

# Vahinkovakuutusasiakkaiden tuotepysyvyyden mallintaminen

SHV-työ

Anne Setämaa-Kärkkäinen

22.1.2017

## Abstract

The profitability of insurance business can be calculated reliably only after all the claims have been settled permanently. Since the claim settling period can be very long, even decades, there is usually no accurate knowledge of the profitability of the insurance products, only estimates. Therefore, pricing of insurance products is very important in order to avoid a negative cycle in which bad risks concentrate in an insurance company and in such a situation, company might face severe economic losses.

Insurance pricing is traditionally risk-based: the risk involved is assessed and the insurance is priced according to the risk. The more risky the insurance is, the larger the price is. In the last decade, price optimization has become a pricing method used also in the insurance business. Price optimization means calculating prices based also on non-risk-related factors. The idea of price optimization is to maximize the profit or other objective of the insurance company subject to constraints. The constraints are defined based on the market and the strategy and the values of the insurance company. One constraint involves the price elasticity of the customer, that is, how the customer reacts to the price. If the customer considers the price too high the customer might not purchase it.

In this paper, we study the price elasticity of a customer in a motor third party liability insurance portfolio. We use a generalized linear model to model the retention of a customer. We first discuss briefly price optimization. Then we introduce generalized linear models and the retention model used. Finally, we discuss the results of the retention model and validation of the model.

# 1 Johdanto

Vakuutuslalla toiminnan kannattavuuden voi luotettavasti todeta vasta kun kaikki vakuutusten voimassaoloaikana syntyneet korvattavat vahingot on korvattu täysimääräisesti. Tällaiseen tilanteeseen ei yleensä päästä vakuutusyhtiön elinaikana, koska vahingot ilmenevät ja ilmoitetaan viiveellä vakuutusyhtiölle ja joidenkin vahinkojen korvaaminen kestää kymmeniä vuosia. Tämän vuoksi vakuutusten hinnoittelu on haastavaa ja hinnoittelun epäonnistuminen voi johtaa asiakaskannan vinoutumiseen niin että alkaa tappiokierre, jota on vaikea katkaista.

Vakuutusten hinnoittelu perustuu riskin arviointiin. Riskivastaava hinta tarkoittaa sitä, että jokainen maksaa vakuutuksesta sen riskin mukaisesti. Jos vahinkotapahtuman todennäköisyys on suurempi kuin jollain toisella vakuutus- enottajalla, myös hinta on suurempi. Vastaavasti jos vahingon suuruus arvioidaan mahdollisessa vahinkotapahtumassa olevan suurempi kuin jollain toisella, hinta on suurempi. Todellinen hinta ei kuitenkaan useinkaan ole suoraan riskivastaava, koska riskivastaava hinta voisi olla joillekin niin suuri, etteivät vakuutus- enottajat hankkisi vakuutuksia. Tällöin hintoja tasoitellaan niin että osa vakuutus- enottajista maksaa hieman enemmän kuin riskin mukaan kuuluisi ja osa vähemmän.

Vakuutusten hinnoitteluun on viime vuosina tullut uutena hintaoptimointi. Suomessa hintaoptimointia ei käytetä ainakaan suurissa määrin mutta ulkomail- la, mm. Iso-Britaniassa, se on yleistä. Hintaoptimoinnilla pyritään vastaamaan kiristyneeseen kilpailuun määräämällä vakuutuksen hinta markkinaehtoisesti myös muihin kuin puhtaasti riskiin liittyvien tekijöiden perusteella. Hintaa pyritään siis säätelemään siten, että perittävä vakuutusmaksu on mahdollisimman korkea huomioiden asiakkaan hintaherkkyys eli se miten asiakas reagoi hintaan. Hintaoptimoinnissa voidaan ottaa huomioon muitakin asiakkaaseen liittyviä tekijöitä, kuten asiakkaan tulevaisuuden ennustettu käyttäytyminen. Esimerkiksi voidaan huomioida asiakkaan elinkaari eli tulevaisuuden vakuutustarpeet ja näiden mahdollisten tulevaisuuden vakuutusten arvo vakuutusyhtiölle. Vakuu- tuksen hintaa voidaan siis esimerkiksi alentaa tietyille ryhmille, joiden katso- taan tuovan tulevaisuudessa hyvin tuottoa vakuutusyhtiölle, jos heidät saadaan asiakkaiksi.

Hintaoptimointi on herättänyt ristiriitaista vastaanottoa, joissakin Yhdys- valtojen osavaltioissa vakuutusten hintaoptimointi on jopa kielletty [3]. Vaik- ka hintaoptimointi ei olisi mahdollista käytännössä, hintaherkkyuden tutkimin- en tuottaa tietoa asiakaskäyttäytymisestä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi markkinoinnin ja kampanjoiden suunnittelussa. Suomessa hintaoptimointia ei ole kielletty, mutta lakisääteisten vakuutusten hinnoittelu on säädeltyä ja yksi- tyishenkilöiden vakuutusten hinnoittelussa pitää noudattaa kuluttajansuojala- kia. Kuluttajansuojalain mukaan kuluttajalle ei saa antaa totuudenvastaista tai harhaanjohtavaa tietoa hinnasta tai sen määräytymisen perusteista [4], joten

hinnoitteluun vaikuttavat tekijät täytyy kertoa asiakkaalle esimerkiksi kysytessä.

Vakuutus sopimuksen hintaa ei myöskään saa muuttella mielivaltaisesti sopimuksen voimassaollessa. Vakuutus sopimuslain [1] mukaan jatkuvan vahinkovakuutuksen vakuutusehdoissa voidaan määrätä, että vakuutuksenantajalla on oikeus muuttaa vakuutusehdoissa yksilöidyllä perusteella vakuutusmaksua vakuutuskauden vaihtuessa. Jos hinnan määräytymiseen vaikuttava tekijä kuten vakuutuksenottajan ikä on muuttunut, hinta voi muuttua. Lisäksi useiden vakuutusten hinnat muuttuvat vuosittain indeksin arvon mukaan tarkoituksena huomioida inflaation vaikutus korvauskustannuksissa. Toisinaan pelkkä indeksikorotus ei riitä kattamaan korvauskehityksen tuomaa lisäkustannusta vaan hintoihin tehdään lisäkoroitus. Korotus voi olla tasainen koko kantaan tehtävä tasokoroitus tai riskivastaavuutta parantava kohdennettu korotus tietyille vakuutuksille. Näihin korotuksiin pitää luonnollisesti olla perusteet eikä hintaa voi muuttella mielivaltaisesti. Tässä työssä on tutkittu, miten nämä hinnanmuutokset vaikuttavat asiakkaan halukkuuteen pitää vakuutus voimassa. Vaikutusta tutkitaan mallintamalla asiakkaan poistumaa yleistetyllä lineaarisella mallilla, jossa yhtenä poistumaan vaikuttavana tekijänä on vakuutuksen hinnanmuutos prosentteina.

Seuraavassa luvussa käydään lyhyesti läpi optimointia erityisesti hintaoptimoinnin näkökulmasta. Sen jälkeen tutustutaan yleistettyihin lineaarisiin malleihin ja poistuman mallintamiseen. Lopuksi esitellään liikennevakuutukselle tehdyn poistumamallin tuloksia ja mallin validointia.

## 2 Hintaoptimointi

Matemaattisessa optimoinnissa pyritään löytämään muuttujien arvot, joilla saavutetaan tavoitefunktion maksimi (tai minimi), kun tietyt rajoite-ehdot ovat voimassa [5]. Matemaattisesti optimointiongelma voidaan muotoilla:

$$\begin{aligned} & \text{maksimoi } f(x), \\ & \text{sitte että } x \in S. \end{aligned}$$

$f(x)$  on optimoitava funktio, jonka maksimia etsitään sallitusta joukosta  $S$ , jonka rajoitusehdot määrittelevät. Optimointiongelman ratkaisuna saadaan vektori  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , jonka arvoilla funktio  $f$  saavuttaa maksimin. Tavoitteita voi myös olla useampia, jolloin maksimoidaan useampaa funktiota yhtä aikaa. Monitavoitteisen optimointiongelman ratkaiseminen on haastavampaa kuin yksitavoitteisen, koska siinä ongelmaan löytyy matemaattisesti yhtä hyviä ratkaisuja ja ratkaisujen paremmuuden määrittelemiseksi tarvitaan lisätietoa esimerkiksi hyötyfunktion muodossa.

Hintaoptimoinnissa maksimoidaan myytävästä tuotteesta saatava voitto tai mahdollisesti jokin muu yhtiön tavoitteisiin sopiva funktio  $f(x)$ , jossa  $x$  on tuotteen hinta [6]. Optimointiongelman rajoitusehdoista osan määräävät markkinat,

osan määräävät yhtiön omat tavoitteet ja periaatteet. Esimerkiksi jos yhtiön tavoite on kasvattaa markkinaosuutta jossain tietyssä kohderyhmässä, rajoitehdolla voidaan rajata sallitun joukon ulkopuolelle kohderyhmää koskevat tiedot rajaa  $H$  korkeammat hinnat, jotka haittaisivat markkinaosuuden kasvattamista:

$$x_j \leq H.$$

Yksi rajoittava tekijä hintaoptimoinnissa muodostuu asiakkaiden hintaherkkyydestä, koska asiakas ei osta tuotetta tai uusi vakuutusta, jos hän mieltää sen liian kalliiksi. Hintaherkkyys voidaan mallintaa ja mallin antamia arvoja voidaan käyttää varsinaisessa hintaoptimointimallissa. Tässä työssä hintaherkkyyttä tutkitaan mallintamalla asiakkaan poistumaa yleistetyllä lineaarisella mallilla, jossa yhtenä tekijänä on asiakkaan kokema hinnan muutos.

### 3 Yleistetyt lineaariset mallit

Yleistetyt lineaariset mallit ovat lineaaristen mallien laajennus, jossa ei ole yhtä tiukkoja vaatimuksia muuttujille [2]. Linearisessa mallissa havaintojen  $y$  oletetaan olevan tutkittavan vastemuuttujan  $Y$  toteumia ja niiden odotusarvon oletetaan olevan  $\mu$ . Odotusarvoa pyritään selittämään muuttujilla  $x_j$ :

$$\mu = \sum_{j=1}^p x_j \beta_j$$

laskemalla tuntemattomille muuttujille  $\beta_j$  estimaatit datan perusteella. Tällöin havainnolle  $i$  pätee

$$E(Y_i) = \mu_i = \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j,$$

missä muuttujat  $Y_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ , ovat riippumattomia satunnaismuuttujia, jotka noudattavat normaalijakaumaa kiinteällä varianssilla  $\sigma^2$ . Yleistetyssä lineaarisessa mallissa jakauman ei tarvitse olla normaalijakauma, kunhan se kuuluu eksponenttiperheeseen. Lisäksi lineaarisuuden vaatimuksesta on luovuttu.

Yleistetty lineaarinen malli on muotoa

$$\gamma = \sum_{j=1}^p x_j \beta_j,$$

missä  $\gamma$  on lineaarinen estimaattori, joka yhdistyy mallinnettavan muuttujan odotusarvoon linkkifunktion  $g$  kautta:

$$\gamma_i = g(\mu_i).$$

Lineaarisella mallilla linkkifunktio on identiteettifunktio eli  $\mu_i = \gamma_i$ . Yleistetyillä lineaarisilla malleilla linkkifunktio voi olla mikä tahansa monotonisesti differentioituva funktio. Tämä mahdollistaa sen että yleistetyllä lineaarisella mallilla

pystytään mallintamaan myös tapauksia, joissa odotusarvo saa ainoastaan positiivisia arvoja, kuten todennäköisyyksiä. Tällöin linkkifunktion täytyy olla sellainen että se yhdistää välin  $(0, 1)$  koko reaaliarvojen joukolle. Tällainen funktio on esimerkiksi logit-funktio, joka on muotoa

$$\gamma = \log(\mu/(1 - \mu)).$$

## 4 Poistuman mallintaminen

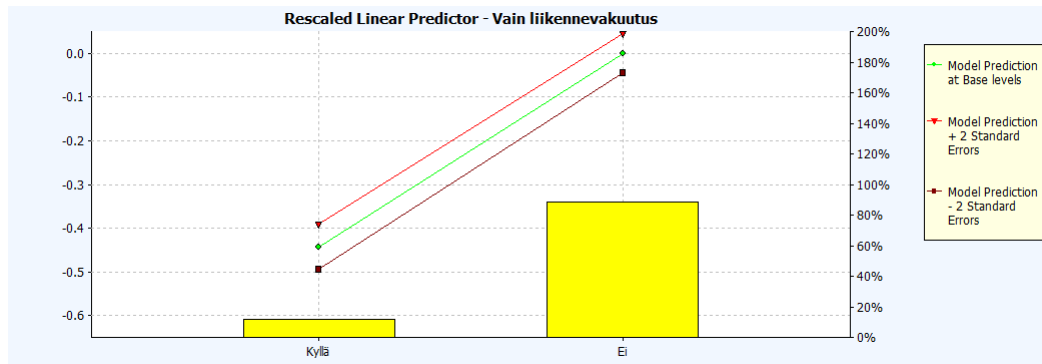
Hinnanmuutoksen vaikutusta asiakkaan poistumaan on haastava tutkia ottamalla huomioon asiakkaan kaikki vakuutukset, koska vakuutusten sisällöt ja hinnat ovat hyvin erilaisia ja niiden vakuutuskaudet voivat uusiutua eri aikaan, jolloin hinnankorotukset eivät tapahdu samaan aikaan. Tällöin on vaikea sanoa, mikä hinnankorotus vaikuttaa eniten asiakkaan poistumiseen. Tämän vuoksi tässä työssä tarkastellaan ainoastaan liikennevakuutusta. Liikennevakuutus on tuotteena hyvin yksinkertainen ja lisäksi se on pakollinen vakuutus, jolloin vakuutuksen päättäminen tarkoittaa joko toisen vakuutusyhtiön asiakkaaksi siirtymistä tai ajoneuvosta luopumista. Tässä tarkastelussa aineistoon ei ole otettu mukaan niitä vakuutuksia, joissa ajoneuvosta on luovuttu. Tarkastelu on myös rajattu henkilöasiakkaisiin, joka on yhtenäisempi joukko verrattuna yrityksiin, joissa vakuutuksiin ja niiden hintoihin vaikuttavat monet erilaiset asiat, mikä tekee analysoinnista hankalan. Tässä yhteydessä on hyvä muistaa että liikennevakuutuksen maksuperusteita on sovellettava yhdenmukaisesti kaikkiin vakuutuksenottajiin [7], joten sen hinnoittelussa ei voi käyttää hintaoptimointia.

## 5 Poistumamalli

Poistumaa mallinnettiin yleistetyllä lineaarisella mallilla Towers Watsonin Emblem-sovelluksella. Mallissa poistumistodennäköisyyttä kuvaava ennustettava vaste muuttuja noudattaa binomijakaumaa ja linkkifunktiona käytetään logit-funktiota. Mallissa havaittu muuttuja saa arvon 1 kun vakuutus päätettiin ja 0 kun vakuutus uudistui seuraavalle kaudelle. Aineistona käytettiin osaa LähiTapiola Keskinäisen Vakuutusyhtiön liikennevakuutuskannasta.

Mallissa tekijöinä olivat vakuutuskauden alkamisvuosi, ikäryhmä, maantieteellinen sijainti, nollamaksuisuus eli onko ajoneuvo poissa käytöstä, liikennevakuutuksen bonusprosentti, S-asiakkuus, henkivakuuttaminen (LähiTapiolaryhmässä), kohdetyyppi (henkilö- vai pakettiauto), onko muitakin vakuutuksia liikennevakuutuksen lisäksi ja edellisen hinnanmuutoksen suuruus. Hinnanmuutoksessa on mukana bonuksen muutoksen vaikutus. Myös muita tekijöitä, kuten sukupuolta, kokeiltiin mutta niitä ei otettu lopulliseen malliin mukaan koska ne eivät erotelleet poistumatodennäköisyyttä riittävästi. Yleensä käytettyjä sosioekonomisia tekijöitä, kuten talouden kokoa, ei tässä tutkittu.

Seuraavissa kuvissa on esitelty muutamien tekijöiden vaikutus asiakkaan poistumaan eli liikennevakuutuksen siirtämiseen toiseen vakuutusyhtiöön. Kuvissa on esitetty skaalattu lineaarinen estimaattori. Koska estimaattori on skaa-



Kuva 5.1: Muiden vahinkovakuutustuotteiden vaikutus

lattu, sen arvo ei suoraan kerro mitään eikä siitä voi laskea poistuman ennustetta. Kuvista näkee kuitenkin hyvin eron eri ryhmien välillä.

Kuvissa on esitetty 95% luottamusväli lineaariselle estimaattorille, joka kertoo estimaattorin olevan 95 prosentin todennäköisyydellä luottamusvälin rajojen sisäpuolella. Mitä suurempi luottamusväli on, sitä epävarmempi tulos on. Alla esitellyissä kuvissa luottamusväli on niin kapea että tuloksia voidaan pitää tilastollisesti merkittävänä. Kuvissa näkyy myös aineiston prosentuaalinen jakautuminen eri ryhmiin kuvattuna keltaisilla palkeilla. Luottamusvälin lisäksi myös jakaumasta voi päätellä kuinka luotettavana tulosta voi pitää. Yleensä mitä pienempi ryhmän koko on, sitä epäluotettavampi tulos on.

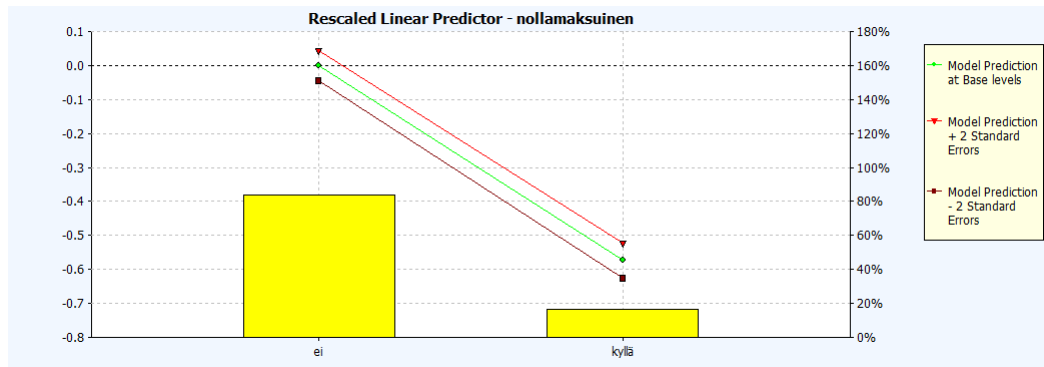
Kuvassa 5.1 on kuvattu muiden vahinkovakuutustuotteiden vaikutus poistumaan. Pelkän liikennevakuutuksen omistavien poistuma on huomattavasti pienempi. Usein liikennevakuutuksen lisäksi otetaan myös kaskovakuutus korvaamaan autolle sattuneita itse aiheutettuja vahinkoja, joten pelkän liikennevakuutuksen ottaneiden ryhmä sisältää todennäköisesti erityistapauksia.

Kuvasta 5.2 nähdään millainen vaikutus on sillä, että ajoneuvo on poistettu liikenteestä ja liikennevakuutus on seisonnassa. Silloin vakuutus ei maksa mitään, joten vakuutusta ei kilpailuteta eikä vaihdeta vakuutusyhtiötä. Tämä näkyy pysyvyydessä, joka on suurempi vakuutuksilla joista ei makseta vakuutusmaksua.

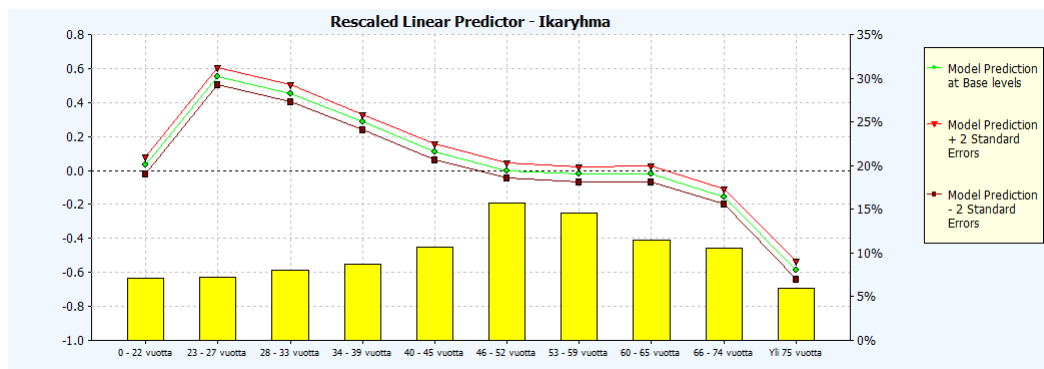
Kuvassa 5.3 on ikäryhmän vaikutus poistumaan. Kuvasta nähdään että nuorten asiakkaiden poistumistodennäköisyys on suurempi kuin vanhemmilla. Kaikkein nuorimmilla, alle 23-vuotiailla, poistuma ei ole niin suurta, mikä johtunee siitä että he eivät ole niin kiinnostuneita vakuutuksista kuin hieman vanhemmat. Vakuutusten kilpailuttaminen todennäköisesti vähenee iän myötä ja asiakkaat muuttuvat passiivisemmiksi, jolloin poistumistodennäköisyys on pieni.

Kuvassa 5.4 on tutkittu ajoneuvotyypin vaikutusta jaotteleamalla ajoneuvot henkilöautoihin ja pakettiautoihin. Pakettiautojen pysyvyys on suurempi kuin henkilöautojen.

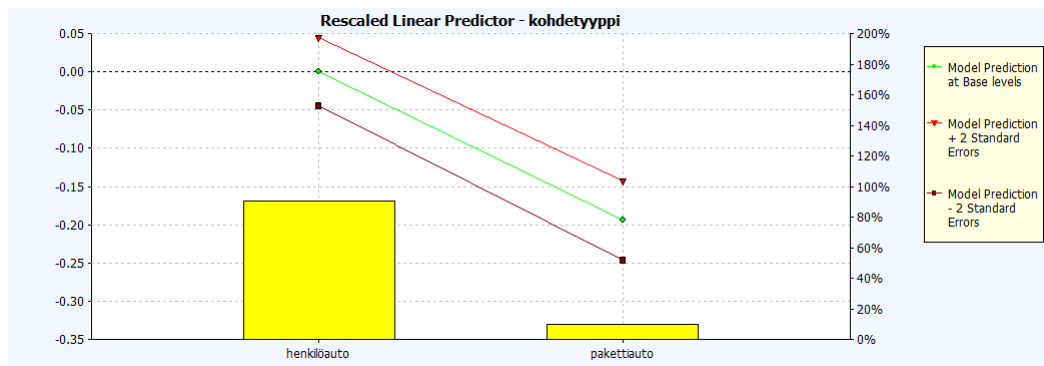
Kuvassa 5.5 on kuvattu vakuutusmaksun prosentuaalisen muutoksen vaikutusta poistumistodennäköisyyteen. Hinnanmuutokset ovat hyvin maltillisia ja



Kuva 5.2: Ajoneuvon liikenteestäpoiston vaikutus

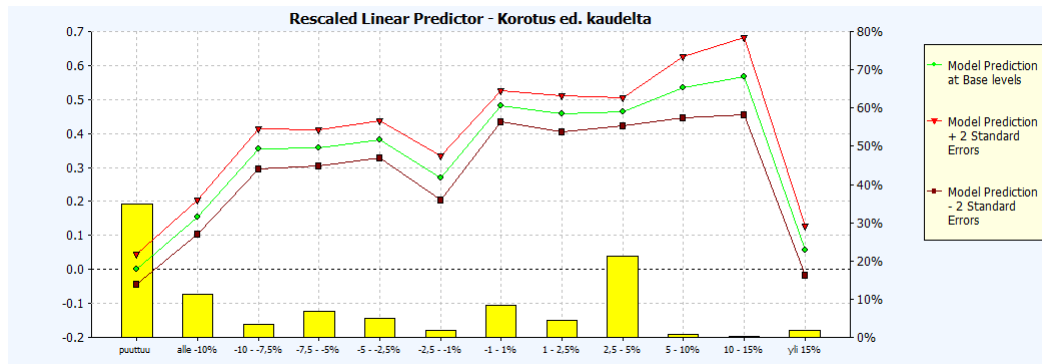


Kuva 5.3: Ikäryhmän vaikutus

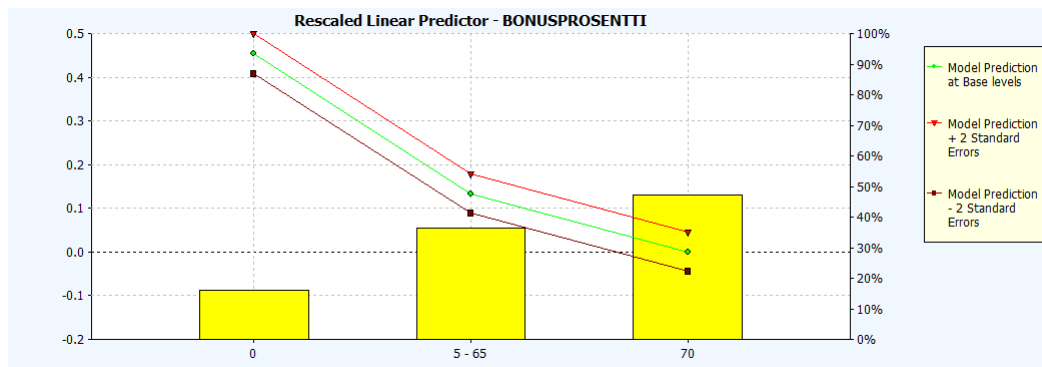


Kuva 5.4: Ajoneuvotyyppin vaikutus





Kuva 5.5: Vakuutusmaksun muutoksen vaikutus



Kuva 5.6: Bonusluokan vaikutus

useimmiten negatiivia, ts. hinta laskee. Osa negatiivisista hinnannuutoksista selittyy sillä, että hinnan muutokseen vaikuttaa bonuksen muutos. Jos vakuutusnottajalla ei ole vielä täyttä bonusta ansaittuna eikä vakuutuskauden aikana satu vahinkoa, bonusprosentti nousee ja hinta laskee. Lisäksi hinta laskee jos vakuutuksen hintaan vaikuttavissa tekijöissä tapahtuu sopiva muutos, esimerkiksi nuorilla vakuutusnottajilla iän kasvaessa hinta voi pienentyä. Suuri joukko vakuutuksia on jäänyt ilman tietoa hinnankorotuksesta. Nämä vakuutukset ovat ensimmäisen kauden vakuutuksia, ts. vakuutus on siirretty toisesta yhtiöstä tai ajoneuvo on vakuutettu vakuutusnottajan toimesta ensimmäisen kerran.

Kuvassa 5.6, jossa on bonusluokan vaikutus, näkyy että suurin osa vakuutuksista saa suurinta bonusta. Ne joilla vakuutuksessa ei ole bonusta siirtyvät toiseen vakuutusyhtiöön huomattavasti todennäköisemmin kuin muut. Pienikin bonusprosentti lisää pysyvyyttä.

## 6 Mallin validointi

Mallinnuksen tuloksena saatu malli ja sen parametrit on hyvä validoida, jotta voidaan varmistua että malli kuvaa todellista tilannetta riittävän hyvin. Jos malliin otetaan mukaan paljon tekijöitä, voidaan malli ylisovittaa, jolloin malli toimii hyvin sillä aineistolla, jota käytettiin mallinnuksessa, mutta malli ei välttämättä toimi muilla aineistoilla. Mallinnusta tehdessä mallia arvioidaan tarkastelemalla tekijöitä yksi kerrallaan ja vertailemalla mallia, johon tekijä on lisätty, aikaisempaan malliin. Arvioinnissa voi tarkkailla muuttuuko jonkin toisen tekijän vaikutus huomattavasti uuden tekijän lisäyksen myötä tai muuttuvatko luottamusvälit. Suuret luottamusvälit antavat aiheita suhtautua tekijään varauksella.

Kun malli on saatu sovitettua mallinnusaineistoon, voidaan malli sovittaa toiseen aineistoon ja tarkastella kuinka malli toimii siinä. Tätä työtä varten aineistoa muodostettaessa aineisto jaettiin kahteen osaan. 80 % aineistosta otettiin mukaan mallinnukseen ja 20 % jätettiin mallin validointia varten. Kun malli oli valmis ja parametrit sovitettu mallinnusaineistolla, testattiin mallia validointiaineistoon. Validointiaineistossa oli havaittuja poistumia 4,7 % ja malli ennusti poistumaksi 4,9 %. Kokonaisuutena malli siis ennusti hyvin poistumaprosenttia, mutta tämä ei vielä kerro pystyykö malli erottelamaan ketkä vakuutuksenottajista jättävät uusimatta vakuutuksensa herkemmin kuin muut.

Mallin erottelukykyä voidaan tutkia Gini-kertoimella. Gini-kerroin on yleinen tuloeroja kuvaava tunnusluku [10], mutta sitä käytetään myös arvioimaan kuinka hyvin malli luokittelee havainnot, esimerkiksi luottoluokittelumallissa [9]. Gini-kerroin on suhdeluku, joka vertaa mallin erotteluvoimaa täydellisesti erottelevaan malliin [8].

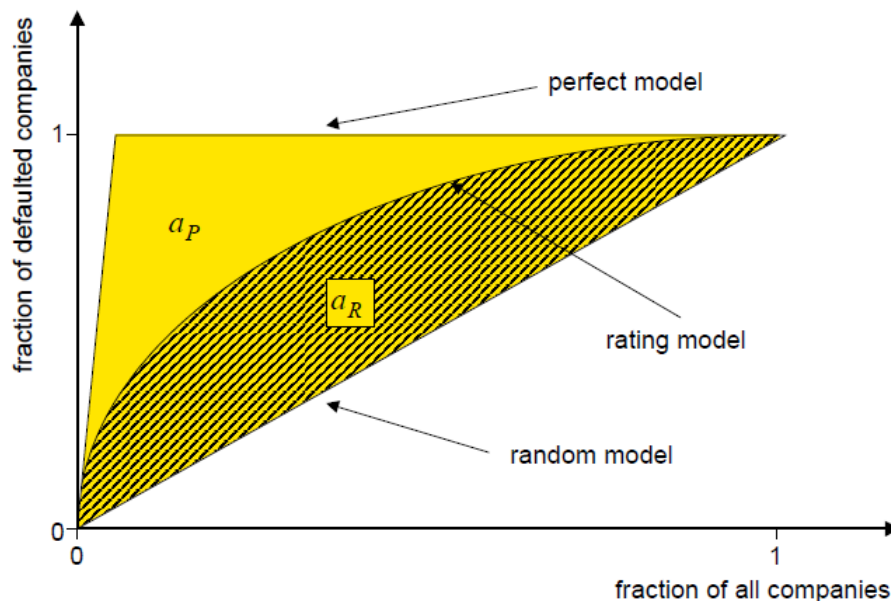
Kuvassa 6.1 [9] on esitetty graafinen tulkinta Gini-kertoimelle, kun mallinnetaan luottoriskiä. X-akselilla on osuus havainnoista, tässä tapauksessa yrityksistä, jotka on järjestetty mallin antaman arvon mukaan pienimmästä suurimpaan (suuri arvo viittaa pieneen luottoriskiin). Y-akselilla on osuus niistä yrityksistä, jotka ovat todellisuudessa luottotappioyrityksiä osuudessa  $x$ . Täydellinen malli antaa pienimmät arvot oikeille yrityksille, joten se nousee lineaarisesti nopeasti kohti 1. Satunnaisella mallilla osuus on aina vakio  $y = x$ . Todellinen luottoriskimalli on täydellisen ja satunnaisen mallin välissä. Gini-kerroin saadaan vertaamalla mallin ja satunnaisen mallin väliin jäävää pinta-alaa  $a_R$  täydellisen mallin ja satunnaisen mallin väliseen pinta-alaan  $a_P$ , ts.  $G = a_R/a_P$ .

Gini-kerroin voidaan laskea monella eri tavalla. Tässä työssä käytettiin kaavaa:

$$G = \frac{1}{2\bar{y}} \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |y_i - y_j|,$$

jossa  $\bar{y}$  on mallin antamien arvojen, tässä tapauksessa poistumistodennäköisyyksien, keskiarvo,  $n$  on havaintojen lukumäärä ja  $y_i$  on mallin havainnolle  $i$  antama arvo [10].

Gini-kerroin laskettiin sekä mallinnusaineistolle että validointiaineistolle. Mallinnusaineiston Gini-kerroin on 0,345 ja validointiaineiston 0,344. Gini-kertoimen



Kuva 6.1: Gini-kerroin [9]

arvon perusteella on vaikea tehdä johtopäätöksiä, mutta se että Gini-kerroin on saman suuruinen molemmissa aineistoissa kertoo että malli erottelee poistumaa yhtä hyvin molemmissa aineistoissa. Siitä voidaan päätellä mallin sopivan mallinnusaineiston lisäksi myös validointiaineiston poistuman mallinnukseen.

## 7 Yhteenveto

Asiakkaan hintaherkkyys on oleellinen huomioitava asia hintaoptimoinnissa. Tässä työssä tutkittiin hintaherkkyyttä mallintamalla liikennevakuutuksen poistumaa yleistetyllä lineaarisella mallilla, jossa yhtenä tekijänä on hinnanmuutos. Hinnanmuutoksen vaikutus oli tutkittavassa aineistossa hyvin heikko. Muut tekijät selittivät huomattavasti vahvemmin vakuutuksen päättämistodennäköisyyttä. Syy tähän heikkoon vaikutukseen voi olla se, että hinnankorotukset ovat yleisesti prosentuaalisesti hyvin pieniä, korkeintaan 15 prosenttia, eikä hinnankorotusta koeta suureksi. Vakuutuksia ei ehkä pidetä mielenkiintoisina, ne saatetaan kokea jopa vaikeiksi, eikä hintaa välttämättä tule tarkasteltua tarkemmin vakuutuskauden vaihtuessa. Liikennevakuutuksessa vaikuttaa lisäksi se, että ajoneuvon vaihdon yhteydessä vakuutus vaihtuu ja monet auton omistajista vaihtavat autoa säännöllisesti muutaman vuoden välein. Tällöin vakuutusten kilpailutus keskittyy ajoneuvon vaihdon yhteyteen. Tällaiset tilanteet eivät ole mukana tutkitussa aineistossa, eikä tämän perusteella voida päätellä aiempien

hinnanmuutosten vaikutusta vakuutusyhtiön vaihtoon ajoneuvon vaihdon yhteydessä.

Mielenkiintoinen jatkokutkimus olisi tutkia hinnanmuutoksen vaikutusta asiakkaan poistumaan huomioiden kaikki asiakkaan vakuutukset. Lisäksi sosioekonomisten tekijöiden kuten talouden koon vaikutusta sekä sattuneiden vahinkojen vaikutusta poistumaan olisi kiinnostava tarkastella.

## Viitteet

- [1] Vakuutusopimuslaki (543/1994) 19§
- [2] McCullagh P., Nelder J.A.: Generalized Linear Models. Monographs on Statistics and Applied Probability 37, 1989.
- [3] Wells A.: The Price of Price Optimization in Insurance. Insurance Journal, 17.11.2015, <http://www.insurancejournal.com/news/national/2015/11/17/389153.htm>
- [4] Kuluttajansuojalaki (561/2008) 2 luku 6§
- [5] Miettinen K.: Nonlinear Multiobjective Optimization. Kluwer Academic Publishers, 1999
- [6] Guven S., McPhail M.: Beyond the Cost Model: Understanding Price Elasticity and Its Applications, Casualty Actuarial Society, E-Forum, kevät 2013, [https://www.casact.org/pubs/forum/13spforum/Guven\\_McPhail.pdf](https://www.casact.org/pubs/forum/13spforum/Guven_McPhail.pdf)
- [7] Liikennevakuutuslaki (460/2016) 20 §
- [8] Christodoulakis, G. A., Satchell, S. (eds.): Quantitative Finance: The Analytics of Risk Model Validation. Academic Press, 2007.
- [9] Tasche D.: Rating and probability of default validation. Studies on the Validation of Internal Rating Systems. Working Paper No. 14, Basel Committee on Banking Supervision. Bank for International Settlements, 2005.
- [10] Melkas J.: Gini ja tuloerot. Tilastokeskus, 13.3.2002, [http://www.stat.fi/tup/tietoaiika/tilaajat/ta\\_03\\_02\\_melkas.html](http://www.stat.fi/tup/tietoaiika/tilaajat/ta_03_02_melkas.html)