



VYUŽITIE REGRESNEJ A KORELAČNEJ ANALÝZY PRI HĽADANÍ OPTIMÁLNEHO ZLOŽENIA FAKTOROV OVPLYVNÚJÚCICH VÝŠKU POISTNÉHO V POVINNOM ZMLUVNOM POISTENÍ

Alena Košťálová, Michal Pavličko, Zuzana Sopková*

Abstract: The article is dedicated to the proposal of optimal composition factors in determining of the amount of Compulsory Contractual Motor Vehicle Third Party Liability Insurance in the selected insurance companies. The goal of this article is to find dependence of the amount of insurance on each factor through regression and correlation analysis, based on which are designed optimal factors for selected companies.

Keywords: insurance, Compulsory Contractual Motor Vehicle Third Party Liability Insurance, regression analysis, correlation analysis.

1 Úvod

Automobily sa stali súčasťou života takmer každého občana. Na jednej strane nám pomáhajú šetriť čas a predstavujú pre nás pohodlie či nezávislosť. Na druhej strane s množstvom automobilov rastie aj hustota premávky na cestách, s čím môže byť spojené určité riziko. Na zmiernenie negatívnych dopadov vyplývajúcich z nepriaznivých situácií pri riadení motorového vozidla ponúkajú poisťovacie spoločnosti poisťné produkty, medzi ktoré patrí v prvom rade povinné zmluvné poistenie a dobrovoľné havarijné poistenie. Havarijné poistenie je dobrovoľné a kryje škody spôsobené na vlastnom vozidle. Povinné zmluvné poistenie zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla, ako už samotný názov napovedá, je poistením povinným, ktoré musí uzavrieť každý vlastník vozidla. Jeho hlavnou úlohou je zabezpečiť úhradu škody pri nehode, ktorú vodič spôsobí svojím vozidlom inému vodičovi motorového vozidla. Samotná voľba poisťovacej spoločnosti je už na vlastníckovi príslušného vozidla a väčšinou sa pri jej výbere orientuje podľa výšky poisťného. Poisťovacie spoločnosti v rámci konkurenčného boja o klientov zohľadňujú pri výpočte poisťného rôzne faktory, ktoré však v konečnom dôsledku nemusia výrazne ovplyvňovať výšku poisťného, ale majú skôr psychologický význam pre potenciálneho klienta. Ten sa potom domnieva, že čím viac faktorov je zohľadňovaných pri výpočte poisťného, tým mu je poisťné viac „ušité na mieru“. Tento príspevok je venovaný hľadaniu optimálneho zloženia faktorov ovplyvňujúcich

* Ing. Alena Košťálová, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra spojov, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 3143, e-mail: Alena.Kostalova@fpedas.uniza.sk

Ing. Michal Pavličko, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra kvantitatívnych metód a hospodárskej informatiky, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 3283, e-mail: Michal.Pavlicko@fpedas.uniza.sk

Ing. Zuzana Sopková, absolventka študijného programu elektronický obchod a manažment, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta prevádzky a ekonomiky dopravy a spojov, Katedra spojov, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

výšku poistného v povinnom zmluvnom poistení zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla využitím regresnej a korelačnej analýzy.

2 Teoretické východiská

Poistovníctvo možno charakterizovať ako špecifické odvetvie trhovej ekonomiky, ktoré sa zameriava na poistnú ochranu a na tvorbu a využitie technických rezerv. Zahŕňa zaistovateľov, poisťovateľov aj ich klientov, sprostredkovateľov poistenia, asociácie a iné subjekty. [1]

Vymedzenie pojmu **poistenie** je veľmi rozmanité. Niektoré z definícií sú viac orientované na teóriu, zatiaľ čo v iných prevláda praktický prístup. Praktický prístup je zameraný na charakterizovanie subjektov, obsahu a predmetu poistnej zmluvy, povinnosti a práva zmluvných strán. Definície založené na teórii sú ovplyvňované odborným zameraním jednotlivých autorov.

Poistenie teda môžeme charakterizovať ako **vzťah medzi poisťovňou a poisteným**, v ktorom jedna zmluvná strana (poisťovňa) sa zaväzuje, že druhej zmluvnej strane (poistenému) poskytne poistné plnenie v prípade, že vznikla poistná udalosť za vopred dohodnutých podmienok. [3]

V odbornej literatúre možno nájsť klasifikáciu poistenia na základe rôznych kritérií a to podľa druhu poistenia, podľa miery rizika a podľa záväznosti vzniku poistenia. Podľa **záväznosti vzniku poistenia** možno poistenie členiť na:

- **Zákonné poistenie** - je také poistenie, pri ktorom zákon stanovuje podmienky a povinnosť poistenia. Na Slovensku v súčasnosti existuje len v sociálnom a zdravotnom poistení.
- **Zmluvné poistenie**:
 - **Povinné zmluvné poistenie** - je takým poistením, v ktorom zákon stanovuje povinné uzatvorenie poistenia, ale podmienky sa stanovujú v poistnej zmluve. Ide napr. o poistenie zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla alebo za škodu pri výkone povolania.
 - **Dobrovoľné zmluvné poistenie** - je takým poistením, ktorým sa chce poistník dobrovoľne poistiť. Výsledkom je teda uzatvorenie poistnej zmluvy pri akceptovaní vopred stanovených podmienok. [3]

2.1 Povinné zmluvné poistenie zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla

Charakteristickým znakom tohto poistenia je fakt, že **poistné plnenie je hradené poškodenému ako tretej osobe**, teda nie poistenému ani poistníkovi, aj keď poistník vlastní zmluvu a platí poistné. Ak poistený, ktorý je škodcom, spôsobí škodu inej osobe a táto osoba bude chcieť uplatniť nárok na náhradu škody, vznikne poistná udalosť, ktorú poistený ohlásí svojej poisťovni a tá rozhodne či poškodenému vyplátí poistné plnenie. [3]

Do roku 2001 mala Slovenská poisťovňa monopol v poskytovaní povinného zmluvného poistenia zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla (ďalej len PZP). Až prijatím zákona č. 381/2001 o PZP (ďalej len zákon o PZP) sa situácia zmenila a nastala demonopolizácia v spomínanej oblasti. Monopol Slovenskej poisťovne nahradil systém povinného zmluvného poistenia na báze dobrovoľného výberu poisťovateľa. Zákon o PZP hovorí o tom, že PZP musí uzavrieť ten, kto je: [4]

- v dokladoch tuzemského motorového vozidla zapísaný ako držiteľ vozidla,
- vlastník alebo prevádzkovateľ tuzemského vozidla,
- nájomca tuzemského vozidla,
- vodič cudzozemského vozidla.

Zákon o PZP tiež definuje rozsah poistenia zodpovednosti, t. j. kedy, komu, kým a v akom rozsahu má byť škoda uhradená. Nájdeme tu definovaný aj zánik poistenia zodpovednosti, práva a povinnosti poisteného aj poisťovne a ďalšie ustanovenia súvisiace s PZP. [4]

Tento typ poistenia sa nevzťahuje na škodu, ktorá vznikla na vozidle poisteného jeho príčinou. Na krytie takýchto škôd sa používa havarijné poistenie, tzv. kasko. Zároveň je aj poistením pre zahraničie, za podmienky, že si poistený vyžiada od poisťovne tzv. zelenú kartu, s ktorou cestuje do zahraničia. [5]

PZP kryje nasledujúce riziká škôd, ktoré spôsobí poistená osoba prevádzkou motorového vozidla poškodenej osobe: [5]

- škody na zdraví a náklady pri usmrtení,
- škody vzniknuté poškodením, odcudzením, zničením alebo stratou vecí,
- účelovo vynaložené náklady spojené s právnym zastúpením pri uplatňovaní nárokov,
- ušlý zisk.

3 Analýza súčasného stavu

3.1 Poistovníctvo v Európskej únii

Poisťovníctvo je dôležitou súčasťou ekonomického potenciálu vyspelých krajín. V niektorých štátoch Európy prevláda kapitál poisťovní nad bankovým kapitálom, napr. vo Švajčiarsku, Veľkej Británii či Švédsku. Rast a prosperita poisťovacieho sektora veľmi úzko súvisí s celkovým vývojom hospodárstva jednotlivých krajín a kontinentov. Najväčšia poisťovacia skupina na európskom kontinente je podľa ukazovateľa predpísané poistné rovnako ako po minulé roky nemecká poisťovňa Allianz, ktorá pôsobí v 28 krajinách Európy. Za ňou nasledujú poisťovne AXA, ktorá pôsobí v 27 krajinách Európy a tretie miesto získala Generali poisťovňa s pôsobnosťou v 25 krajinách. [1]

Podľa správy Insurance Europe je Európa naďalej najväčším svetovým poistným trhom, čo predstavuje 35 % celosvetového poistného trhu. Za ňou nasledujú Spojené štáty, ktoré pokrývajú 30 %, Ázia s 28 % a Oceánia a Afrika s 3 %. Na celom európskom kontinente sa vybralo poistné vo výške 1,119 mld. €. Na životnom poistení bolo poistencom vyplatené celkovo 618 mld. € a na neživotnom náklady dosiahli 325 mld. €.

V súčasnosti pôsobí v Európe viac ako 5 000 poisťovní a Európske poisťovníctvo zamestnáva takmer milión zamestnancov, ďalší milión predstavujú externí pracovníci a nezávislí sprostredkovatelia. [6]

Jednotný poistný trh EÚ je realitou od 1. júla 1994. Spolu s národnými trhami v krajinách EÚ a Európskeho hospodárskeho priestoru je tento jednotný trh príkladom integrovaného poisťovacieho priestoru. Pre poisťovateľov to znamená, že môžu predávať svoje produkty na spomínaných európskych trhoch na základe licencie – povolenia domovskej krajiny. Každý klient si môže vybrať hociktorý z produktov, ktoré ponúkajú poisťovne rôznych štátov. Dokonca ani v Spojených štátoch nenájdeme podobný systém fungovania poistného trhu.

Cieľom legislatívy EÚ v oblasti poisťovníctva je dosiahnuť, globalizáciu, integráciu i fungovanie jednotného poistného trhu v členských krajinách. Ďalším cieľom je odstrániť prekážky vyskytujúce sa v národnom práve, ktoré obmedzujú jeho fungovanie či samotné vytvorenie a nie menšia dôležitosť sa prikladá aj zjednoteniu pravidiel podnikania s cieľom zabezpečiť vysokú ochranu klientov komerčných poisťovní.

Motívom zjednocovania trhu je snaha poisťovateľov rozširovať ponuku a predaj svojich poistných produktov do zahraničia. [1]

3.2 Poistovníctvo na Slovensku

Regulácia v oblasti poisťovníctva v súčasnosti hrá veľmi dôležitú rolu pre získanie dôvery poisťníkov pri kúpe poisťných produktov. Nevhodná regulácia môže mať negatívny dopad na poisťovne, čo sa týka ich efektívneho fungovania ako aj poskytovania produktov potencionálnym klientom, ktorí sa chcú dať poistiť.

Dohľad na poisťnom trhom na území Slovenskej republiky vykonáva Národná banka Slovenska. Hlavnou činnosťou dohľadu nad poisťným trhom je hlavne dodržiavanie Zákona o poisťovníctve, iných platných právnych predpisov a podmienok vyplývajúcich z právnych noriem. [7]

Regulácia poisťovníctva spolu z dohľadom nad poisťovňami predstavuje stále zasahovanie do hospodárskeho chodu danej poisťovne. Pracovníci, ktorí tento dohľad vykonávajú disponujú právami a oprávneniami, ktorých zmyslom je navrhovať riešenia pre komerčné poisťovne a to v prípade ak konajú nesprávne. Tiež dávajú návrhy na odstránenie nesúladu ich činnosti s právnymi predpismi. Vo vyspelých ekonomikách západnej Európy vykonáva kontrolu nad poisťovňami viacero inštitúcií.

V rámci integrácie ekonomík Európskej únie je poisťovníctvo ako odvetvie veľmi ťažko regulovateľné a zjednotenie princípov a predpisov jednotlivých krajín je pomerne komplikované. Ako príklad možno uviesť dva extrémny a to presne určený systém dozoru v Nemecku a veľmi liberálny koncept v Holandsku alebo Anglicku. [1]

Poisťné právo predstavuje súhrn právnych noriem, ktoré zahŕňajú záväzné predpisy súvisiace s poistením a poisťovníctvom. Minulé roky znamenali pre poisťný trh na Slovensku úspešné zmeny. Rok 1991 umožnil návrat ku konkurenčným podmienkam na poisťnom trhu, čo umožnilo vznik nových poisťovní, ktoré začali ponúkať nové poisťné služby a produkty.

Za základnú právnu normu sa považuje Zákon o poisťovníctve a Občiansky zákonník, ktorý obsahuje charakteristiku subjektov, ktoré poskytujú služby v poisťovníctve, predmet podnikania a stanovuje dohľad a reguláciu nad poisťovňami. Okrem spomínaného upravuje povinnosti a práva jednotlivých subjektov, spôsob hospodárenia komerčných poisťovní a iné dôležité skutočnosti. [1]

4 Cieľ a metodika

Cieľom predkladaného príspevku je návrh optimálneho zloženia faktorov, ktoré majú najväčší vplyv na výšku poisťného pri uzatváraní PZP vo vybraných poisťovacích spoločnostiach využitím metód regresnej a korelačnej analýzy.

Poisťovacie spoločnosti, pre ktoré budeme modelovať závislosť výšky poisťného od jednotlivých faktorov sú: Allianz Slovenská poisťovňa, a. s. (ďalej len ALL), Kooperatíva poisťovňa, a. s. (ďalej len KOOP) a Wüstenrot poisťovňa, a. s. (ďalej len WÜ). Na to, aby sme mohli naplniť stanovený cieľ, bolo potrebné vytvoriť modelové situácie - modelových klientov s rôznymi parametrami ako sú:

- značka vlastneného vozidla,
- zdvihový objem valcov v cm^3 ,
- výkon motora v kW,
- vek poisťníka,
- rok výroby vozidla,

Pre takto špecifikovaných modelových klientov, u ktorých boli zabezpečené rovnaké vstupné podmienky (poisťné budú platiť ročne, vozidlo budú užívať výlučne na bežnú prevádzku a nebudú sa podieľať na škode, tzn. že suma poisťného nebude krátená o spoluúčasť), sme následne zisťovali výšku poisťného na základe možnosti uzatvorenia online PZP prostredníctvom webových stránok vybraných poisťovacích spoločností. Tieto údaje slúžili ako podklad na realizáciu zisťovania závislosti medzi výškou poisťného a jednotlivými faktormi, ktoré jeho výšku ovplyvňujú.

Hľadanie, skúmanie a hodnotenie závislostí, hlavne príčinných medzi dvoma a viacerými štatistickými znakmi je jednou z dôležitých úloh štatistiky. Štatistická závislosť vzniká v prípade, keď jeden jav je príčinou, ktorý za istých podmienok vyvoláva vznik druhého javu, teda dôsledok. Medzi najpoužívanejšie štatistické metódy patrí regresná a korelačná analýza. [8]

4.1 Regresná analýza

Regresia vyjadruje vzájomný vzťah medzi dvoma alebo viacerými premennými, najmä číselnými, využitím modelu charakterizujúceho ich vzájomnú závislosť. [8]

V regresnom modeli, ktorý vyjadruje vzťah medzi premennými rozlišujeme [9]:

- **závislé premenné** – predstavujú vysvetľované číselné premenné, pri ktorých skúmame ich závislosť od iných premenných. Tieto premenné sú označované ako Y a jej pozorovania sú označované ako y_i , pričom $i = 1, 2, \dots, n$, kde n vyjadruje počet pozorovaní vo výberovom súbore.
- **nezávislé premenné** – ide o vysvetľujúce premenné, pri ktorých sa predpokladá, že spôsobujú zmeny závislej premennej Y a slúžia na odhad hodnoty vysvetľovanej závislej premennej. Označujú sa ako $X_1, X_2, \dots, X_k$ a ich pozorovania sú označované ako $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$, kde $i = 1, 2, \dots, n$.

V ďalšom členení regresnú analýzu delíme podľa počtu závislých a nezávislých premenných. Podľa počtu závislých premenných rozlišujeme **jednorovnicové modely**, kde máme jednu závislú premennú Y a **viacrovnícové modely**, kde máme minimálne dve závislé premenné. Podľa počtu nezávislých premenných rozlišujeme **jednoduchú regresiu**, kde berieme do úvahy jednu nezávislú premennú X a **viacnásobnú regresiu**, pri ktorej uvažujeme o viacerých nezávislých premenných, ktoré vplyvajú na závislú premennú Y . Medzi závislou premennou a nezávislými premennými predpokladáme, že existuje príčinná závislosť. To znamená, že istý jav alebo skupina javov, označované ako príčina, vyvolávajú iný jav, tzv. účinok. [9]

V **jednoduchom lineárnom regresnom modeli** vyjadrujeme závisle premennú y ako funkciu nezávislej premennej x . Regresnú priamku premennej y vzhľadom na premennú x zapíšeme v tvare: [10]

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

kde:

- y_i – i -ta hodnota odhadovanej premennej,
- β_0, β_1 – neznáme parametre regresného modelu,
- x_i – i -ta hodnota nezávislej premennej,
- ε_i – náhodná chyba i -teho pozorovania.

Lineárny regresný model s viacerými nezávislými premennými môžeme charakterizovať pomocou nasledujúcej rovnice: [9]

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

kde:

- y_i – hodnota závislej premennej Y v i -tom pozorovaní,
- $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ – predstavujú neznáme parametre modelu,
- x_{ij} – hodnota j -tej nezávislej premennej X_j ($j = 1, 2, \dots, k$) v i -tom pozorovaní ($i = 1, 2, \dots, n$),
- ε_i – predstavuje náhodnú odchýlku i -teho pozorovania.

Kvalitu modelu popisujú viaceré charakteristiky, napr. **reziduálny súčet štvorcov** (RSS) a **koefficient determinácie** (R^2), ktorý je mierou tesnosti daného modelu. **Error! Reference source not found.**

$$RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (3)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}. \quad (4)$$

Výber modelu (M_1) alebo podmodelu (M_2), sa realizuje na základe F-testu podmodelu. Model M_1 nech má k_1 odhadovaných parametrov a podmodel M_2 nech má k_2 odhadovaných parametrov, pričom $k_2 < k_1$. Porovnávacou charakteristikou je F -štatistika s 95 % kvantilom F -rozdelenia o $k_1 - k_2$ a $n - k_1$ stupňoch voľnosti. Príslušný kvantil sa označuje $F_{0,95}(k_1 - k_2; n - k_1)$. F -štatistika sa vypočíta na základe vzťahu: **Error! Reference source not found.**

$$F = \frac{\frac{RSS_2 - RSS_1}{k_1 - k_2}}{\frac{RSS_1}{n - k_1}}, \quad (5)$$

kde RSS_1 je reziduálny súčet štvorcov v modeli M_1 a RSS_2 je reziduálny súčet štvorcov v podmodeli M_2 . Ak $F > F_{0,95}(k_1 - k_2; n - k_1)$, potom sa prikláňame k modelu M_1 , v opačnom prípade k podmodelu M_2 .

Analýza začína zahrnutím všetkých možných kvantitatívnych faktorov do čo najbohatšieho modelu, z ktorého sa potom postupne po jednom eliminujú nevýznamné faktory na základe uvedeného F-testu podmodelu, až dokým všetky doposiaľ nevylúčené faktory ostanú významné (stepwise regression, backward elimination). **Error! Reference source not found.**

4.2 Korelačná analýza

Hlavnou úlohou korelačnej analýzy je zistiť kvalitu regresnej funkcie a silu závislosti. Tento vzťah je tým silnejší a regresná funkcia tým lepšia, čím viac sú empirické hodnoty závislej premennej sústredené okolo odhadnutej regresnej funkcie. Najčastejšie sa na meranie závislosti lineárneho vzťahu používa **korelačný koefficient**, ktorý označujeme ako r_{yx} . **Error! Reference source not found.**

Korelačný koefficient môže nadobúdať hodnoty z intervalu $<-1,1>$. Ak sa korelačný koefficient rovná +1, je medzi premennými úplná priama lineárna závislosť. V prípade, že sa korelačný koefficient rovná -1 ide o úplnú nepriamu lineárnu závislosť medzi premennými. Ak sa $r_{yx} = 0$, hovoríme, že medzi premennými neexistuje lineárna závislosť. Pokiaľ sa hodnoty korelačného koefficientu blížia k -1, alebo +1 hovoríme o slabšej alebo silnejšej závislosti. Ak sa hodnoty blížia k 0 nemusí to znamenať, že medzi danými javmi nie je žiadna závislosť, naopak môžu byť silne závislé, ale nie lineárne ale nelineárne. Pre korelačný koefficient platí, že $r_{yx} = r_{xy}$ a $r_{xy}^2 = R^2$, kde R^2 je koefficient determinácie jednoduchého lineárneho regresného modelu. **Error! Reference source not found.**

Regresná a korelačná analýza hodnotí vzájomný vzťah závislej premennej a nezávislých premenných, ktoré sú vo vzťahu voľnej, príčinnej závislosti. **Error! Reference source not found.**

5 Výsledky a diskusia

Obsahom tejto časti nášho príspevku je skúmanie závislosti ceny poistenia v PZP (y) od jednotlivých kvantitatívnych faktorov (x_i), ktoré ovplyvňujú jeho výšku v jednotlivých vybraných poisťovacích spoločnostiach prostredníctvom jednoduchej alebo viacnásobnej regresie. Pre každý model boli stanovené odhady parametrov, ich intervalové odhady so spoľahlivosťou 95 %, štatistická významnosť a tiež koeficient determinácie pre určenie tesnosti závislosti. Na základe metodiky uvedenej v predchádzajúcej kapitole sú následne navrhnuté optimálne faktory, teda také, ktoré významne ovplyvňujú výšku poistného v PZP v jednotlivých vybraných poisťovacích spoločnostiach.

5.1 Skúmanie závislosti výšky poistného v PZP od jednotlivých faktorov pre spoločnosť

Allianz - Slovenská poisťovňa, a. s.

Medzi kvantitatívne faktory, ktoré ovplyvňujú výšku poistného v PZP v spoločnosti ALL patria:

- zdvihový objem valcov v cm^3 ,
- výkon motora v kW,
- vek poistníka,
- rok výroby vozidla,

Na úvod sme zostavili model viacnásobnej lineárnej závislosti ceny poistenia (y) od všetkých uvažovaných faktorov súčasne (x_1 – zdvihový objem valcov v cm^3 , x_2 – výkon motora v kW, x_3 – vek poistníka v rokoch, x_4 – rok výroby vozidla). Závislosť ceny poistenia od uvedených faktorov možno teda modelovať viacnásobným lineárnym modelom M4.

$$y \approx 154,45 + 55,64 \cdot x_1 + 0,29 \cdot x_2 - 3,28 \cdot x_3 - 0,06 \cdot x_4 \text{ (€)}.$$

Na základe F-testu sme zistili, že parametre β_1 , β_2 a β_4 sú nevýznamné (nakolko ich F-štatistiky neprekročili kritickú hodnotu). Z týchto nevýznamných parametrov je najviac nevýznamný parameter β_4 (má najnižšiu hodnotu F-štatistiky), takže sme pristúpili k redukcii modelu M4 na jeho podmodel M3:

$$y \approx 153,80 + 54,66 \cdot x_1 + 0,31 \cdot x_2 - 3,28 \cdot x_3 \text{ (€)}.$$

V podmodeli M3 sú nevýznamnými parametrami β_1 a β_2 , pričom viac nevýznamný je parameter β_2 , takže sme uskutočnili redukciu modelu M3 na jeho podmodel (M2):

$$y \approx 154,07 + 71,67 \cdot x_1 - 3,37 \cdot x_3 \text{ (€)}.$$

Vzhľadom k tomu, že v podmodeli M2 sú už všetky odhadované parametre štatisticky významné, možno ho považovať za finálny. **Optimálne faktory** pre výpočet výšky poistného v spoločnosti ALL sú **zdvihový objem valcov v cm^3 a vek poistníka**.

5.2 Skúmanie závislosti výšky poistného v PZP od jednotlivých faktorov pre spoločnosť

Kooperativa poisťovňa, a. s.

Medzi kvantitatívne faktory, ktoré ovplyvňujú výšku poistného v PZP v spoločnosti KOOP patrí jediný, a to zdvihový objem valcov v cm^3 . Keďže sme skúmali závislosť ceny poistného iba od jedného faktora, zostavili sme model jednoduchej lineárnej regresie. Závislosť ceny poistenia (y) od zdvihového objemu valcov v cm^3 (x) modeluje regresná priamka:

$$y \approx 14,48 + 54,27 \cdot x \text{ (€)}$$

Následne sme testovali významnosť modelu pomocou F-testu na hladine významnosti 5 %. Keďže F-štatistika prekročila kritickú hodnotu, nulovosť regresného koeficientu zamietame ($\beta_1 \neq 0$) a **prikláňame sa k modelu závislosti ceny od zdvihového objemu valcov v cm³**. Tento faktor je teda **optimálny** pri výpočte poisťného v spoločnosti KOOP.

5.3 Skúmanie závislosti výšky poisťného v PZP od jednotlivých faktorov pre spoločnosť Wüstenrot poisťovňa, a. s.

Medzi kvantitatívne faktory, ktoré ovplyvňujú výšku poisťného v PZP v spoločnosti WÜ patria:

- výkon motora v kW,
- vek poisťníka.

Na úvod sme zostavili model viacnásobnej lineárnej závislosti ceny poistenia (y) od oboch uvažovaných faktorov (x_1 – výkon motora v kW, x_2 – vek poisťníka), t. j.

$$y \approx 103,58 + 1,45 \cdot x_1 - 2,13 \cdot x_2 \text{ (€)}.$$

Vzhľadom k tomu, že obidva odhadované parametre β_1 a β_2 sú štatisticky významné, tento model možno považovať za konečný, takže **optimálne faktory** pre výpočet poisťného v PZP v spoločnosti WÜ sú **výkon motora v kW aj vek poisťníka**.

6 Záver

Výsledkom viacnásobnej regresnej analýzy pre spoločnosť ALL je fakt, že z pôvodných štyroch faktorov sú štatisticky najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce cenu poistenia iba dva, a to zdvihový objem valcov v cm³ a vek poisťníka, pričom lineárnym modelom sa nám podarilo vysvetliť len približne 53 % variability v cene poistenia.

Oproti tomu, v prípade spoločnosti KOOP, je jediným faktorom ovplyvňujúcim cenu poistenia zdvihový objem valcov v cm³ a jednoduchý lineárny regresný model vysvetlil najviac (približne 85 %) variability v cene poistenia.

Tretím skúmaným subjektom bola spoločnosť WÜ, v ktorej cenu poistenia ovplyvňujú dva faktory, a to výkon motora v kW a vek poisťníka, pričom oba tieto faktory sú štatisticky významné. Lineárny model závislosti ceny poistenia od týchto faktorov vysvetlil približne 57 % variability v cene poistenia.

Jedným zo zaujímavých zistení je porovnanie odhadu regresného koeficientu vo finálnych modeloch viacnásobnej regresie pre faktor vek poisťníka v spoločnostiach WÜ a ALL. Z výpočtov vyplýva, že v spoločnosti ALL spôsobuje zvýšený vek poisťníka väčší pokles ceny poistenia ako v spoločnosti WÜ pri nezmenených ostatných faktoroch.

Podrobnejšou analýzou regresných modelov sme dospeli k ďalšiemu zaujímavému zisteniu. Kým v spoločnosti ALL je faktor vek poisťníka štatisticky významnejší ako faktor zdvihový objem valcov v cm³, pre spoločnosť WÜ je faktor vek poisťníka štatisticky menej významný ako faktor výkon motora v kW. Znamená to, že v spoločnosti ALL má vek poisťníka zásadnejší vplyv na výšku poisťného v PZP ako „sila“ vozidla, zatiaľ čo v spoločnosti WÜ je to naopak.

Ako bolo spomenuté v úvode nášho príspevku, poisťovacie spoločnosti v rámci konkurenčného boja o klientov zohľadňujú pri výpočte poisťného rôzne faktory, ktoré však v konečnom dôsledku nemusia výrazne ovplyvňovať výšku poisťného. To sa potvrdilo pri hľadaní optimálneho zloženia faktorov v jednej z troch sledovaných poisťovacích spoločností.

Literatúra

- [1] ČEJKOVÁ, V. – MARTINOVIČOVÁ, D. – NEČAS, S. *Poistný trh*. Bratislava : Iura Edition, 2011. 222 s. ISBN 978-80-8078-399-0.
- [2] KOŠŤÁLOVÁ, A. – KOVÁČIKOVÁ, M. – ŠVÁBOVÁ, L. *Poistovníctvo*. Žilina : EDIS, 2008. 207 s. ISBN 978-80-8070-805-4.
- [3] MAJTÁNOVÁ, A. a kol. *Poistovníctvo*. Bratislava : Iura Edition, 2009. 327 s. ISBN 978-80-8078-260-3.
- [4] *Zákon č. 381/2001 Z. z. zo 4. septembra 2001 o povinnom zmluvnom poistení zodpovednosti za škodu spôsobenú prevádzkou motorového vozidla*. [online]. [cit. 2015-07-22]. Dostupné na internete: <http://www.nbs.sk/_img/Documents/_Legislativa/_UplneZneniaZakonov/Z3812001.pdf>.
- [5] *Povinné zmluvné poistenie*. [online]. [cit. 2015-07-22]. Dostupné na internete: <[http://www.poistenie.sk/povinne-zmluvne-poistenie#Čo je povinné zmluvné poistenie zodpovednosti motorového vozidla?](http://www.poistenie.sk/povinne-zmluvne-poistenie#Čo%20je%20povinn%C3%A9%20zmluvn%C3%A9%20poistenie%20zodpovednosti%20motorov%C3%A9ho%20vozidla?)>.
- [6] *Investície Európskeho poistovníctva*. [online]. [cit. 2014-12-30]. Dostupné na internete: <<http://www.opoistenie.sk/vyvoj-trhu-doh-ad/vyvoj-trhu/investicie-europskeho-poistovnictva-sa-v-roku-2013-zdvihli-o-3-2-na-8-5-bilionu-eur/>>.
- [7] ČEJKOVÁ, V. - MARTINOVIČOVÁ, D. *Poistovníctvo: Úvod do teórie*. Bratislava : Merkury, 2007. 138 s. ISBN 978-80-89143-60-3.
- [8] CHLEBÍKOVÁ, D. *Ekonomická štatistika*. Žilina : EDIS, 2009. 153 s. ISBN 978-80-554-0058-7.
- [9] ŠOLTĚS, E. *Regresná a korelačná analýza s aplikáciami*. Bratislava : Iura Edition, 2008. 287 s. ISBN 978-80-8078-163-7.
- [10] PALACKOVÁ, V. a kol. *Štatistika pre ekonómov*. Bratislava : Iura Edition, 2003. 358 s. ISBN 80-89047-74-2.

Grantová podpora

Príspevok je publikovaný v rámci riešenia projektu inštitucionálneho výskumu 1/KS/2015 Štatistické metódy v oblasti poštových služieb, telekomunikácii a logistických systémov.