinu nastanka kroz niz vremenskih perioda. Ovi podaci se obično organizuju u obliku trougaone matrice kao što je prikazano u tabeli 1.

Godina štete:	Razvojna godina							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2015	268,790,179	139,611,092	28,668,249	26,057,434	16,141,601	8,945,022	29,329,043	8,226,855
2016	304,411,716	134,500,431	29,624,293	21,264,984	11,188,333	9,056,801	5,855,335	
2017	343,342,836	155,451,128	31,161,133	53,748,142	21,825,875	17,929,107		
2018	384,551,474	169,575,995	34,511,644	19,132,555	10,242,922			
2019	361,665,956	185,310,374	42,463,486	19,352,063				
2020	405,596,858	195,648,644	26,245,090					
2021	477,475,804	224,300,302						
2022	506,717,984							

Tabela 1: Plaćanja zahteva za odštetu tokom razvojnih godina (u RSD)

U datoj tabeli vidi se da je gornji trougao ispunjen poznatim podacima, cilj ove metode je da se tabela dopuni podacima do punog kvadrata tj. da se popuni i donji trougao. Donji trougao u tabeli će se popuniti podacima koje ćemo izračunati pomoću Chain-Ladder metode i poznatih podataka iz prošlosti koji se nalaze u gornjem delu tabele i tako ćemo dobiti iznose očekivanih budućih plaćanja u narednim kalendarskim godinama, a one predstavljaju odgovarajuće iznose rezervi.

Sledeći korak kod ove metode jeste zbrajanje inkrementalnih iznosa plaćenih šteta po svakoj godini nastanka šteta do odgovarajuće razvojne godine i tako dobijamo trougao sa kumulativnim iznosima rešenih šteta, tabela 2. U tabeli 2. prikazani su kumulativni iznosi rešenih šteta D_{ij} , koji se dobijaju sabiranjem vrednosti plaćenih naknada iz svih prethodnih razvojnih godina:

$$D_{ij} = \sum_{k=0}^j C_{ik}, \quad i = 1, \dots, n$$

Godina štete:	Razvojna godina							
	0	1	2	3	4	5	6	7
2015	268,790,179	408,401,271	437,069,520	463,126,954	479,268,555	488,213,577	517,542,620	525,769,475
2016	304,411,716	438,912,147	468,536,440	489,801,424	500,989,757	510,046,558	515,901,893	
2017	343,342,836	498,793,964	529,955,097	583,703,239	605,529,114	623,458,221		
2018	384,551,474	554,127,469	588,639,113	607,771,668	618,014,590			
2019	361,665,956	546,976,330	589,439,816	608,791,879				
2020	405,596,858	601,245,502	627,490,592					
2021	477,475,804	701,776,106						
2022	506,717,984							

Tabela 2: Plaćanja tokom razvojnih godina – kumulativni oblik

Iz podataka u ovom obliku mogu se dobiti količnici isplata koji označavaju odnos isplaćenih zahteva za dve uzastopne godine, odnosno koeficijent porasta rešenih šteta:

$$B_{ij} = \frac{D_{ij}}{D_{i,j-1}}, \quad i = 1, \dots, n-1; \quad j = 1, \dots, -i$$

Godina štete:	Količnici						
	1/0	2/1	3/2	4/3	5/4	6/5	7/6
2015	1.519405	1.070196	1.059619	1.034854	1.018664	1.060074	1.015896
2016	1.441837	1.067495	1.045386	1.022843	1.018078	1.011480	
2017	1.452758	1.062473	1.101420	1.037392	1.029609		
2018	1.440971	1.062281	1.032503	1.016853			
2019	1.512380	1.077633	1.032831				
2020	1.482372	1.043651					
2021	1.469763						

Tabela 3: Količnici isplata

Kod metode Chain Ladder važno je utvrditi razvojne faktore, a njih dobijamo koristeći izračunate količnike plaćenih šteta. Razvojni faktori nam pomažu da utvrdimo buduća plaćanja za štete tj. iznos rezervi.

Godina štete:	Razvojna godina						
	1	2	3	4	5	6	7
2015							
2016							524,102,669
2017						645,763,750	656,028,811
2018					631,683,159	654,282,953	664,683,435
2019				625,829,135	639,670,538	662,556,097	673,088,089
2020			661,595,832	680,110,826	695,152,772	720,023,325	731,468,816
2021		746,658,131	787,240,341	809,271,541	827,170,122	856,763,873	870,382,992
2022	747,009,884	794,784,831	837,982,814	861,434,060	880,486,314	911,987,564	926,484,518

Godina štete:	Očekivana ukupna plaćanja	Isplate do 2023. godine	Očekivana buduća plaćanja (rezerve)
2015	525,769,475	525,769,475	0
2016	524,102,669	515,901,893	8,200,776
2017	656,028,811	623,458,221	32,570,590
2018	664,683,435	618,014,590	46,668,845
2019	673,088,089	608,791,879	64,296,210
2020	731,468,816	627,490,592	103,978,224
2021	870,382,992	701,776,106	168,606,886
2022	926,484,518	506,717,984	419,766,534
Ukupno	5,572,008,805	4,727,920,740	844,088,065

Tabela 4: Izračunate rezerve

Posmatramo poslednje tri kolone u tabeli 4, Izračunate rezerve. U prvoj koloni (Očekivana ukupna plaćanja) su prikazane vrednosti očekivanih ukupnih budućih plaćanja za svaku godinu nastanka štete posebno. To su vrednosti dobijene Chain-Ladder metodom, i predstavljaju predviđene vrednosti isplata za sve zahteve za naknadu šteta koje su se dogodile u istoj godini štete, a ukupan

iznos kolone (5,572,008,805) predstavlja ukupne rezerve za posmatrani period od 2015. do 2022.

U drugoj koloni su prikazane vrednosti isplata do 2023. godine, one su nam poznate i već su isplaćene, nalaze se na dijagonali gornjeg trougla i one su nam poslužile pri izračunavanju podataka za donji trougao, a to predstavlja buduće rezerve.

Treća kolona predstavlja razliku prve dve kolone i u njoj se nalaze vrednosti očekivanih budućih plaćanja za svaku godinu nastanka štete posebno. U ovoj koloni je prikazan ukupan, kumulativni zbir očekivanih budućih plaćanja za sve godine posmatranog perioda (844,088,065).

5. BORNHUETTER FERGUSONOV METOD

Bornhuetter-Fergusonov metod se takođe koristi za utvrđivanje rezervi za IBNR šteta. Umesto oslanjanja isključivo na istorijske podatke, ova metoda koristi unapred određenu procenu očekivanih šteta (a priori estimate). Model koristi merodavnu premiju i racio šteta koji procenjuje aktuar. Model omogućava stabilniju procenu rezervacija, posebno u situacijama kada su istorijski podaci o štetama oskudni ili veoma promenljivi. Ona kombinuje istorijske podatke sa stručnom procenom aktuara, i na taj način se smanjuje rizik od prekomernih fluktuacija u procenama rezervacija. Iz tog razloga, metoda se koristi prilikom sprovođenja testa adekvatnosti rezervacija, odnosno ukoliko ova metoda pokaže potrebu za višim rezervacijama od onih utvrđenih Chain Ladder metodom, onda će osiguravajuće društvo rezervisati iznos koji se izračunat Bornhuetter Fergusonovom metodom. Ovu tehniku su kreirali dva aktuara, Bornhuetter i Ferguson, a prvi put je predstavljena 1972. godine.

Aktuari u svom radu teže da tehnike obračuna rezervi unaprede i usavrše kako bi dobili što bolji i tačniji rezultat.

Ova metoda prilikom utvrđivanja visine iznosa rezervi uključuje stručno mišljenje aktuara i poznate informacije o tržištu osiguranja.

6. ZAKLJUČAK

Danas na putevima Srbije cirkuliše veliki broj automobila, njihova vrednost nije mala, a to je imovina koja je stalno u pokretu i koja je svakodnevno izložena raznim rizicima. Vlasnici zaključuju ugovor o osiguranju automobila po dva osnova, obavezno osiguranje automobila (osiguranje od autoodgovornosti) i dobrovoljno kasko osiguranje.

Obaveza osiguranika jeste da plaća cenu osiguranja, premije. Od uplaćenih premija formira se fond osiguravajuće kompanije. Sva prikupljena sredstva u fondu ne pripadaju u celosti osiguravajućoj kompaniji. Deo sredstava iz fonda služi za izmirenje režijskih troškova, a drugi deo se koristi za plaćanja po odštetnim zahtevima koje podnose osiguranici kada im se desi osigurani slučaj.

Osiguravaču nikada nije poznato kada će se desiti osigurani slučaj, ne zna ni vreme ni iznos štete koju će trebati da nadoknati po odštetnom zahtevu, sve to je neizvesno i vezano za budućnost.

Aktuari u osiguravajućim kompanijama predviđaju buduće rezerve za naknade šteta koristeći znanja aktuarske matematike i njene matematičke modele. Modeli koriste statističke podatke i na osnovu njih izračunavaju buduće iznose rezervi.

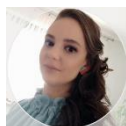
Našim propisima je, između ostalih metoda, dozvoljena primena Chain Ladder metode i Bornhuetter-Fergusonove metode. Prikazana Chain Ladder metoda je relativno jednostavna za razumevanje i primenu i može se koristiti za različite vrste osiguranja i vrste šteta. Međutim, njena preciznost zavisi od kvaliteta i stabilnosti istorijskih podataka, te pretpostavki o kontinuitetu prošlih obrazaca razvoja šteta, promenama u osiguravajućoj politici i tržišnim uslovima ili regulativi što može uticati na buduće štete. Zbog toga aktuari imaju bitnu i aktivnu ulogu prilikom primene ove metode.

Osiguranje je dinamičan i složen posao, koji zahteva dosta znanja, veština i rada. Razvoj nauke, tehnike, veštačka inteligencija u mnogome će doprineti da se modeli za izračunavanje dovoljnih rezervi za pokriće budućih šteta usavrše i da daju brže, bolje i tačnije rezultate jer će oni biti u mogućnosti da istovremeno posmatraju više bitnih faktora.

7. LITERATURA

- [1] Marija R. Jovović, Merenje rizika pri utvrđivanju solventnosti neživotnih osiguravača, doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2015,
- [2] Zlata I. Đurić, Matematičko-statističke metode i modeli formiranja tehničkih rezervi u neživotnom osiguranju. Doktorska disertacija, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Kragujevcu, 2015.
- [3] Ingrid Langfeldt Gould, Stochastic chain-ladder models in nonlife insurance, Dissertation for the degree master of statistics in insurance mathematics and finance, University of Bergen, 2008.
- [4] Miloš Bubnjević, Modeli računanja tehničkih rezervi u aktuarstvu, master rad, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2015.
- [5] Branko Pavlović, Adekvatnost rezervacije obaveza za štete (Run off analiza), Institut za osiguranje i aktuarstvo Beograd, 2010.
- [6] Željko Vojinović, Nebojša Žarković, Osiguranje, Subotica, 2016.

Kratka biografija:



Marija Katanski (rod. Vujaković) rođena je u Novom Sadu 1991. godine. Završila je osnovne studije na Prirodno-matematičkom fakultetu u Novom Sadu, studijski program primenjena matematika smer matematika finansija.