TARTU ÜLIKOOL
MATEMAATIKA-INFORMAATIKATEADUSKOND
MATEMAATILISE STATISTIKA INSTITUUT

Maarja Maarjakõiv

Liikluskindlustuse riskikoefitsiendi arvutusmeetodi uurimine

Bakalaureusetöö

Juhendajad:
Vanemteadur (PhD) Meelis Käärik
Salva Kindlustus AS aktuaar Tõnis Maldre

TARTU
2013

Sisukord

Sissejuhatus

Igapäevaelus tuleb meil vastu võtta otsuseid, millega kaasneb teatud risk. Sombuse ilmaga ilma vihmavarjuta kodust lahkudes on suur risk märjaks saada. Veel, kui rääkida juhtimise ajal telefoniga, on suur tõenäosus kaotada valvsus ja risk, et juhtub avarii.

Sellise olukorraga peab liikluskindlustusfirma arvestama - mõni klient on riskialdim kui teine. Seega on lahenduseks võetud igale kliendile individuaalse kordaja määramine, mis määratleb tema riski teha kahju.

Käesoleva töö eesmärk on hinnata ülaltoodud kordaja ehk riskikoefitsiendi arvutamise valemi õigsust klientide poolt kindlustusfirmale makstavate summade ehk preemiate kaudu.

Töö koosneb üldjoontes kolmest etapist: esmalt tutvustatakse kahjukindlustuse baasmõisteid ja üldist teooriat, edasi tehakse analüüs läbi genereeritud andmestikul ja siis kasutatakse kindlustusfirma poolt saadud klientide andmeid.

Esimeses peatükis tutvustatakse töö teoreetilist poolt, kus on ära toodud baasmõistete selgitused ja uuritavad probleemid.

Teises peatükis on pikemalt juttu simulatsioonimeetodist, selle kasutamisest riskikoefitsiendi arvutamisel ja saadud tulemustest. Kolmandas peatükis on välja toodud reaalsete andmete kirjeldus, töö käik ja tulemused. Autori täiendavaks panuseks on programmikoodide kirjutamine analüüsi läbiviimiseks rakendustarkvara R abil.

Autor sooviks südamest tänada vanemteadur Meelis Käärikut ja Salva Kindlustus AS aktuaar Tõnis Maldret, kes aitasid töö valmimisele kaasa nii nõu kui jõuga.

1. Kindlustusmakse määramise ülesanne

Antud peatükis on välja toodud töös kasutatud mõistete ja terminite selgitused, samuti töökäik ja probleemi püstitus, et hõlbustada lugemist kahjukindlustusega mitte kokkupuutunud inimesele.

1.1 Preemiaarvutus

On teada, et kui soovime osta mingisugust teenust, siis peame selle eest ka tasuma. Nii on see ka kindlustuses. Kindlustusfirmad ei paku füüsiliselt eksisteerivaid tooteid vaid lepingulist lubadust hüvitada kliendile kahju selle toimumisel. Muidugi peavad kindlustusvõtjad selle eest ka tasuma. Suurus, mille alusel maksmine käib nimetatakse preemiaks.

Preemia on klientide poolt kindlustusfirmale makstav summa, mille väärtus sõltub kliendi riskialdisusest ja millest lähtuvalt hüvitab kindlustusandja ehk kindlustusfirma tekkivat kahju.

Täpsustame natuke preemia arvutamise mudeli aspekte. Tähistagu meil X kindlustatava riski teha kahju ja olgu ta juhuslik suurus. Selge on see, et kindlustusvõtjalt ehk kliendilt küsitav summa peaks olema samas suurusjärgus kui EX, millega on firmal võimalik katta keskmine tekkiv kahju. Kuna risk on aga juhusliku loomuga, siis võivad teadmata hetkel tulla maksmisele ka väga suured summad.

Suurust EX nimetatakse **puhtaks preemiaks.** Puhas preemia katab kindlustuses keskmiselt kõik hüvitiste kulud, mis tulenevad kindlustusandja kahjuprotsessidest.

Samas ei ole puhas preemia kindlasti piisav selleks, et kindlustusandja suudaks alati kõik tekkivad kahjud katta. Kuigi piisavalt suure kindlustusportfelli korral on põhjust eeldada, et summaarne kahju on keskväärtuse lähedal, ei ole puhas preemia piisav, et tagada kindlustusandja pikemaajalist maksujõulisust. Seetõttu lisavad kindlustusandjad puhtale preemiale riskilisa. Saadud preemiat nimetatakse **riskipreemiaks**, mida tähistatakse $H(X)=EX+D$, kus D tähistab **riskilisa.** D lisamisel puhtale preemiale võetakse arvesse võimalikku kõrvalekallet keskmisest kahjust (see võib tuleneda ettenägematult suurest kahjude arvust või kahjujaotuse muutusest).

Lisaks kahele eelmainitud terminile on kasutuses ka **brutopreemia (BP)** mõiste, kus on riskipreemiale lisaks arvesse võetud ka kulukate, milles sisalduvad kindlustusvõtjale tehtavad lisamaksed ja soodustused ning ka kindlustusandja kulutused. Toodud suurused ei avaldu riskipreemias.

Brutopreemia arvutatakse järgneva valemiga (Käär 2006:19):

$$BP = \frac{1}{1-k}[H(X) + K],$$

kus k tähistab preemiaga proportsionaalseid kulutusi (vahendustasud) ja K on muud lepinguga seotud kulud, mis otseselt preemiast ei sõltu (kahjukäsitluskulud).

Ülaltoodud preemiaarvutamise valemid olid üldised, ei olnud arvesse võetud kliendipõhist informatsiooni. Kuna iga kindlustusvõtja on siiski indiviid ja kindlustusvõtjate riskid kahju tekitamiseks on erinevad, siis peaks see arvutustes ka kindlasti kajastuma. Selleks on preemia arvutusel kasutusele võetud kliendi „usaldusväärsus“ ehk teatud kordaja z, mille abil kliendi unikaalsust määratletakse. Kordaja väärtus jääb nulli ja ühe vahele $(0 < z < 1)$. Mida lähemal ühele, seda usaldusväärsem on kliendi info.

Üldine valem preemia arvutamiseks arvestades individuaalset informatsiooni (Gray, Pitts 2012:169):

$$P = z\bar{x} + (1 - z)\mu,$$

kus

- P tähistab makstavat preemiat,
- z on usalduskordaja $(0 < z < 1)$,
- $\bar{x}$ on konkreetsest riskist tuleneva kahjude arvu hinnang,
- μ on vastav kahjude arvu hinnang, mis põhineb sarnasel analüüsil kui konkreetsest riskist tuleneva kahjude arvu hindamine .

1.2 Riskikoefitsient

Tegelikkuses arvestatakse riskipreemia arvutamisel veel hulgaliselt erinevaid asjaolusid.

Üldvalem riskipreemia leidmiseks on (Koov 2007:34):

$$P = \frac{R \cdot k_{rmt} \cdot isv \cdot f(P) \cdot \frac{100 - OV}{100} + t_1}{1 - f - i - t_2} \cdot \frac{100 - S}{100} \cdot RK \qquad (*)$$

kus

- *P* on riskipreemia suurus,
- *R* on kindlustusandja poolt leitud riskipreemia sõidukiliigile,
- k_{rmt} - koefitsient, mis sõltub registreerimismärgi tüübist,
- *RK* – kindlustusvõtja kahjuajalool põhinev riskikoefitsient,
- *TRK* - täiendav kindlustusvõtja kahjuajalool põhinev riskikoefitsient,
- *isv* – koefitsient, mis mõõdab kindlustusvõtja isikust, soost ja vanusest tuleneva kindlustusriski suurust,
- *P* – poliisi pikkus kuudes,
- *f(P)* – funktsioon, mille väärtus sõltub poliisi pikkusest nii et $P \leq f(P)$,
- t_1 - osa kindlustusandja tegevkuludest, mis tuleneb lepingu sõlmimisest ja poliisi väljaandmisest ja sõltub tehingu teostamise kohast ja viisist,
- t_2 – muud tegevuskulud osana kindlustusmaksetest,
- f – Eesti Liikluskindlustuse Fondile tasumisele kuuluv liikmemaks osana kindlustusmaksetest,
- *i* – kindlustusjärelvalvele tehtav eraldis osana kindlustusmaksetest,
- *S* – soodustuse suurus protsentides $(0 \leq S \leq 50)$,
- OV – juriidilisele isikule omavastutuse kohaldamisest tulenev soodustuse suurus protsentides (sõltub kohaldatava omavastutuse suurusest).

Valemist tuleb välja, et riskikoefitsient on üks suurus, millest preemiaarvutus sõltub. Veel näeme, et preemia ja riskikoefitsiendi vaheline seos on võrdeline (mida suurem riskikoefitsient, seda suuremaks muutub ka makstav riskipreemia). Seega, riskikoefitsient määrab üldiselt ära ka preemia käitumise. Järelikult ei ole meil üldiselt vaja preemiat välja arvutada, vaid piisab ka koefitsiendi uurimisest.

Vaatame aga lähemalt, mis on riskikoefitsient ja kuidas see leitakse.

Riskikoefitsient on kindlustusvõtja kahjuajalool põhinev kordaja, mis määratakse igale kliendile personaalselt tulenevalt tema riskist teha kahju. Seega, üldiselt määratleb koefitsiendi väärtus iga kliendi riskialdisust.

Kahjuajalugu kujuneb kindlustusaastatega vastavalt sellele, kui palju on klient mingi aja jooksul kahjusid tekitanud. Seega, riskikoefitsiendi väärtus sõltub tugevalt kahjusagedusest. Kuna tihtipeale pole meil võimalik sellist suurust ette ennustada, siis on parameeter enamasti juhusliku olemusega.

Uuel kliendil on koefitsiendi väärtuseks alati 1,2. See on kokkulepitud suurus. Edasisel määramisel on aga oluliseks teguriks aasta jooksul toimunud kahjude arv, kindlustuspäevade arv antud aastal ja samuti läheb arvesse ka eelneva aasta riskikoefitsiendi väärtus. Kui kahjusid ei ole toimunud, siis koefitsienti alandatakse teguriga, mille väärtuseks on 0,8 ehk teisisõnu, riskikoefitsient korrutatakse läbi 0,8-ga. Kui aga on toimunud 1 või rohkem kahju, siis korrutatakse konstandiga 1,5, mis on koefitsiendi suurendusteguriks. Riskikoefitsiendi väärtuse muutumisvahemikuks on [0,4;3,2] ehk miinimumväärtuseks on 0,4 ja maksimumväärtuseks 3,2.

Arvutusvalemis on tähtis osa ka kliendi kindlustuspäevade arvul ühes aastas nagu eespool mainitud. Kindlustusvõtja saab kindlustada ühe või rohkem sõidukit ja iga sõiduk saab maksimaalselt ühes aastas olla kindlustatud 365 päeva. Seega, on võimalus, et kliendil on ühes aastas kindlustuspäevi rohkem kui 365, kui ta on kindlustanud rohkem kui ühe sõiduki. Seda tuleb kindlasti koefitsiendi arvutustes arvesse võtta.

Praegusel ajal on igal kindlustusfirmal võimalik riskikoefitsiendi arvutamise valem endale sobivalt määratleda. See tähendab aga seda, et kasutatakse ammu välja töötatud valemit, aga muudetakse sealseid parameetreid või konstantide väärtusi.

1.3 Kollektiivmudel ja Poissoni liitjaotus

Nägime, et üheks põhiliseks preemia hindamise komponendiks on sarnaste riskide analüüs. Sellise analüüsi jaoks on kahjukindlustuses klassikaliseks vahendiks **kollektiivmudel**, mille üldine idee on jagada kahjukäitumine kaheks sõltumatuks komponendiks: kahjude arv/kahjusagedus ja üksikkahjude suurus.

Tähistame kahjude arvu tähisega N ja üksikkahju suuruse tähisega X. Sellisel juhul on kogu riski kollektiivmudel järgmine (Klugman, Panjer, Willmot 1998:291):

$$S = \sum_{i=0}^{N} X_i \, ,$$

kus S tähistab kogu riski.

Nagu eespool mainitud eeldatakse, et üksikkahjude $X_{1,} X_2, \ldots ..$ jaotus on sõltumatu kahjude arvust N ning kui N on fikseeritud, siis üksikkahjude suurused $X_{1,} X_2, \ldots ..$ on sõltumatud sama jaotusega juhuslikud suurused.

Kui kahjude arv N on kirjeldatav Poissoni jaotusega, siis tekib meil **Poissoni liitjaotuse mudel**.

Saadud mudelit on praktikas väga mugav kasutada tema mitmete heade omaduste pärast.

1. Lihtsus – Poissoni jaotusel on ainult üks parameeter ($\lambda = EX = DX$).
2. Aditiivsus – sõltumatute Poissoni liitjaotusega juhuslike suuruste summa on samuti Poissoni liitjaotusega (Käärik 2006:33); seega on arvutustega võimalik mugavalt liikuda indiviidi tasandilt alamportfelli tasemele ja sealt edasi portfelli tasemele.

Miks aga siiski uurida kogukahju jaotust kahe juhusliku suuruse jaotuste kaudu? Me saaksime tegelikult ju kogukahju ennast vaadelda juhusliku suurusena ja leida vastav jaotus valimi pealt.

Tuleb meeles pidada järgmisi aspekte (Klugman, Panjer, Willmot 1998:292):

1. Nii kogu- kui ka üksikkahju mõjutab inflatsioon. Kui uurime kogukahju S jaotust otse, siis meil pole võimalik inflatsiooni mõju jaotuses otse välja tuua, kuna me ei tea kuidas inflatsioon mõjub üksikkahjule X.

2. Kui tahetakse muuta kindlustustingimusi või muid kindlustusega seotud aspekte, siis on oluline teada nii üksikkahjude X_i kui ka kahjude arvu N jaotust, kuna kogukahju S jaotus sõltub nende kahe komponendi jaotustest.
3. Omavastutuse mõju on oluliselt lihtsam uurida lähtudes üksikkahju X jaotusest.

1.4 Probleemi püstitus ja töö käik

1.4.1 Probleemi püstitus

Nüüdseks teame, et riskikoefitsient määrab ära, kui palju peab klient kindlustusfirmale raha maksma. Seejuures on lihtne järeldada, et preemia sõltub riskikoefitsiendi kaudu kahjusagedusest. Võiks eeldada, et mida rohkem kahjusid, seda kõrgem koefitsient ja seda rohkem peab klient ka maksma.

Töö eesmärgiks on uurida, kas praegune riskikoefitsiendi arvutamise valem töötab nii nagu peab ehk kas kliendid maksavad õiglast preemiat.

1.4.2 Töö käik

Püstitatud küsimusele vastuse saamiseks lähenetakse tööle kahel erineval viisil : esiteks simulatsioonimeetodeid rakendades ja teiseks reaalseid andmeid analüüsides.

Esmalt uuritakse kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsienti. Koostatakse histogrammid vaatamaks, kas rohkemate kahjude juures on ka koefitsiendi väärtused kõrgemad. Edasi uuritakse riskikoefitsiendi ja kahjusageduse vahelist seost graafiliselt. Eelduseks on, et mida rohkem kahjusid, seda kõrgem koefitsient ehk eeldame need 2 tunnust on enam-vähem lineaarselt seotud.

Teise etapina on eesmärgiks sama analüüs läbi viia keskmist riskikoefitsiendi väärtust kasutades ehk võttes arvesse kogu kindlustusaja vältel toimunud kahjud ja riskikoefitsiendi väärtused. Lõpuks kantakse saadud tulemused samamoodi graafikule nagu kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi uurimisel ning tehakse järeldused.

2. Simulatsioonimeetodite rakendamine

Järgnevas osas tegeletakse genereeritud andmetega.

2.1 Meetodi kirjeldus

Simulatsioonimeetodite rakendamine tähendab seda, et ei kasutata reaalseid, kogutud andmeid, vaid need genereeritakse ja saadud andmete põhjal toimub analüüs.

Antud töös on genereeritud andmestik, kus objektideks on 1000 klienti. Kahjusagedus (kahjude arv aastas) on Poissoni jaotusega juhuslik suurus. Poissoni jaotust kasutame just eespool toodud lihtsate ja heade omaduste tõttu. Töös antakse parameetrile kindlaid väärtusi, mille põhjal kujuneb igale kliendile vektor, kus on kajastatud igal aastal tehtavate kahjude arvud. Pärast sellise vektori tekkimist on võimalik igale kliendile arvutada uueks kindlustusaastaks riskikoefitsiendi väärtus ja nii kogu kindlustatud aja, meil siis kümne aasta, vältel.

Samuti on tehtud lihtsustus, et iga klient on kindlustusvõtja 10 aastat ja igal aastal kestab kindlustusaasta 365 päeva (ei vähem ega rohkem).

Lõpuks arvutatakse preemia, mida klient pidi maksma ning võrreldakse seda graafikul keskmise kahjusagedusega.

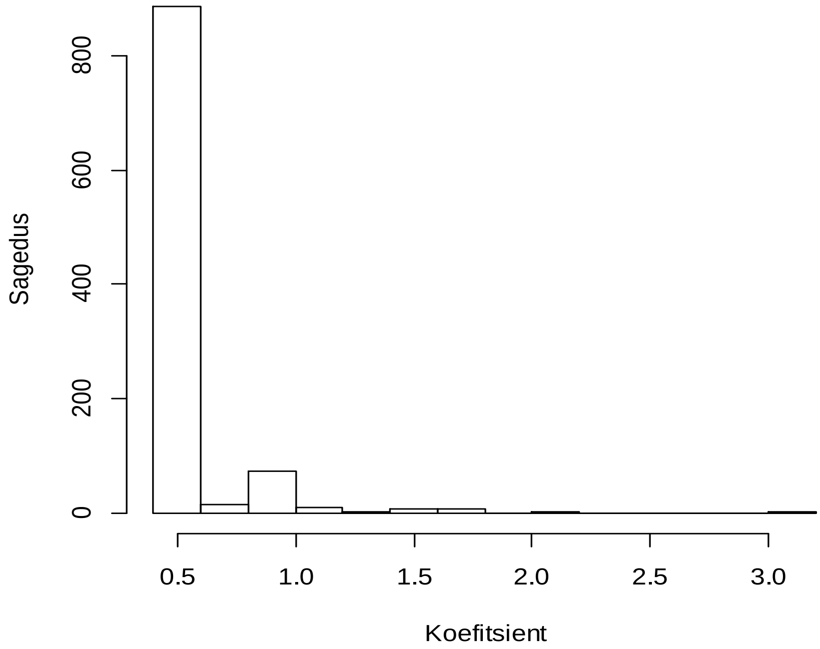
2.2 Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi uurimine

2.2.1 Esinemissagedused

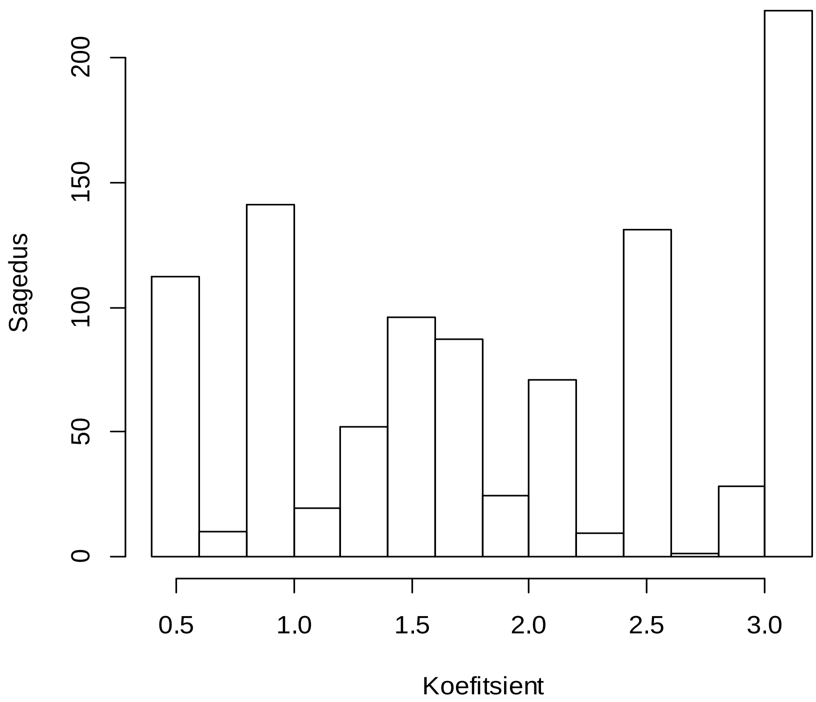
Esmalt tahetakse välja selgitada, milliseks kujuneb viimase kindlustusaasta riskikoefitsient, kui klient on olnud kindlustatud kümme aastat. Kümnendaks aastaks sellepärast, et siis on jõudnud kliendil tekkida juba mingisugune kahjuajalugu.

Kõigepealt genereeritakse igale kliendile kümne aasta vältel toimunud kahjud. Kahjude arv ühes aastas on juhuslik suurus Poissoni jaotusega.
Töös on valitud kahjusagedusteks 0,1 ja 0,5 ehk siis vastavalt 1 või 5 kahju kümne aasta vältel. Nii on valitud, et säilitada võrdlusmoment (kas kõrgema kahjusageduse korral on riskikoefitsient alati kõrgem?).

Edasi leitakse igale kliendile kümnenda aasta riskikoefitsiendi väärtus ning tehakse histogrammid nii 0,1 kui ka 0,5 kahju korral aastas.



Joonis 1. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtuse esinemissagedused 0,1 kahju korral aastas

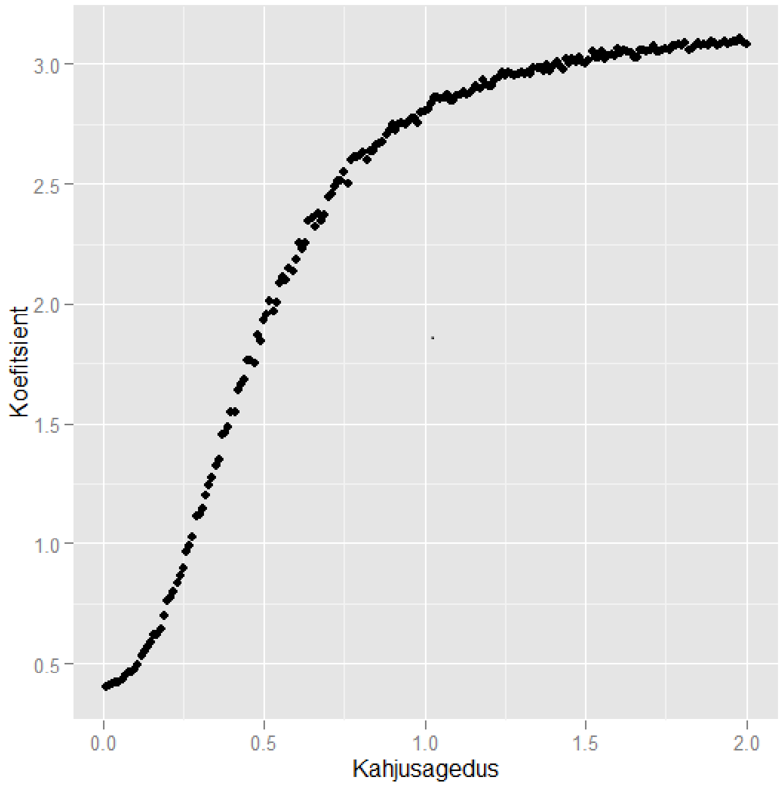


Joonis 2. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtuste esinemissagedused 0,5 kahju korral aastas

Joonistelt 1 võib näha, et väiksema kahjusageduse korral on suurim võimalus jääda väiksema riskikoefitsiendi juurde. Joonisel 2, kus on kahjusagedus kõrgem, esineb koefitsienti 3 ja rohkem sagedamini kui teisi, aga samas on ka väiksemate koefitsientide esinemissagedused vägagi arvestatavad. Seega ei saa kindlalt väita, et suurema kahjusagedusega klientidel on kindlasti koefitsient väga kõrge.

2.2.2 Riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Edasi kantakse kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtused vastavalt kahjusageduse väärtusele joonisele. Antud töös on võetud uurimiseks kahjusageduse vahemik 0-2 kahju aastas.



Joonis 3. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi võrdlus kahjusagedusega

Joonisel 3 toodud täpikesed tähistavad vastava kahjusageduse juures leitud riskikoefitsiendi väärtust.

Jooniselt on näha, et mida suuremaks läheb kahjusagedus, seda kõrgem on ka koefitsiendi väärtus. See on oodatav tulemus. Samas on näha, et seos ei ole selline, mida ootaksime. Toome ühe näite.

Kirjutame valemi (*) välja kujul:

$$P = b \cdot RK,$$

kus P tähistab makstava riskipreemia suurust, b tähistab valemis (*) osa ilma riskikoefitsientida (RK) ja RK on kindlustusvõtja kahjuajalool põhinev riskikoefitsiendi väärtus.

Kui klient teeb aastas näiteks 0,5 kahju, siis on tema riskikoefitsiendiks joonise järgi umbes 2. Preemia, mida ta maksma peab, tuleb valemi järgi $2b$. Kui aga tekitada 2 korda rohkem kahjusid, ehk siis keskmiselt 1 kahju aastas, siis oleks riskikoefitsiendi väärtuseks umbes 2,75 ja preemiat makstakse ligikaudu $2{,}75b$. On kenasti näha, et kuigi kahjusagedus suurenes 2 korda, suurenes makstav preemia vähem. Seega, need, kes tekitavad rohkem kahjusid, maksavad vähem, kui peaksid.

Samas, kui vaadata lähemalt graafiku alguse osa, siis mingi maani on see üsna ilus sirge. Näiteks, kui vaadata kahjusagedusi 0,125, 0,25 ja 0,5, siis neile vastavad riskikoefitsiendi väärtused on 0,5, 1 ja 2. Ehk on näha, et kui kahjusagedus tõuseb 2 korda, siis sama teeb ka riskikoefitsiendi väärtus.

2.3 Keskmise riskikoefitsiendi uurimine

2.3.1 Esinemissagedused

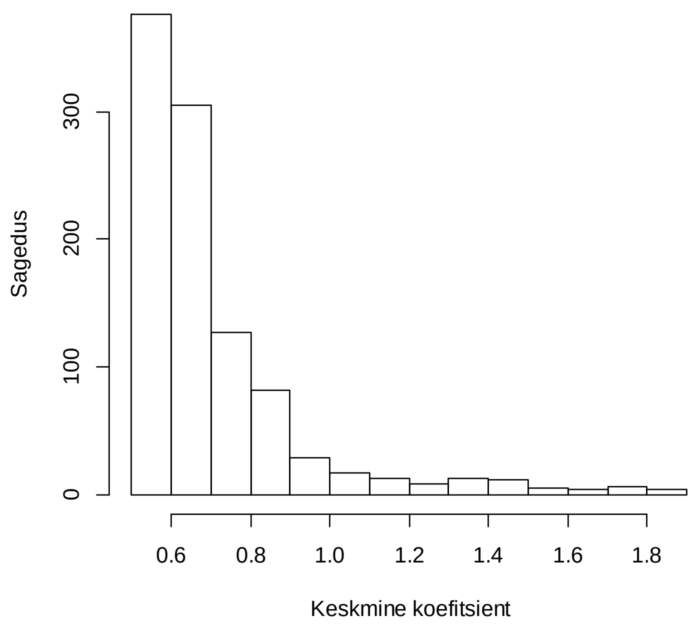
Eelnevalt uurisime, kui sagedasti esines kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtusi kahjusageduste 0,1 ja 0,5 juures. Nüüd vaatame võrdlusmomendi saamiseks kogu kindlustusaja vältel arvutatud keskmise riskikoefitsiendi esinemissagedusi samuti 0,1 ja 0,5 kahju korral aastas.

Tuletame meelde, et simulatsioonimeetodite lihtsustus oli see, et iga klient on olnud kindlustusvõtja 10 aastat ühe sõidukiga ja iga kindlustusaasta on kestnud 365 päeva.

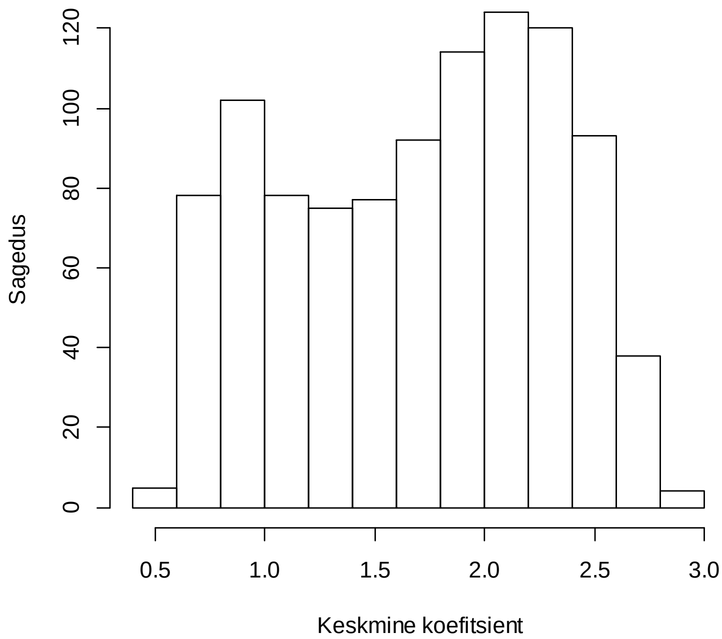
Seega tuleb keskmine riskikoefitsient lihtsalt sellise valemi järgi:

$$\overline{RK} = \frac{\sum_{i=0}^{10} rk_i}{10},$$

kus rk_i tähistab koefitsiendi väärtust aastal i ja $\overline{RK}$ keskmise koefitsiendi väärtus.



Joonis 4. Keskmise riskikoefitsiendi esinemissagedused 0,1 kahju korral aastas



Joonis 5. Keskmise riskikoefitsiendi esinemissagedused 0,5 kahju korral aastas

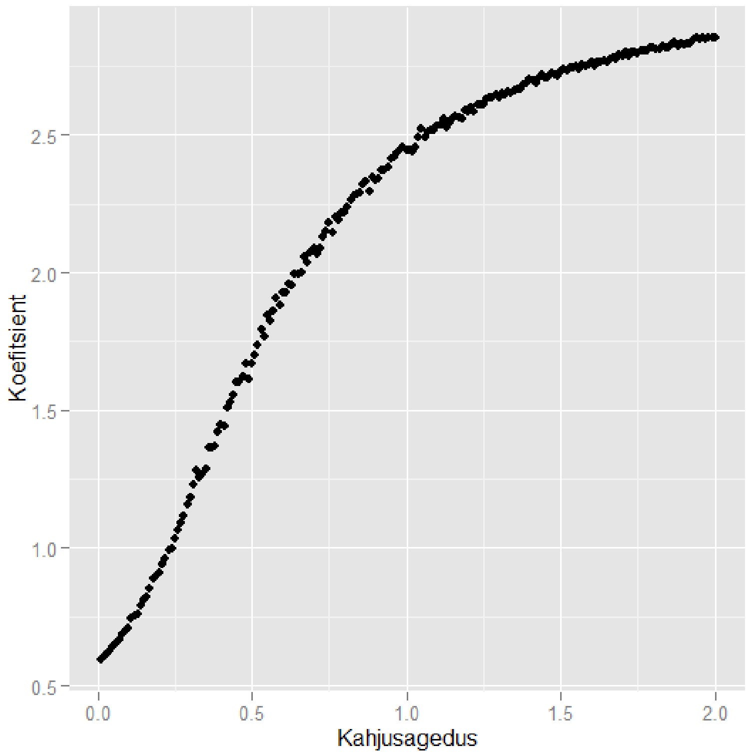
Joonis 4 on vägagi ootuspärane – kuna kahjusagedus on nendel klientidel väike, 1 kahju 10 aasta peale, siis domineerivad koefitsiendi madalamad väärtused.

Joonisel 5 on näha, et 5 kahju põhjustamisel kümne aasta jooksul ei esine enam koefitsiendi miinimumväärtust. Põhiliselt esineb siiski rohkem riskikoefitsiendi suuremaid väärtuseid (praegusel juhul jäävad sagedamini esinevad väärtused 2,0 ümbrusesse).

Seega, on näha, et mida rohkem on tekitatud kahjusid, seda suurem on tõenäosus, et keskmiselt on koefitsient ikkagi kõrgema väärtusega. Tekib erinevus kümnendaks aastaks arvutatud koefitsiendiga sama kahjusageduse juures (Joonis 2.).

2.3.2 Keskmise riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Järgnevalt vaatame, kuidas väljendub graafiliselt keskmise riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus.



Joonis 6. Keskmise riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Joonis 6 on oma olemuselt sarnane joonisega 3, kus me võrdlesime kahjusagedust kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendiga.

Endiselt meenunutab graafik mingis kahjusageduse vahemikus (nt. 0,2 kuni 0,5) sirget, kus keskmine kahjude arv aastas ja riskikoefitsient võiksid olla lineaarses seoses. Kõrgemate kahjusageduste juures aga kasvab riskikoefitsiendi väärtus aeglasemalt kui kahjude arvu oma. Seega tundub endiselt, et riskialdimad kliendid maksavad vähem, kui nad tegelikkuses peaksid.

3. Reaalse andmestikuga töötamine

Järgnevas peatükis tegeletakse reaalsete kindlustusvõtjatega, kes on olnud kindlustatud 10 aastat.

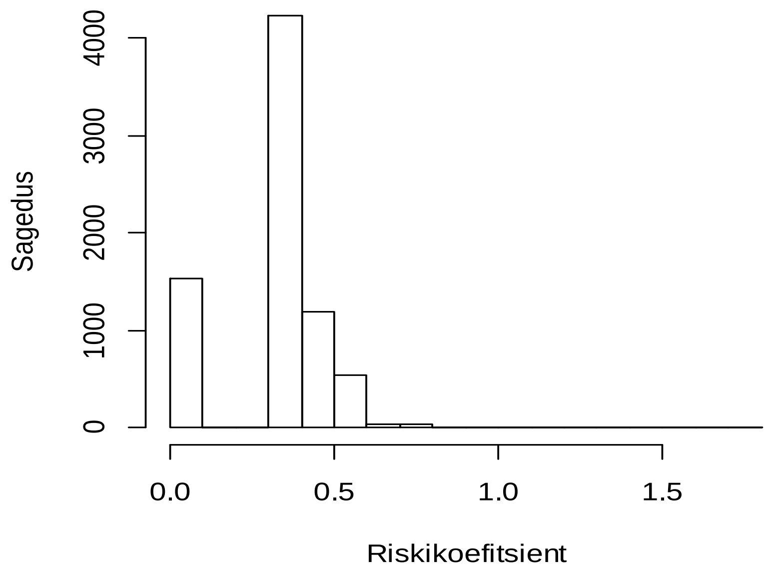
3.1 Andmestiku kirjeldus

Andmestikus oli 45 000 kindlustusfirma klienti ja neile vastavad 37 tunnust. Eraldi oli välja toodud iga kliendi jaoks kümne aasta vältel iga aasta kohta riskikoefitsiendi väärtus (algväärtus kõigil 1,2), antud aastal tehtud kahjude arv ja kindlustuspäevade arv vastaval aastal. Samuti tuleb tähele panna, et ühel kliendil võib olla kindlustatud rohkem kui 1 auto ühe aasta vältel. Seega ei ole maksimaalne kindlustuspäevade arv mitte 365 ühes aastas, vaid võib olla rohkem, olenevalt kindlustatud autode arvust.

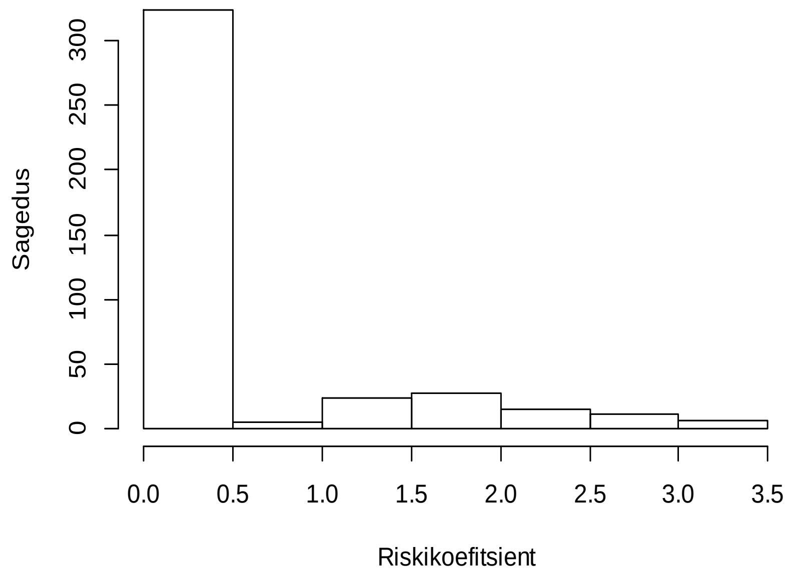
3.2 Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi analüüs

3.2.1 Riskikoefitsiendi esinemissagedused

Esmalt aga vaatleme, kui sagedasti esineb mingit riskikoefitsiendi väärtust 0,1 ja 0,5 kahju korral aastas (võrdluseks simulatsioonimeetodil leitud kümnenda aasta riskikoefitsiendiga).



Joonis 7. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtuste esinemissagedused keskmiselt 0,1 kahju korral aastas



Joonis 8. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtuste esinemissagedused keskmiselt 0,5 kahju korral aastas

Võrreldes simulatsioonimeetodil saadud andmete põhjal tehtud histogrammidega (Joonis 1 ja Joonis 2) on muutust näha. Joonised 1 ja 7 on üsnagi sarnased (enam esineb väiksemaid riskikoefitsiendi väärtusi). See aga pole nii väikese kahjusageduse juures üllatav.

Küll aga on suur vahe jooniste 2 ja 8 vahel. Joonisel 2 oli näha, et enam esineb kõrgema väärtusega koefitsiente. Praegu, jooniselt 8, on aga näha, et 0,5 kahju korral aastas domineerivad siiski väiksemad koefitsiendi väärtused.

3.2.2 Riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Nüüd on meil olemas kindlad andmed ehk kümnenda aasta riskikoefitsient on juba andmestikus olemas ja on vaja need sealt ainult välja noppida. Kuna meid huvitab ka kahjude sagedus, siis tuleb see ka iga kliendi kohta leida.

Kahjusageduse leiame nii, et kõigepealt arvutame kogu kindlustuspäevade arvu iga kliendi jaoks summeerides kindlustatud päevade arvud üle kogu kindlustusaja (meil siis 10 aastat):

$$H = \sum_{i=0}^{10} a_i,$$

kus H on kogu kindlustuspäevade arv ja a_i kindlustuspäevade arv aastal i.

Seejärel leiame kogu kindlustatud aastate arvu (kuna ühel kindlustusvõtjal võib olla kindlustatud mitu autot, siis ei pruugi ühe kliendi jaoks reaalselt tulla 10 aastat kindlustust):

$$A = \frac{H}{365},$$

kus *A* tähistab kogu kindlustatud aastate arvu.

Järgnevalt leiame kogu kahju väärtuse, summeerides iga kliendi kahjud 10 aasta jooksul:

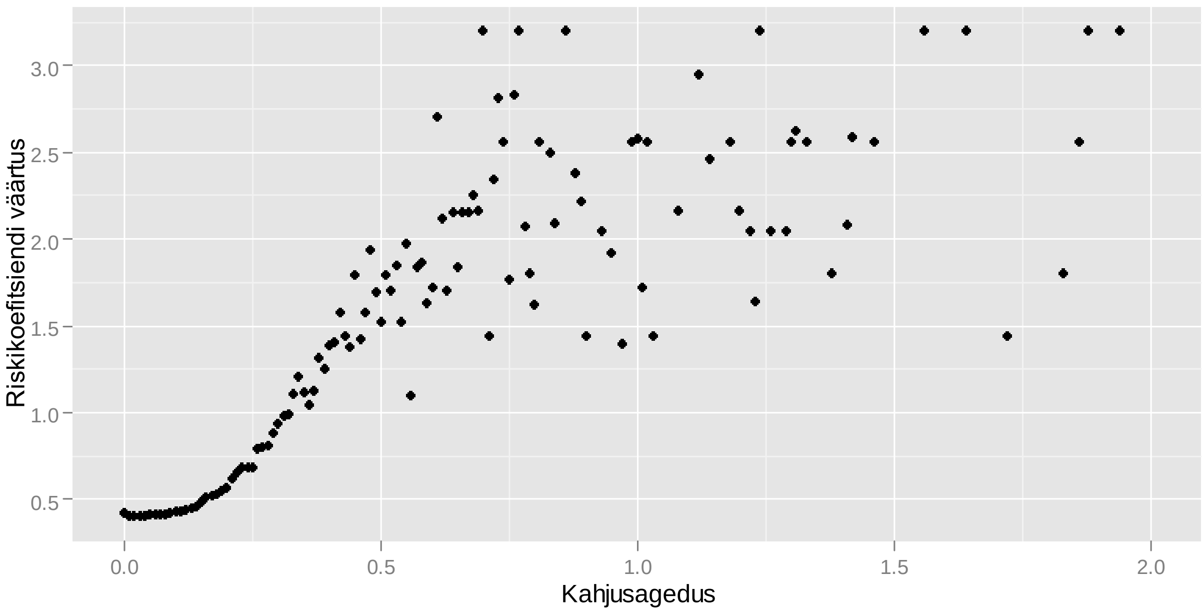
$$K = \sum_{i=0}^{10} k_i,$$

kus *K* tähistab summaarse kahju suurust ja k_i kahjude arvu aastal i.

Viimaks saamegi kahjusageduse, kui jagame kogu kahju kindlustatud aastatega:

$$C = \frac{K}{A},$$

kus *C* tähistab kahjusagedust.



Joonis 9. Kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Joonisel 9 saadud graafik on isekeskis väga erinev joonisel 3 saadust. On näha, et graafiku alguses väikeste kahjusageduste juures domineerivad väiksemad riskikoefitsiendi väärtused. Alates kahjusagedusest 0,25 kuni kahjude arvuni 0,5 kahju aastas võib riskikoefitsiendi ja kahjusageduse vahelist seost lugeda lausa lineaarseks, mis oli meil ka eelduseks. Edasi läheb olukord aga väga ebakorrapäraseks. On näha, et kõrgema kahjusagedusega kliendid võivad maksta nii kõrgemat, kui ka madalamat preemiat. Muret teeb aga see, et nad võivad maksta vähem riskialdima kliendiga sama palju, mis ei ole tegelikkuses õiglane.

3.3 Keskmise riskikoefitsiendi analüüs

3.3.1 Esinemissagedused

Järgnevalt on vaatluse all kogu kindlustusaja vältel kujunenud keskmise riskikoefitsiendi uurimine ja võrdlemine kahjusagedusega.

Eelnevalt on meil juba leitud keskmine kahjude arv üle kogu kindlustusaja. Nüüd on ainult vaja leida keskmise riskikoefitsiendi väärtused igale kliendile.

Selleks leiame esmalt summaarse koefitsiendi väärtuse igale kliendile.

Summaarse koefitsiendi leidmise valem:

$$SRK = \sum_{i=0}^{10} a_i \cdot rk_i \, ,$$

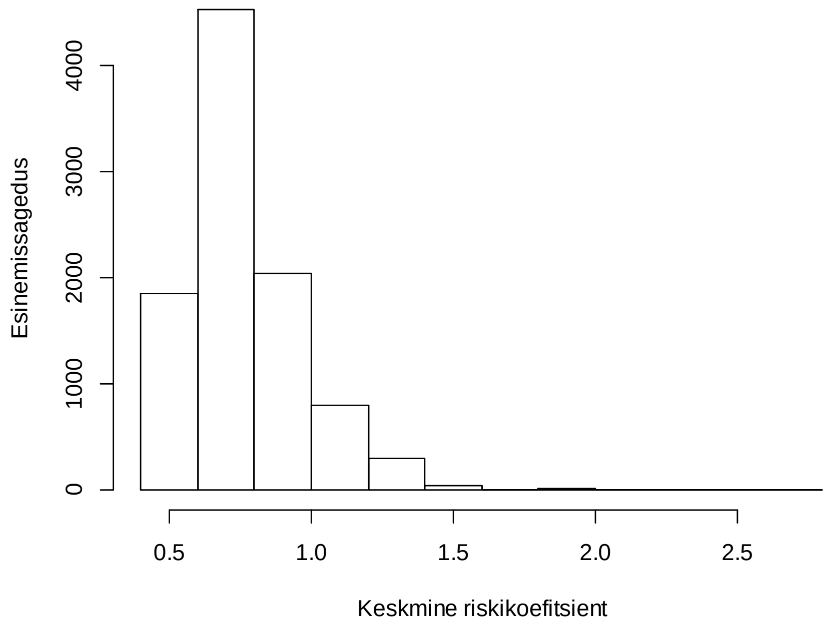
kus *SRK* tähistab summaarse riskikoefitsiendi väärtust, a_i kindlustuspäevade arvu aastal i ja rk_i riskikoefitsiendi väärtust aastal *i*.

Keskmise koefitsiendi leiame järgmiselt:

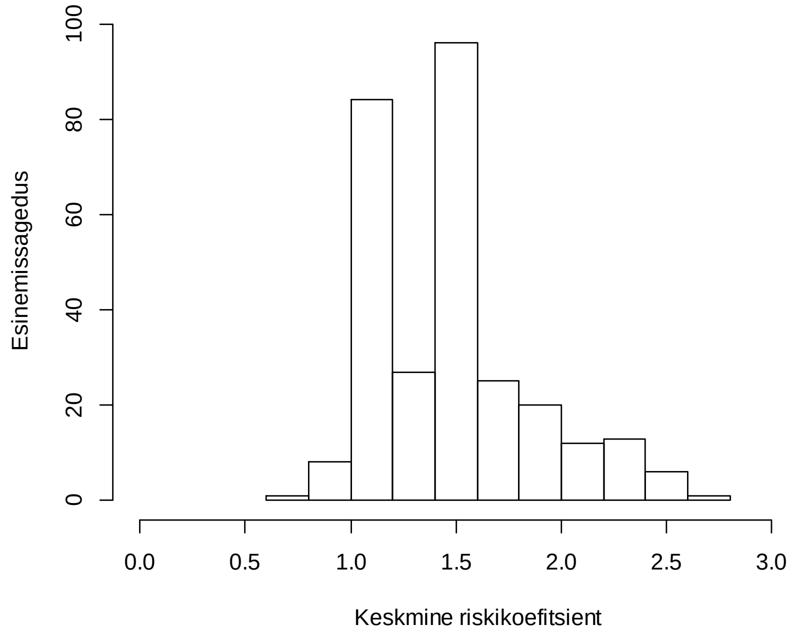
$$\overline{RK} = \frac{SRK}{H},$$

kus *H* oli kogu kindlustatud päevade arv.

Nüüd on meil leitud nii keskmise riskikoefitsiendi väärtus kui ka keskmine kahjusagedus. Et tekiks võrdlusmoment nii simulatsioonimeetoditel leitud kümnenda aasta riskikoefitsiendi esinemissageduste kui ka reaalsetel andmetel arvutatud sama näitaja sagedustega, koostame siingi histogrammid.



Joonis 10. Keskmise riskikoefitsiendi esinemissagedused keskmiselt 0,1 kahju korral aastas

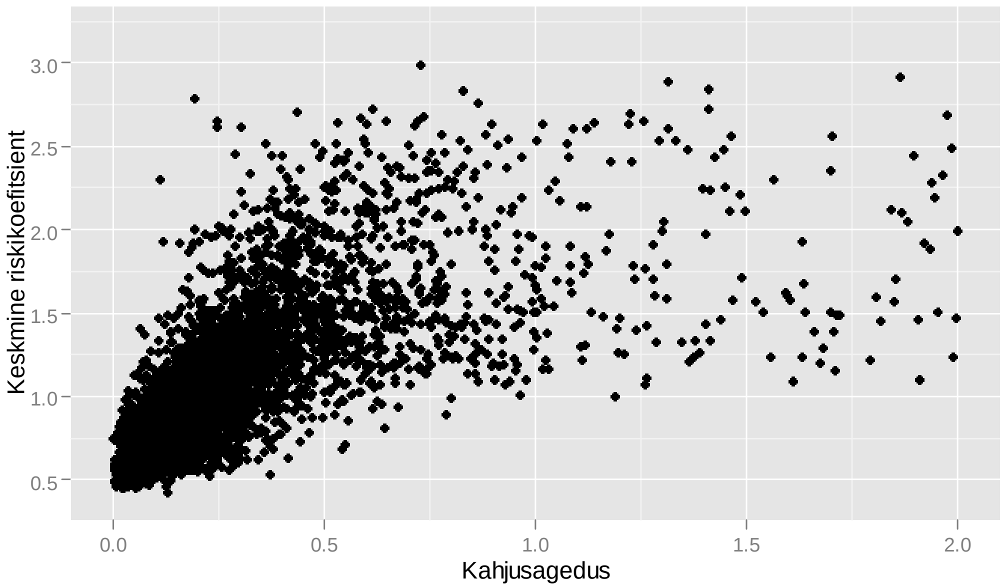


Joonis 11. Keskmise riskikoefitsiendi väärtuste esinemissagedused keskmiselt 0,5 kahju korral aastas

Joonis 10, kus kahjusagedus on 0,1, on jällegi üsna ootuspärane – domineerivad väiksemad koefitsiendi väärtused. Ka joonis 11 on suhteliselt sarnane joonisega 5 (leidsime keskmise koefitsiendi simulatsioonimeetodil) – esineb rohkem kõrgema väärtusega riskikoefitsiente. Samas siiski, on näha et praegusel juhul (Joonis 11) esineb sagedamini 1-2 ümbruses olevaid koefitsiendi väärtusi, harvem aga madalamaid ja kõrgemaid väärtusi.

3.3.2 Keskmise riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Edasiseks ülesandeks oleks võrrelda keskmist riskikoefitsienti ja keskmist kahjusagedust graafikul. Kuna vastavad tunnused on meil juba leitud, siis polegi muud kui graafikule kanda.

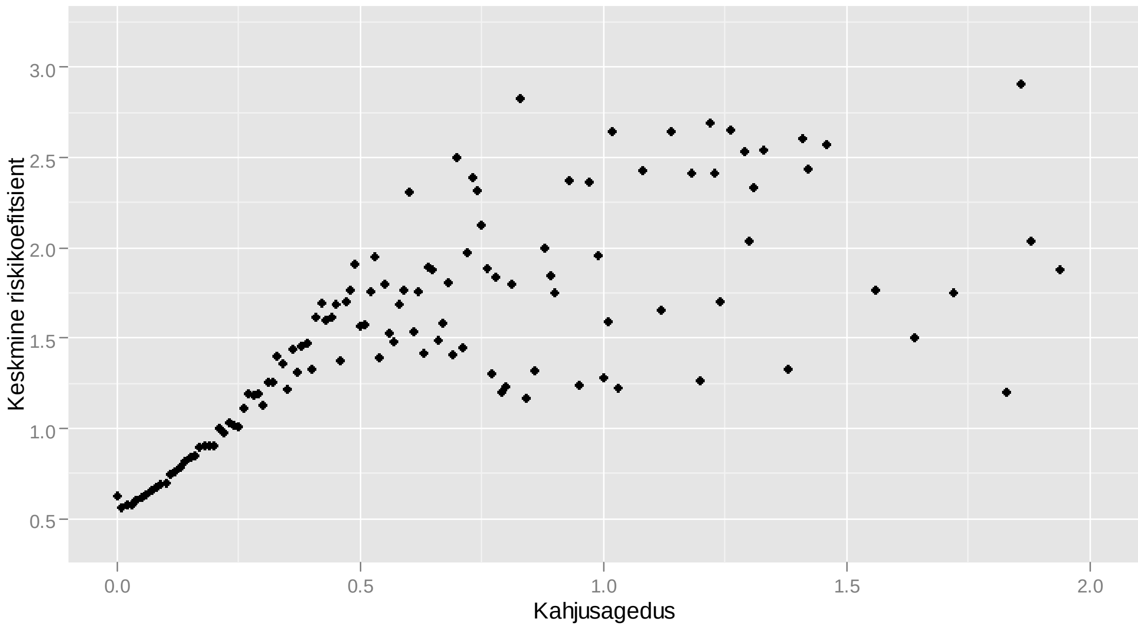


Joonis 12. Keskmise koefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

Joonis 12 on saadud originaalseid ehk otse pärast arvutusi saadud kahjusageduse ja keskmise riskikoefitsiendi väärtusi kasutades. See tähendab seda, et nendel kahel tunnusel esines väga palju komakohti ja sellest on joonisele tekkinud ka nii palju punkte.

On näha, et graafiku alguses saaks läbi punktipilve tõmmata kena sirge, aga alates näiteks kahjusagedusest 0,5 hakkab olukord muutuma. Me ei saa punktipilves täpselt määratleda, kui palju keegi riskipreemiat maksab, aga on näha, et rohkem kahjusid tekitanud kliendid, näiteks 2 kahju aastas, võivad maksta sama palju kui 0,5 kahju aastas tekitanud kindlustusvõtjad.

Selgema pildi ja täpsemad arvutused saab aga järgnevalt jooniselt, kus kahjusageduse ja keskmise koefitsiendi väärtused on ümardatud kahe komakoha täpsuseni.



Joonis 13. Keskmise riskikoefitsiendi ja kahjusageduse võrdlus

On näha, et joonis muutus tunduvalt selgemaks. Eelduste kohaselt võinuks joonis välja näha nagu simulatsioonimeetodil saadud joonis 6. Reaalsus on aga see, et algselt kasvab riskikoefitsiendi väärtus kahjusagedusega samas tempos, pärast kahjusageduse umbes 0,5-ni jõudmist olukord aga muutub – kindlustusvõtjate koefitsiendid muutuvad ebakorrapäraselt.

Mõeldes joonise 3 juures toodud näite peale, on siin näha, et kliendid, kelle kahjusagedus on 0,27 ja 1, maksavad ühesugust preemiat, suuruses umbes 1,26*b*.

On selge, et tegelikult peaksid kindlustusvõtjad, kes tekitasid aastas keskmiselt 1 kahju maksma tunduvalt rohkem kui 0,27 kahju tekitanud kliendid. Seega on siingi näha probleemi.

Kokkuvõte

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli uurida liikluskindlustuse riskikoefitsiendi arvutusvalemit. Selleks võeti kasutusele riskipreemia mõiste ja otsustati uurida, kas kindlustusvõtjad maksavad kindlustusandjatele õiglast preemiat.

Esimeses peatükis seletati lahti baasmõisted, mida töös kasutati ja tutvustati üldisi teoreetilisi aspekte. Samuti püstitati probleemküsimused ja kirjeldati töökäiku.

Teises peatükis viidi vajalikud arvutused ja analüüs läbi genereeritud andmestikul ja kolmandas peatükis kasutati sama analüüsi jaoks kindlustusfirmalt saadud klientide andmeid.

Analüüs otsustati läbi viia uurides keskmist ja kümnendaks aastaks kujunenud riskikoefitsiendi väärtust. Leiti, et kui kahjusagedused on väikesed (näiteks 0,125-0,5 kahju aastas), siis maksavad kliendid enam-vähem õiglast preemiat (riskikoefitsiendi väärtus, mis määrab ära preemia käitumuse, tõuseb kahjusageduste kasvuga samas tempos ehk seos nende kahe tunnuse vahel on lineaarne). Mingist kahjusagedusest aga muutub kahjusageduse ja riskikoefitsiendi vaheline seos väga ebakorrektseks ja on võimalik, et suurema kahjusagedusega kliendid maksavad palju vähem, kui nad tegelikult peaksid.

Üldiselt oli näha, et riskikoefitsiendi arvutamise valem ei tööta päris nii nagu võiks. Suurema kahjusagedustega klientide kahjud maksavad tihti kinni kliendid, kes pole väga palju kahjusid tekitanud.

Olukorra parandamiseks on praeguse seisuga mitmeid võimalusi. Üks nendest oleks muuta riskikoefitsiendi alandus- ja suurendustegurit ja vaadata, kas midagi muutub. Teise võimalusena võib uurida, mis juhtub siis, kui muuta (kas siis tõsta või langetada) riskikoefitsiendi alam- ja ülemmäära.

Analysing risk coefficient calculation methods in non-life insurance

Bachelor Thesis

Maarja Maarjakõiv

Summary

The purpose of this thesis was to find out whether clients, who have bought insurance, pay fair amount of money to the insurance company. It was done by analysing the calculation methods of risk coefficient, which assigns the amount of money the clients have to pay.

In the first chapter the problems related to premium calculations are introduced, some neccessary definitsions are given and some important models explained. Also, the goals of the work and the basis for practical calculations are established.

In the second chapter calculations where made using generated data and in the third chapter calculations where made using real data set with clients' data.

Analysis was made by looking risk coefficients that were developed by the tenth year and the average coefficient of all insuranced years. With the generated data, it was found that clients who make few or no accidents pay more than they should, and clients who make more accidents pay less than they should. The same result was found by analysing data set given by insurance company.

In general, we can see that the formula is not calculating fair coefficients and some modifications might be adjusted.

Author of this thesis recommends to change the values of the decrease and the increase factors in the formula.

Kasutatud kirjandus

1. Gray, Roger ; Pitts, Susan. Risk Modelling in General Insurance. From Principles to Practice. Cambridge University Press, 2012
2. Klugman, Stuart; Panjer, Harry; Willmot, Gordon. Loss Models: From Data to Decisions. Wiley, New York, 1998
3. Koov, Külli. Liikluskindlustuse tariifid kindlustusseltsile. Tartu, 2007
4. Käärik, Meelis. Kahjukindlustusmatemaatika loengukonspekt. Tartu, 2006

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina , Maarja Maarjakõiv (sünniaeg: 24. mai 1991.a.) ,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

„Liikluskindlustuse riskikoefitsiendi arvutusmeetodi uurimine“

mille juhendajad on vanemteadur Meelis Käärik ja Salva Kindlustus AS aktuaar Tõnis Maldre,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace´i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 06.mai 2013.aasta