

ULOGA I ZNAČAJ TEORIJE KREDIBILITETA U AKTUARSKOJ PRAKSI

REZIME: Aktuarska nauka se zasniva na primeni finansijskih i statističkih modela i zavisna je od praktičnih okvira, počev od funkcionisanja tržišta osiguranja, preko računovodstvenog sistema, pa do raspoloživih podataka. Profesija aktuaru je izuzetno cenjena u svetu, kako zbog mogućnosti ostvarenja značajne finansijske koristi, tako i zbog sve veće ekspanzije profesije u različitim sferama poslovanja. Da bi aktuar uspešno obavljao svoju profesiju, neophodno je da poseduje znanja iz oblasti statistike i matematike, kako bi na adekvatan način izvršio procenu rizika. Procena rizika je složen i odgovaran posao, koji od aktuaru zahteva poznavanje i primenu statističke teorije kredibiliteta i njenih osnovnih metoda. U radu su prikazane neke od polaznih metoda na kojima je zasnovna i razvijena današnja metodologija u aktuarstvu.

Ključne reči: aktuar, verodostojnost, metode ocenjivanja, faktor kredibiliteta.

* Predavač, magistar statističkih nauka, Visoka poslovna škola strukovnih studija, Novi Sad, e-mail: npapic.blagojevic@vps.ns.ac.rs

** Doktorand i asistent na Pravnom fakultetu za privredu i pravosuđe, Univerzitet Privredna akademija u Novom Sadu, e-mail: nenad@pravni-fakultet.info

1. Uvod

Osnovni smisao osiguranja ogleda se u nadoknadi nastale štete. Rizici kojima je čovek izložen u svakodnevnom životu i radu, stvaraju mogućnost za ugrožavanje njegovog ličnog zdravlja, života i imovine. Osiguranjem zdravlja, života i imovine ne smanjuje se mogućnost nastanka štete, ali se stvara mogućnost za nadoknadu štetu i, samim tim, za stvaranje ekonomske sigurnosti.¹

Osiguranje je multidisciplinarna delatnost koja se može definisati kao ekonomska zaštita od štete nastale usled nekog rizika ili pak kao udruživanje svih lica koja su izložena istom riziku.²

U najširem smislu, osiguranje se može shvatiti kao udruživanje svih koji su izloženi istoj opasnosti, tj. riziku. Da bi se realizovalo osiguranje, neophodno je da postoji određeni rizik čije se pokriće obezbeđuje putem osiguranja.³

Osiguranje, najjednostavnije rečeno, podrazumeva prikupljanje premija od osiguranika i nadoknadu štete iz prikupljenih premija onom osiguraniku kod koga dođe do realizacije osiguranog rizika.⁴

Sama reč osiguranje označava sigurnost, poverenje u nešto, obezbeđenje i izražava svrhu osiguranja koja se sastoji u pružanju neke sigurnosti. Osiguranje predstavlja zaštitu imovinskih interesa fizičkih i pravnih lica prilikom realizacije rizika, odnosno nastupanja osiguranih slučajeva, na račun fondova osiguranja formiranih naplatom premija od tih lica.⁵ Iz tog razloga, jedan od najzahtevnijih zadataka osiguranja jeste procena rizika.

Bez adekvatne procene i analize rizika osiguravajuće društvo može usvojiti strategiju koja će tokom vremena dezavuisati kapital i rezultirati neefikasnim korišćenjem raspoloživih sredstava, što može da ugrozi ne samo profitabilnost već i sam opstanak osiguravajućeg društva.⁶

¹ Počuča, S., Krstinić, D. (2013). Istorijski razvoj životnog osiguranja, *Pravo – teorija i praksa*, 30(4-6). str. 25-34.

² Ilkić, Z. (2011). Osiguranje od posledica nesrećnog slučaja – osobenosti i osigurani slučajevi, *Pravo – teorija i praksa*, 28(10-12). str. 133-149

³ Herman, V. (2012). Odnos prava na mirovinsko osiguranje i imovinskih prava bračnih drugova u komparativnim evropskim sustavima, *Pravo – teorija i praksa*, 29(1-3). str. 60-73.

⁴ Janković, D. (2013). Osiguranje, Novi Sad, Alfa-graf NS, str. 5.

⁵ Kočović, J., Šulejić, P., Rakonjac Antić, T. (2010). Osiguranje, Beograd, CID Ekonomskog fakulteta, str. 33.

⁶ Njegomir, V., Ćirić, J. (2012). Risk Modeling in the Insurance Industry, *Strategic Management*, 17(1). str. 53-60.

2. Delokrug poslova aktuara

Aktuarska profesija je relativno mala, ali je visoko cenjena profesija širom sveta. Prema aktuelnosti zanimanja, profesija aktuara se redovno rangira među najpoželjnijim u svetu. Iz tog razloga, posao aktuara je po pravilu veoma dobro plaćen, ali i odgovoran. Istovremeno se od aktuara očekuje da poseduje raznovrsne kvantitativne veštine i znanja.

Aktuarska nauka je mešavina akademske strogosti i poslovne prakse. Aktuar mora opravdati zaključke statističkim podacima i nikada se ne sme osloniti samo na intuiciju. U samim počecima primene osiguranja, rizik je bio veliki za osiguranika pošto se procena zasnivala na intuiciji, a ne na primeni matematičkih i statističkih metoda. Tek sa razvojem teorije verovatnoće i Zakona velikih brojeva, ali i drugih važnih teorijskih okvira za primenu statističkih modela u aktuarskoj praksi, stvorila se osnova za razvoj aktuarske profesije. Ekspanzija aktuarske nauke u nove oblasti, kao što je na primer dinamička finansijska analiza, svedoči o nastavku razvoja profesije. Aktuarska nauka je utemeljena u poslovnoj praksi.

U Republici Srbiji, prema Zakonu o osiguranju⁷, član 181, stav 1-3, aktuarske poslove obavljaju ovlašćeni aktuari. Ovlašćeni aktuar je lice koje je dobilo ovlašćenje Narodne banke Srbije za obavljanje aktuarskih poslova. Uslove za sticanje zvanja ovlašćenog aktuara propisuje Narodna banka Srbije.

Ovlašćeni aktuar daje mišljenje o:⁸

- 1) načinu izračunavanja tarifa premija;
- 2) tome da li su tehničke rezerve obrazovane u skladu sa ovim zakonom;
- 3) aktima poslovne politike u postupku njihovog donošenja, odnosno u postupku izmena i dopuna i primeni akata poslovne politike;
- 4) finansijskim izveštajima i godišnjem izveštaju o poslovanju društva;
- 5) izveštaju o sprovođenju politike saosiguranja i reosiguranja;
- 6) tome da li je matematička rezerva izračunata, u skladu sa zakonom;
- 7) prenosu portfelja osiguranja.

Ovlašćeni aktuar izračunava, odnosno daje mišljenje o margini solventnosti i obavlja druge aktuarske poslove, u skladu sa zakonom.

Aktuari su u svakom osiguravajućem društvu važni s obzirom da, sa jedne strane, štite prava vlasnika polisa kroz proveravanje realne finansijske moći osiguravača, dok sa druge strane pružaju usluge osiguravaču, tako što brinu o solventnosti osiguravača.

⁷ Zakon o osiguranju, *Službeni glasnik RS*, br. 55/04, str. 55.

⁸ Ibid., član 182, str. 56.

Aktuari se bave širokim spektrom poslova u osiguranju: određuju cenu osiguravajućih proizvoda, obračunavaju rezerve kako bi osiguravajuća kompanija mogla da pokrije sve štete koje će osiguranici imati u budućnosti, pronalaze kreativne načine da smanje rizike sa kojima se suočava osiguravajuća kompanija, brinu o solventnosti kompanije, računaju profitabilnost, proučavaju kako su investirana sredstva kompanije, itd.⁹

Uloga aktuara u poslovanju osiguravajućih društava zapravo se odnosi na sprovođenje tehničke organizacije osiguranja, to jest na realizaciju zadatka tehničke organizacije osiguranja i to kroz:¹⁰ postizanje ravnoteže osiguravajućeg fonda, grupisanje rizika po različitim opasnostima i obračun premijske rezerve kod osiguranja života.

Osnova za rad aktuara je statistika osiguranja, gde ključnu ulogu u određivanju premija osiguranja ima primena matematike i statistike. Premija koja se naplaćuje mora pokriti verovatnoću nastanka štetnog događaja, sve troškove poslovnja osiguravača i profit. Verovatnoća se dobija iz statistike koja je rađena prethodnih godina poslovanja.¹¹

Aktuarska nauka koristiti procedure koje izvorno vode poreklo iz raznih drugih izvora, kao što su ekonomija, finansije, statistika i finansijski inženjering. Teorijske procedure su modifikovane, transformisane i iskombinovane sa procedurama iz osiguranja, računovodstva i marketinga kako bi dale odgovor na osnovna pitanja koja se tiču sistema osiguranja.

3. Teorija kredibiliteta kao osnova procene

Statistička teorija kredibiliteta obezbeđuje metode za procenu parametara podskupa posmatrane populacije kombinovanjem rezultata za taj poseban podskup sa rezultatima za populaciju u celini. Aktuari obično koriste kredibilitet za predviđanje budućih događaja za podskup populacije korišćenjem istorijskih podataka. U aktuarskoj praksi, primenom teorije kredibiliteta dolazi se do metoda za određivanje ponderisanog proseka rezultata za posmatranu populaciju i odgovarajućih rezultata za veću populaciju.¹²

⁹ Udruženje aktuara Srbije, (2014, maj 23.). Preuzeto sa: <http://www.aktuar.rs/index.php/sr/aktuarstvo/aktuar>

¹⁰ Kočović, J. (2006). Aktuarske osnove formiranja tarifa u osiguranju lica, Beograd, CID Ekonomskog fakulteta, str. 9.

¹¹ Marović, B., Tepavac, R., Njegomir, V. (2013). Osiguranje – ekonomski principi, Beograd, JP Službeni glasnik, str. 165.

¹² Behan, D. F. (2009). Statistical Credibility Theory, Southeastern Actuaries Conference, St. Pete Beach, Florida.

Teorija kredibiliteta ili teorija verodostojnosti odražava aktuarsku perspektivu, gde kredibilitet predstavlja prilagođavanje teorijske statistike različitim svakodnevnim poslovnim problemima. Kredibilitet je jedna od najproduktivnijih oblasti aktuarskog rada, koja se svake decenije iznova obnavlja paralelno sa razvojem novih tehnika za procenu i vrednovanje finansijskih ili osiguravajućih proizvoda.

Kredibilitet u opštem osiguranju pokušava da koristi raspoložive podatke, kao i iskustva drugih u utvrđivanju cene i premije. U tom smislu, aktuar često mora da proceni očekivane buduće vrednosti i/ili ukupne agregatne zahteve za portfolio polisa osiguranja na osnovu prilično ograničenog uzorka ili trenutne informacije x .¹³

Kada se govori o teoriji kredibiliteta, osnovna razlika između statističara i aktuara, koji se svakako služi statističkim modelima u proceni rizika, ogleda se u tome što će, na primer, statističar kada meri interval pouzdanosti govoriti o sigurnosti od 95 % da je određena procena tačna. Ukoliko bi u praksi postojao takav nivo sigurnosti u rezultate procene, uopšte ne bi postojala potreba za aktuarima, međutim, retko se dešava da takva sigurnost i realno postoji. Sa druge strane, zadatak aktuara je da kaže šta je potrebno uraditi kada ne postoji sigurnost od 95%, već na primer od 35% ili čak kada ni ne postoji saznanje o nivou sigurnosti. Zapravo, aktuar će ukazati na način na koji bi se istovremeno moglo sagledati postojeće poverenje u raspoložive podatke, druge relevantne informacije i neki značajni poslovni elementi.

Aktuari retko koriste teoriju kredibiliteta na čisto statistički način. Podskup posmatrane populacije ima karakteristike koje nisu u potpunosti poznate, pa je aktuarska procena neophodna kako bi se odredila svrsishodnost ovih karakteristika. U većini slučajeva su efekti karakteristika populacije poznati u izvesnoj meri, ali ne postoji dovoljno podataka kako bi se eliminisala potreba za određenom procenom u izboru raspodele verovatnoće i parametara. Pored toga, u praktičnoj situaciji, cost-benefit kriterijumi su takođe pogodni za određivanje stepena statističke analize koji bi trebalo da se koriste za projektovanje budućih rezultata.

4. Statistički modeli od značaja u aktuarskoj praksi

Važan deo aktuarske prakse podrazumeva izgradnju modela i rešenja za finansijske, poslovne i društvene probleme koji su povezani sa neizvesnošću

¹³ Boland, P. J. (2006). Statistical Methods in General Insurance, *International Conference on Teaching Statistics*, ICOTS-7, p. 1.

budućih događaja. U ovim, i sličnim situacijama, često se dešava da se nezvesnost modelira primenom odgovarajućeg statističkog modela.¹⁴

Metode koje se obično koriste u primeni teorije kredibiliteta dele se u dve kategorije: frekventističke i Bajesove metode.

4.1 Frekventističke metode

Frekventističke metode, poznate kao metode najveće preciznosti, su metode koje se tradicionalno koriste u aktuarstvu. Osnovna razlika između posmatranih metoda teorije kredibiliteta ogleda se u različitom tumačenju pojma verovatnoće.

Frekventističko shvatanje pojma verovatnoće predstavlja osnovu i okvir klasične statističke metodologije, pa se o frekventističkom shvatanju verovatnoće govori kao o osnovnom stavu o verovatnoći u praktičnoj primeni statistike u različitim disciplinama. Osnovi elemenat ovog shvatanja je da koncept verovatnoće treba da bude objektivni i oslobođen uticaja bilo kakvih subjektivnih faktora uz istovremenu mogućnost praktične primene u eksperimentima. Prema ovom shvatanju, verovatnoća se može definisati i primeniti u situacijama koje se mogu iznova i iznova ponavljati pod identičnim uslovima.

Pretpostavimo da tvrdnje pojedinca o datoj klasi imaju normalnu raspodelu sa varijansom τ , te da su elementi klase takođe normalno distribuirani sa sredinom μ i varijansom v . Tada će predviđena srednja vrednost pojedinačne klase, koja uključuje parametar kredibiliteta, biti data formulom:¹⁵

$$Z = \frac{n}{n + \frac{\tau}{v}}$$

S obzirom da je srednja vrednost za klasu jednaka $\bar{x}$, projektovana vrednost za klasu, uzimajući u obzir i kredibilitet, biće $Z \cdot \bar{x} + (1 - Z) \cdot \mu$. Ovaj pristup kredibilitetu ima ograničenu efikasnost, jer su pretpostavke o distribucijama retko ispunjene u praksi.

¹⁴ Papić Blagojević, N. (2011). Primena modela verovatnoće u procesu ocenjivanja rizika, XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima Ekonomskog fakulteta u Beogradu – SymOpis, Zlatibor, str. 754.

¹⁵ Behan, D. F. (2009). Statistical Credibility Theory, *Southeastern Actuaries Conference*, St. Pete Beach, Florida.

4.2 Primena Bajesovog metoda u teoriji kredibiliteta

Prema Bajesovoj statistici pojam verovatnoće se tumači na subjektivan način, gde verovatnoća predstavlja stepen uverenja koji se koriguje u trenutku kada informacije ili podaci postanu raspoloživi.

Bajesove metode ispoljavaju svoju prednost u odnosu na frekventističke metode time što koriste informacije o svim parametrima u proceni svakog pojedinačnog parametra.¹⁶ Pri tome, Bajesov metod sve nepoznate parametre koji se pojavljuju u statističkom modelu posmatra kao slučajne promenljive, a njihovu raspodelu dovodi u vezu sa raspoloživim informacijama. Metodi, koji u svojoj osnovi imaju Bajesovu statistiku, koriste se u oblasti osiguranja već dugi niz godina, posebno kao deo procesa procene rizika. U tom smislu, Bajesova paradigma smatra se najpogodnijom za primenu u analizi različitih modela iz oblasti aktuarstva, osiguranja i upravljanja rizicima.¹⁷

Bajesove ideje i tehnike su uvedene u oblast aktuarstva tokom šezdesetih godina prošlog veka zahvaljujući radovima Bulmana (Hans Bühlmann) koji su stvorili osnovu za široku primenu Bajesovog pristupa. U njegovom radu, teorija kredibiliteta, koja je u potpunosti zasnovana na Bajesovoj statistici, potpuno je formalizovana uz pregled osnovnih formula i stavova.

Danas se Bajesova metodologija primenjuje u različitim oblastima aktuarstva, od kojih su najznačajnije:¹⁸

- Oblast ocenjivanja (uključujući i teoriju kredibiliteta), gde su premije definisane u skladu sa nastalim potraživanjima iz prošlosti;
- Oblast rezervisanja i modeliranja potraživanja.

U oblasti ocenjivanja smatra se da parametar θ_{ij} ($i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$), kao parametar rizika, u potpunosti opisuje rizik od ugovora i u vreme j . Za dato θ_{ij} , stvarne tvrdnje o ugovoru i , $X_{i1}, X_{i2}, \dots$ su stohastički nezavisne i prate raspodelu $f(x_{ij}|\theta_{ij})$, dok se θ zasniva na apriornoj raspodeli.¹⁹ Fer premija se označava sa:

$$\mu(\theta_{ij}) = E[X_{ij}|\theta_{ij}]$$

¹⁶ Lamm Tennant, J., Starks, L., Stokes, L. (1992). An Empirical Bayes Approach to Estimating Loss Ratios, *The Journal of Risk and Insurance*, 59(3). p. 427.

¹⁷ Scollnik, D. (2001). Actuarial modeling with MCMC and BUGS, *North American Actuarial Journal*, 5(2). p. 96.

¹⁸ Makov, U. (2001). Principal applications of Bayesian methods in actuarial science: A perspective, *North American Actuarial Journal*, p. 53.

¹⁹ Ibid.

dok se stvarna premija izračunava preko:

$$E[X_{ij+1}|D] = E[\mu(\theta_{ij}) | D]$$

gde su D raspoloživi podaci, odnosno u ovom slučaju X_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J$). Problem ove vrste je od izuzetnog značaja za osiguravajuće kompanije, što je uzrokovalo ulaganja u razvoj efikasne metodologije.²⁰ Pošto je tačnu verodostojnost $E[\mu(\theta_{ij}) | D]$ obično teško izračunati, uključivanje Bajesovih tehnika za procenu verodostojnosti nametnulo se kao logično rešenje.

Bajesova analiza kombinuje tekuće opservacije sa apriornim informacijama, kako bi se dobile što preciznije ocene, dok teorija kredibiliteta direktno zavisi od postojanja apriornih informacija koje bi se mogle ponderisati tekućim opservacijama. U određenim situacijama, formule iz Bajesove analize tačno odgovaraju onima iz Bulmanovog ocenjivanja kredibiliteta, zato što je Bajesova ocena linearna ponderacija tekućih i apriornih informacija koje su dalje ponderisane sa Z i $(1-Z)$, gde je Z Bulmanova verodostojnost.

Bulmanov metod koristi faktor kredibiliteta (verodostojnosti) K koji predstavlja odnos između očekivane vrednosti varijanse i varijanse pretpostavljene sredine, odnosno:²¹

$$K = \frac{\tau}{v}$$

U praktičnim okolnostima neophodno je oceniti τ i v , kako bi se odredio faktor verodostojnosti Z . U aktuarstvu se najčešće koriste nepristrasne ocene τ i v , koje se označavaju sa τ i v respektivno. Međutim, ovde se uobičajeno staje kod tačkastih ocena, bez uzimanja u obzir mogućih varijacija koje bi mogle nastati zbog slučajnog uzorka. Iz tog razloga se u analizu uključuje Bajesov pristup koji nepoznate veličine, τ i v , posmatra kao slučajne promenljive. Na taj način se stvara osnova za ocenu τ , v i Z uz istovremenu procenu faktora verodostojnosti.

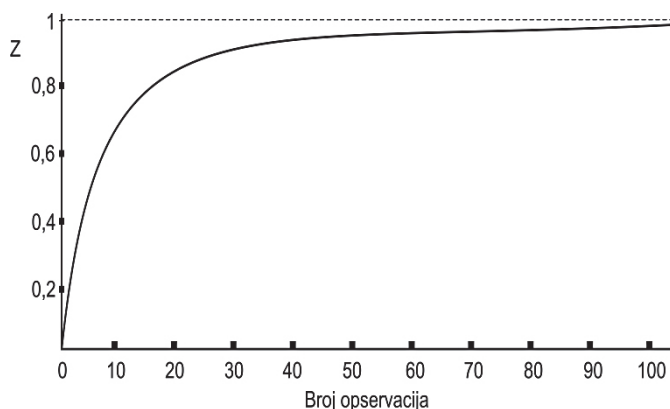
Za pojedinačne opservacije potrebno je izračunati očekivanu vrednost varijanse i varijansu pretpostavljene sredine, a zatim u obrazac Bulmanove verodostojnosti uključiti broj opservacija N :

$$Z = \frac{N}{(N + K)}$$

²⁰ Taylor, G. (2000). *Loss Reserving – An Actuarial Perspective*, Boston, Kluwer Academic Publishers.

²¹ Gau W. C., Gangopadhyay A., Han Z. (2008). *Interval Estimation of the Credibility Factor, Variance*, Casualty Actuarial Society, 2(1). p. 72.

U uobičajenim okolnostima, Bulmanova verodostojnost uvek uzima vrednosti između 0 i 1, ($0 < Z < 1$), s tim što za razliku od klasične verodostojnosti nikada ne dostiže 1, odnosno, grafički prikazano:



Slika 1. Bulmanova verodostojnost

Bulmanova verodostojnost meri korisnost prosečnih opservacija u odnosu na apriornu sredinu. Ukoliko je $Z = 50\%$, tada su obe veličine ili podjednako dobre ili podjednako loše. Bulmanova verodostojnost je zapravo relativna mera vrednosti informacija sadržanih u opservacijama u odnosu na vrednost informacija sadržanih u apriornoj sredini. Ova metodologija naziva se još i Bajesova empirijska verodostojnost.

Tokom vremena, po ugledu na aktuarska društva koja su Bajesovo-Bulmanovu verodostojnost koristila za optimiziranje preciznog određivanja premija, i finansijski analitičari su počeli da koriste ovu verodostojnost kako bi optimizirali svoje procene beta koeficijenata i kretanja akcija. Primena modela verodostojnosti je generalizovana tokom vremena, ali je suštinski održana njegova jednostavnost u vidu linearne formule uz jak uticaj Bajesove paradigme.²²

5. Zaključak

Aktuarska praksa danas nosi sa sobom brojne izazove i odgovornosti. U uslovima rasta tržišta osiguranja, izazovi koji se postavljaju pred ovlašćene aktulare sve su veći. Iz tog razloga dobro poznavanje teorije kredibiliteta, kao osnove procena rizika u osiguranju, od ključne je važnosti u aktuarstvu.

²² Ibid.

Postoje različite tehnike koje se mogu koristiti za ocenu rizika, ipak, ciljevi su uvek isti. Preko informacija iz uzorka teži se ocenjivanju parametara koji su predmet interesovanja. Pored frekventističke metodologije, za koju je karakteristična velika preciznost, u aktuarskoj praksi se primenjuje i Bajesova metodologija koja je zasnovana na Bulmanovom faktoru kredibiliteta. Takva metodologija, koja se još naziva i empirijska Bajesova metodologija, vrlo je slična prethodnoj, ali se može primeniti u mnogo opštijim okolnostima. Osnovni stav je da primenjeni obrazac bude zasnovan na linearnoj kombinaciji rezultata ukupne populacije i datog podskupa.

Suštinski, ono što se najviše zamera Bajesovom pristupu, jeste i njegova najveća prednost. Subjektivnim tumačenjem verovatnoće, koja se koriguje kada informacije postanu raspoložive, uz određivanje vrednosti apriorne verovatnoće za uvođenje dodatne informacije, značajno se doprinosi povećanju preciznosti. Pozitivna strana Bajesovog metoda ocenjivanja ističe se zajedničkim posmatranjem rezultata akumuliranih znanja i kombinovanih izvora informacija (apriorne informacije i verodostojnost). Takvim pristupom, Bajesove metode će gotovo uvek davati bolje rezultate, pa je iz tog razloga njihova primena u aktuarstvu poželjnija.

Nataša Papić Blagojević

Lecturer, Master of statistics, Higher School of Professional Business Studies, Novi Sad

Nenad Stefanović

PhD student and teaching assistant, The Faculty of Law for Commerce and Judiciary in Novi Sad, The University of Business Academy in Novi Sad

The role and significance of the credibility theory in actuarial practice

A b s t r a c t

Actuarial science is based on the use of financial and statistical models and depends on the practical framework, starting from the operation of the insurance market through the accounting system and the available data. Actuarial profession is highly valued in the world, due to the possibilities of significant financial benefits, but also because of the increasing expansion of the profession in different spheres of business. In order to perform his/her job

successfully, an actuary needs to possess certain knowledge of statistics and mathematics to adequately evaluate the risk. Risk evaluation is a complex and responsible job, which requires from an actuary to know how to apply the statistical theory of credibility and its main methods. This paper presents some of the initial methods on which today's methodologies in actuarial science are based and developed.

Keywords: actuary, credibility, methods of evaluation, the credibility factor

Literatura

1. Boland, P. J. (2006). Statistical Methods in General Insurance, *International Conference on Teaching Statistics, ICOTS-7*, pp. 1-6.
2. Gau, W. C., Gangopadhyay, A., Han, Z. (2008). Interval Estimation of the Credibility Factor, *Variance*, Casualty Actuarial Society, 2(1), pp. 71-84.
3. Ilkić, Z. (2011). Osiguranje od posledica nesrećnog slučaja – osobenosti i osigurani slučajevi, *Pravo – teorija i praksa*, 28(10-12). str. 133-149.
4. Herman, V. (2012). Odnos prava na mirovinsko osiguranje i imovinskih prava bračnih drugova u komparativnim europskim sustavima, *Pravo – teorija i praksa*, 29(1-3). str. 60-73.
5. Janković, D. (2013). Osiguranje, Novi Sad, Alfa-graf NS.
6. Kočović, J. (2006). Aktuarske osnove formiranja tarifa u osiguranju lica, Beograd, CID Ekonomskog fakulteta.
7. Kočović, J., Šulejić, P., Rakonjac Antić, T. (2010). Osiguranje, Beograd, CID Ekonomskog fakulteta.
8. Lamm Tennant, J., Starks, L., Stokes, L. (1992). An Empirical Bayes Approach to Estimating Loss Ratios, *The Journal of Risk and Insurance*, 59(3). pp. 425-442.
9. Mahler, C. H., Dean, C. G. (2001). 13 Foundations of Casualty Actuarial Science, Fourth Edition, Arlington, Casualty Actuarial Society.
10. Makov, U. (2001). Principal applications of Bayesian methods in actuarial science: A perspective, *North American Actuarial Journal*, 5(4), pp. 53-57.
11. Marović, B., Tepavac, R., Njegomir, V. (2013). Osiguranje – ekonomski principi, Beograd, JP Službeni glasnik.

12. Njegomir, V., Ćirić, J. (2012). Risk Modeling in the Insurance Industry, *Strategic Management*, 17(1). str. 53-60.
13. Papić Blagojević, N. (2011). Primena modela verovatnoće u procesu ocenjivanja rizika, XXXVIII Simpozijum o operacionim istraživanjima Ekonomskog fakulteta u Beogradu SymOpis 2011, Zlatibor, str. 754-757.
14. Počuča, S., Krstinić, D. (2013). Istorijski razvoj životnog osiguranja, *Pravo – teorija i praksa*, 30(4-6). str. 25-34.
15. Scollnik, D. (2001). Actuarial modeling with MCMC and BUGS, *North American Actuarial Journal*, 5(2), pp. 96-124.
16. Taylor, G. (2000). Loss Reserving – An Actuarial Perspective, Boston, Kluwer Academic Publishers.
17. Zakon o osiguranju, *Službeni glasnik RS*, br. 55/04.
18. Udruženje aktuara Srbije, (2014, maj 23.). Preuzeto sa:
<http://www.aktuar.rs/index.php/sr/aktuarstvo/aktuar>