



Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Természettudományi Kar

Budapest Corvinus Egyetem  
Közgazdaságtudományi Kar

# Biztosítási ügynökök teljesítményének modellezése

Szakdolgozat

Írta: Balogh Teréz

Biztosítási és pénzügyi matematika MSc  
Aktuárius szakirány

Témavezető:

Arató Miklós, egyetemi docens

Valószínűségelméleti és Statisztika Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar

2013

# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b>	<b>5</b>
<b>2. Irodalmi áttekintés</b>	<b>7</b>
2.1. Ügynökök teljesítményének modellezése . . . . .	7
2.2. A módszer: GLM . . . . .	12
2.3. A paraméterek meghatározása . . . . .	13
<b>3. Szerzések</b>	<b>15</b>
3.1. A vizsgált adatok . . . . .	15
3.2. A számítás menete és eredménye . . . . .	15
<b>4. Károk</b>	<b>18</b>
4.1. A vizsgált adatok . . . . .	18
4.2. A számítások menete és eredménye . . . . .	18
<b>5. Törlések</b>	<b>23</b>
5.1. A vizsgált adatok . . . . .	23
5.2. A számítások eredményei . . . . .	23
<b>6. Összefüggés vizsgálat</b>	<b>28</b>
<b>7. A jelenlegi állomány értékelése</b>	<b>31</b>
7.1. Szerzések . . . . .	31
7.2. Károk . . . . .	34
7.3. Törlések . . . . .	36
<b>8. Tervezés</b>	<b>38</b>
<b>9. Összefoglalás</b>	<b>40</b>
<b>A. R parancsok</b>	<b>43</b>

## Táblázatok jegyzéke

1.	Ügynökök és szerződők csoportjai . . . . .	29
2.	Szerzések 95% . . . . .	32
3.	Szerzések 90% . . . . .	33
4.	Károk első évben . . . . .	34
5.	Károk második évben . . . . .	35
6.	Károk harmadik évben . . . . .	35
7.	Törlések első évben . . . . .	36
8.	Törlések második évben . . . . .	37
9.	Törlések harmadik évben . . . . .	37

## Ábrák jegyzéke

1.	Szerzés faktorok . . . . .	17
2.	Kárszám faktorok . . . . .	21
3.	Törlésszám faktorok . . . . .	26
4.	Ügynökök és szerződők macskái . . . . .	28
5.	Ügynökök és szerződők csoportjai . . . . .	30

## Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Arató Miklósnak, aki hétről hétre segített a dolgozat elkészítésében. Ötletei és tanácsai nagy segítséget jelentettek számomra a munka során.

Valamint köszönetet szeretnék mondani mindazoknak, akik segítettek valamilyen módon a munkában, így köszönöm az adatokat és tanácsokat a biztosítónál dolgozóknak is.

# 1. Bevezetés

A biztosítók működésének egyik legsarkalatosabb pontja, hogy az ügynökeik hogyan teljesítenek, hiszen az ügynökök azok, akik szerződéseket kötnek, és ezáltal bevételt szereznek a biztosító számára. A biztosító az így létrejött szerződésekből befolyó díjakkal fedezi a felmerülő kiadásait.

Az ügynökök teljesítményének befolyása van tehát az új szerzések számának alakulására, ám ezen kívül még más tényezőket is figyelembe kell venni. Hiszen hiába szerznek az ügynökök sok szerződést, ha sok kár következik be, vagy ha a szerződéseket hamar letörlik, akkor bevétel helyett ezek is inkább kiadást generálnak a biztosító számára.

Jelen dolgozat célja feltárni, hogy a biztosításközvetítők tulajdonságai hogyan befolyásolják az új szerzések számát, illetve a szerződések „minőségét”: ezt azzal mérjük, hogy mekkora a kárbekövetkezés, illetve törlődés valószínűsége.

A dolgozat második fejezetében először a korábbi vizsgálatokat ismertetem, amelyek az ügynökök teljesítményét, illetve a biztosítási szerződések létrejöttét befolyásoló tényezőket taglalják. Ezt követi a dolgozat során alkalmazott statisztikai módszer, a GLM rövid ismertetése, és végül a törlések és károk esetében feltételezett binomiális-eloszlás paraméterének meghatározása.

A harmadik fejezet azt vizsgálja, hogy a biztosításközvetítők tulajdonságai hogyan befolyásolják az új szerzések számát. Az adatok struktúrájának bemutatása után részletezem a vizsgálat módszertanát és eredményeit, majd végül a faktorok együtthatóit összefoglaló ábrával zárul a fejezet.

A negyedik fejezetben azt mutatom be, hogy az ügynökök tulajdonságai hogyan befolyásolják az általuk szerzett szerződések kárbekövetkezési valószínűségét a szerződés első három évében. Ez a fejezet is a vizsgált adatok szerkezetének ismertetésével kezdődik, majd ismertetem a számítás menetét és eredményét évenként külön-külön, végül pedig grafikusan foglalom össze a magyarázóváltozók együtthatóinak értékét a különböző években.

Az ötödik fejezet a szerződések törlési valószínűgét elemzi az ügynök tulajdonságainak függvényében. Az előzőekhez hasonlóan az adatok bemutatásával kezdődik a fejezet, ezt követi az elemzés részletes bemutatása, a fejezet végén pedig egy összefoglaló grafikus ábrázolás található.

A hatodik fejezetben azt vizsgálom meg, hogy van-e összefüggés az ügynökök és szerződők macskáinak gyermekszáma között. Ez három féle statisztikai módszerrel történik: grafikus ábrázolással, a gyermekszám csoportokra végzett korreláció vizsgálattal és Chi-négyzet próba segítségével.

A hetedik fejezetben a jelenlegi biztosításközvetítói állomány értékelése történik. Ennek során meghatározzuk azokat az ügynököket, akiknek nem megfelelő a teljesítménye ahhoz képest, ami a tulajdonságai alapján a modell szerint elvárható lenne tőle.

A dolgozat zárásaként a modell egyik legfontosabb alkalmazási módját, a tervezést ismertetem vázlatosan. Ennek során megmutatom, hogyan határozható meg a szükséges üzletkötők száma megadott tervek (elvárt új szerzések száma) eléréséhez.

A dolgozat az egyik nem-élet biztosító számára készült, valós adatok felhasználásával. Így, hogy az eredmények bemutathatók legyenek, az ügynökök tényleges tulajdonságainak neveit megváltoztattam fantázia nevekre, amelyek az ügynökök macskáinak különböző tulajdonságai lettek.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1. Ügynökök teljesítményének modellezése

A dolgozat ezen részében a korábbi vizsgálatokat mutatom be, amelyek a biztosítási ügynökök teljesítményének modellezését vizsgálják. Valamint szeretném azt is megmutatni, hogy ezek a korábbi elemzések miben különböznek a dolgozat további részében bemutatottól.

Elsőként a [9]-es cikket ismertetem. Ez olyan faktorváltozókat vizsgál, amelyek hatnak az életbiztosítási ügynökök viselkedésére, hogy egy előrejelző modellt tudjon adni a biztosításközvetítők teljesítményére. Legfontosabb előrejelző változónak a korábbi teljesítmény bizonyult.

Ez a vizsgálat olyan ügynökökre vonatkozott, akik ügynökségeken keresztül dolgoznak, és már legalább 12 hónapja alkalmazásban állnak valamely ügynökségnél. Tehát nem egy adott biztosító ügynökeit vizsgálta, hanem egy adott területen levő ügynökségek biztosításközvetítőinek teljesítményét. Módszerként elsősorban lineáris regressziót alkalmaztak, beléptetési módszerrel, a vizsgálat végső  $R^2$ -e 0.57 körül volt.

Az előzetes vizsgálatok után két különálló csoportra végezték az elemzéseket: a szokásos módon dolgozó biztosítási ügynökökre és azokra, akik kimennek az ügyfélhez személyesen. A két csoportba tartozó ügynökök különböző piacokon dolgoznak, másfajta irányítás alá esnek, más képzéssel rendelkeznek, más a bérezésük és a képzésük. Ezek alapján nem várható, hogy ugyanazon faktorok hatnának rájuk, és az sem, hogy a közös faktoroknak megegyeznének az együtthatóik.

Az eredmények igen meglepőek voltak: a korábban összevont, egy változóként szereplő iskolai végzettség és szakmai képzettség együttesen egyáltalán nem gyakorol hatást a teljesítményre, mivel bár az együttható pozitív, minden szokásos szignifikancia szinten hatástalannak bizonyul a modellre. Ha azonban szétválasztjuk őket, azt kapjuk, hogy van két olyan képzés, amely hatást gyakorol a teljesítményre: a nem-élet és egy életbiztosítási tréning (LUTC), ezekről elmondható, hogy mindkettő pozitív hatással bír az ügynökök várható teljesítményére. Az adott biztosításközvetítőhöz tartozó szerződők száma szintén pozitívan befolyásolja a teljesítményt.

Ellenőrzésként az elkészített modelleket összehasonlították azzal az egyszerű mo-



dellel, amely csak a korábbi szerzésszámmal magyarázza a jelenlegi teljesítményt. Ezeknek az egyszerű modelleknek rendszerint valamivel alacsonyabb az  $R^2$ -e, azaz kevésbé magyarázzák a megfigyelhető eredményeket.

A következő részben az [5]-ös cikk eredményeit foglalom össze röviden. Ezen cikk célja az olyan ügynökök esetében, akik csak egy biztosítónak dolgoznak, azaz a függő biztosításközvetítőknél, több ágú biztosításban meghatározni 35 változót, amelyek befolyásolják az ügynökök teljesítményét.

A keresett 35 változó az ún. „CSF”, azaz kritikus siker tényezők; ezek azok az apró dolgok, amiknek mindenképp jól kell működni a sikerhez, azaz a biztosításközvetítők jó teljesítményéhez.

A vizsgálatokat 3 lépésben végezték el. Első lépésként 3 kiemelkedő függő biztosításközvetítővel készítettek interjút, hogy felfedjék a lehetséges „CSF” jelölteket. Ilyen módon fény derült arra, hogy milyen tényezők különböztetik meg ezeket a kiemelkedő ügynököket az átlagos ügynököktől. Továbbá azt is megkérdezték ezektől az ügynököktől, hogy mit gondolnak más ügynökök sikerének okáról.

Második lépésként az interjúk készítői egymástól függetlenül meghatározták a feljegyzések alapján az ügynökök által megfogalmazott sikert befolyásoló tényezőket. Az így összegyűlt 130 tényezőt 35-ben foglalták össze, mivel sok volt közöttük a tartalmi hasonlóság.

Harmadik lépésként az így meghatározott 35 tényezőhöz kérdőívet készítettek, amelyekben ügynököket kértek arra, hogy osztályozzák ezeket fontosságuk szerint. 9 kategóriát hoztak létre az osztályozáshoz: a számok 1-től 9-ig mutatták az adott tényező relatív fontosságát, azaz az ügynök által legfontosabbnak tartott tényező kapta a 9-est, a többi pedig ehhez mérten a fontosságának megfelelő számot.

Az eredmények szerint a legfontosabb befolyásoló tényezők az eladás és ügyfelekkel való foglalkozás szeretete, a kemény munkára való hajlandóság és a kitartás, illetve állhatatosság. Közepesen fontos például a kreativitás új szerződők megtalálásához, vagy hogy legyenek olyan helyettesek, akik eladnak, amíg hiányzik az adott ügynök az irodából. Legkevésbé jelentős befolyásoló tényező pedig egy versenytárs megléte, akitől tanulni is lehet, a kereskedelem megfelelő mértéke új ügynökök bevonásához, illetve egy motiváló társ.

Láthatjuk, hogy míg az elsőként bemutatott cikk sokkal inkább a mérhető té-

nyezőkre helyezte a hangsúlyt, addig az iménti inkább a pszichológiai adottságokra, valamint a munkához szükséges körülményekre. A most következő cikk egy igen speciális kérdést tárgyal: hogy mely tényezők befolyásolják Indiában az életbiztosítások eladási mennyiségét. Mivel dolgozatom szempontjából inkább az eddig alkalmazott eljárásokon, mint a konkrét eredményeken van a hangsúly, ez az indiai cikk is ugyanúgy figyelembe veendő.

A következőkben tehát a [7]-es cikket ismertetem. Ez másik oldalról közelíti meg a biztosítási szerződések eladási mennyiségének modellezését, ugyanis ebben az esetben a cél, az ügynökök viselkedésének modellezése helyett, a fogyasztók preferenciáinak megértése. Az elemzések során azt vizsgálták, hogy mely tényezők befolyásolják azt, hogy a fogyasztók mennyire szívesen vásárolnak életbiztosítást.

Az adatgyűjtés kérdőívek segítségével történt: mintegy 800 kiküldött kérdőívből 613 bizonyult alkalmasnak a vizsgálatra. Földrajzilag a vizsgálat India egy régióját érintette, amelyben mind hegyes, mind sík vidékek vannak, így reprezentatívnak tekinthetők az eredmények India egész területére. A megkérdezettek olyan személyek voltak, akik vagy állami, vagy magánbiztosítónál rendelkeznek életbiztosítással.

A kérdőívben 21 faktorra kérdeztek rá, hogy mennyire befolyásolta a megkérdezetteket, mint döntéshozókat a biztosítás megkötésében. Ezeket a tényezőket 5 fokozatú skálán kellett értékelniük a megkérdezetteknek fontosságuk szerint. A vizsgálat során statisztikai módszerként faktoranalízist alkalmaztak, amely segítségével meghatározták a legfontosabb és legkevésbé fontos befolyásoló tényezőket.

Legfontosabbnak a termék minőség és márka arculat faktor bizonyult, továbbá fontos volt még a szolgáltatás minősége, hogy mennyire fogyasztóbarát a biztosító, illetve a képviselője. Ezen kívül a márkahűség és a kötelezettség mértéke is meghatározó szerepet játszott a döntésben.

A további vizsgálatok során azt határozták meg, hogy van-e különbség a faktorok befolyásoló hatásában a különböző demográfiai csoportok között kor, nem, jövedelem és iskolai végzettség szerint. Ezt az egyes demográfiai tényezők szerint külön vizsgálták meg kereszt táblák és varianciaanalízis segítségével.

Eredményként azt kapták, hogy mind a négy felsorolt demográfiai tényező hatásosan van arra, hogy mekkora a befolyása az egyes faktoroknak a biztosítások megvásárlásakor. A nemek közötti különbség tekintetében például azt az eredményt kapták,

hogy a férfiaknak inkább fontos a termék minőség és arculat, illetve a biztosítással járó, rájuk háruló kötelezettség mértéke, míg a nők számára jobban meghatározó az, hogy mennyire fogyasztóbarát a biztosító. A vizsgálatok összessége alapján levonható az a következtetés, hogy a biztosítóknak érdemes különböző stratégiákat alkalmazni a különböző ügyfelek esetében.

A következő [6]-os cikk ismét a biztosítási ügynökök teljesítményére koncentrálna. Azt vizsgálja, hogy hat-e, illetve hogyan a biztosításközvetítők elkötelezettségének módja és mértéke a viselkedésükre, illetve teljesítményükre.

Az elkötelezettséget jelen esetben 3 csoportba foglalják: munka iránti, szakmai fejlődés iránti és végül közösség iránti elkötelezettség. A munka iránti elkötelezettséget több tényező is befolyásolhatja: ilyenek például, hogy az egyén milyen mértékben azonosul a munkájával, illetve hogy milyennek értékeli a munkáját. Ez utóbbira példa: túlképzettnek érzi-e magát a munkájához.

A szakmai fejlődés iránti elkötelezettség magában foglalja például azt, hogy az ügynök számára mennyire fontos a szakmája. Különösen fontos és érdekes kérdés, hogy biztosítási ügynökök esetében milyen módon lehet folyamatosan fenntartani a szakmai fejlődés iránti elkötelezettséget. A közösség iránti elkötelezettségbe beletartozik például a társadalmi szerepvállalás, hiszen ezáltal többen megismerik az ügynököt, így nőhet a kapcsolatainak száma és az ügyfelek bizalma.

Az ügynökök teljesítményét a következő arányszámokkal: a megújításokból eredő biztosítási bevételek, illetve a biztosítási ügyletekből eredő jövedelmüknek a teljes jövedelmükhöz viszonyított arányával, és végül a teljes éves bevételük segítségével vizsgálták. A vizsgálat az USA közép-nyugati államaiban 221 biztosítási ügynök bevonásával történt. A 221 kiosztott kérdőívből 166-ot töltöttek ki, így ezek alapján tudták a statisztikai elemzéseket elvégezni.

A hipotézisek: Mind a három fajta elkötelezettség külön-külön is pozitívan befolyásolja az ügynökök teljesítményét, ugyanakkor együtt vizsgálva a köztük levő interakciók miatt felerősítik egymás hatását. A statisztikai vizsgálatokat ANCOVA (faktoranalízis és regresszió együttes alkalmazása) és MANCOVA (többdimenziós ANCOVA) segítségével végezték.

Eredményként azt kapták, hogy míg a munka iránti és a szakmai fejlődés iránti elkötelezettség erősen hat az ügynökök teljesítményére, addig a közösség iránti el-

kötelezettségnek nincs ilyen jellegű hatása. A három magyarázó változó (az elkötelezettség formái) lehetséges interakcióit is vizsgálták, de míg a függő változót (azaz a teljesítményt) magyarázzák, egymásra nincsenek hatással. A biztosítók számára tehát fontos következtetés az, hogy azon ügynökök, akiknek magas a munka iránti és a szakmai fejlődés iránti elkötelezettsége, nem meglepő módon, várhatóan jobban fognak teljesíteni. Ezért érdemes lehet kérdőívek segítségével az elkötelezettségük szempontjából is megvizsgálni az ügynököket.

Végül a [2]-es cikket ismertetem, amelyben a szakmai előrehaladás mértékének és az ügynök viselkedésének, illetve teljesítményének összefüggését elemezték. A szakmai előrehaladást, azaz a karriert 4 időszakra osztották fel: a keresés, a megalapozás, a fenntartás és a kiszabadulás időszakára. A keresés időszaka az, amikor az egyén megkeresi azt a foglalkozást, amiben ki tud teljesedni, a megalapozás időszakában pedig a már megtalált pozíció megszilárdítása kerül a középpontba. A fenntartás időszakában az addig elért eredmények megtartása a cél, amit veszélyeztethet például az új, fiatal munkaerő, vagy technológiai újítások. Végül a kiszabadulás időszaka már a munkától való függetlenedés folyamatának kezdete, a nyugdíjra való felkészülés ideje.

A kor egyértelműen fontos szerepet tölt be abban, hogy egy egyén melyik szakaszban van a karrierjének, ugyanakkor ez csak egy a befolyásoló tényezők közül. A többi befolyásoló tényező lehet például a házasság, egészségi állapot, vagy akár a gazdasági környezet.

A témában folytatott korábbi kutatások feltételezéseivel szemben ennek a cikknek az a nullhipotézise, hogy elsősorban nem az ügynökök munkában tanúsított viselkedése befolyásolja a teljesítményüket, hanem az, hogy mely karrierszakaszban vannak. Ugyanis a feltételezés szerint a karrierszakasz erősen összefügg a viselkedéssel, és így igazából a karrierszakasz befolyásolja a teljesítményt.

Például a keresés szakaszában sokkal hajlamosabbak az emberek kihívást jelentő feladatokat keresni, vállalni, mert úgy érzik, hogy ezek nélkül nem eléggé kimagasló a teljesítményük. Ugyanakkor később, a megalapozás és fenntartás szakaszában áttolódik a hangsúly a kihívások kereséséről az addig elért eredmények fenntartására.

A vizsgálat során 6 cég ügynökeit kérték meg kérdőívek kitöltésére. A 6 cégből 3 esetben a kérdőívek kitöltése központilag történt a cégnél, míg a másik 3 cég-

nél postai úton kiküldték az ügynököknek a kérdőíveket, és megkérték őket, hogy kitöltve küldjék vissza. Ez utóbbi ügynökök közül 65% küldte vissza a kérdőívet kitöltve.

Az elemzés során azt, hogy az ügynök melyik szakaszában van a karrierjének, az általa kitöltött kérdőív segítségével mérték fel. Az ügynökök teljesítményét pedig a helyi vezetőiknek kellett értékelni, az adott ügynökre vonatkozó kérdőív segítségével. Ezen kívül vizsgálták még a cég üzleti stratégiáját, mint befolyásoló tényezőt, a vezérigazgató által kitöltött kérdőív alapján. Végül figyelembe vettek még egyéb (pl. földrajzi) adottságokat is.

Statisztikailag a különböző csoportokba tartozó ügynökök közötti eltéréseket ANOVA és MANOVA (többdimenziós ANOVA) táblázatok segítségével értékelték. Ennek eredményeként azt kapták, hogy a karrierszakasz valóban korábban nem látott módon befolyásolja az ügynökök viselkedését. A karrierszakaszok hatásának nagysága hasonló ahhoz, mint amit korábban a fogyasztói viselkedésben figyeltek meg. Ugyanakkor a különböző karrierszakaszokban levő ügynökök eladási teljesítményét befolyásolja a cégük üzleti stratégiája és területi elhelyezkedése is.

## 2.2. A módszer: GLM

A GLM a lineáris modell általánosított változata. A módszer nem túl részletes leírását az [1]-es mű szerint ismertetem. Mind a GLM, mind a lineáris modell esetén egy függő változót szeretnénk magyarázó változók segítségével közelíteni. A lineáris modellt a következő formában írhatjuk fel:

$$Y = \mu + \varepsilon,$$

ahol  $Y$  a függő változó, amit magyarázunk,  $\mu$  a várható értéke,  $\varepsilon$  pedig a hibatag, amiről feltételezzük, hogy normális eloszlású 0 várható értékkel és  $\sigma^2$  szórásnégyzettel. A  $\mu$  várható értéket a magyarázó változók és együtthatóik szorzatának összegeként kaphatjuk meg:

$$\mu = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n,$$

ahol  $X_1, X_2, \dots, X_n$  a magyarázó változók,  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  pedig rendre a magyarázó változókhoz tartozó együtthatók.

Az így megadott modellt általánosítja a GLM (Generalized Linear Model), azaz általánosított lineáris modell abban az értelemben, hogy a hibagról nem normalitást, hanem azt feltételezzük, hogy az exponenciális eloszláscsaládba tartozik. Illetve nem a magyarázó változók lineáris kombinációjáról, hanem annak valamilyen függvényéről (link függvény inverze) tételezzük fel, hogy megadja a függő változó várható értékét. Így a modell a következő formába írható:

$$E[Y] = \mu = g^{-1}(\eta),$$

ahol  $Y$  az eddigiekhez hasonlóan a függő változó,  $\mu$  a várható értéke, amit a  $g$  linkfüggvény inverzével kaphatunk meg az  $\eta$  szisztematikus komponensből, ami  $X\beta$  alakban áll elő a magyarázó változók és együtthatók szorzatösszegeként. Továbbá feltesszük, hogy az  $Y$  vektorváltozó elemei függetlenek, és valamely exponenciális eloszláscsaládból származó eloszlásúak.

Az exponenciális eloszláscsaládba tartozó eloszlások sűrűségfüggvénye formálisan a következő alakba írható:

$$f_i(y_i; \theta_i, \phi_i) = \exp \left\{ \frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a_i(\phi)} + c(y_i, \phi) \right\},$$

ahol  $a(\phi)$  pozitív és folytonos;  $b(\theta)$  kétszer differenciálható és a második deriváltja pozitív függvény;  $c(y, \phi)$  pedig független a  $\theta$  paramétertől. Különböző  $a$ ,  $b$  és  $c$  függvények különböző eloszlásokat határoznak meg. Az exponenciális eloszláscsaládba tartozó eloszlások: Normális, Poisson, binomiális, Gamma, stb.

A dolgozatban az ügynökök szerzését és törlési, illetve kárbekövetkezési valószínűségeket vizsgáltam. Ehhez a binomiális és Poisson hibaeloszlást feltételező GLM-et használtam. A GLM-ben meghatározott hibaeloszláshoz meghatározott link függvény tartozik, így a Poisson hibaeloszláshoz logaritmus, a binomiális hibaeloszláshoz pedig logit link függvény tartozik.

### 2.3. A paraméterek meghatározása

A paramétereket ML-becsléssel határozzuk meg a [4]-es cikk szerint. A Poisson-eloszlás esetén ismertnek tételeztem fel a paraméter meghatározását, ezért itt a binomiális-eloszlás esetét mutatom be. A log-likelihood függvény minden exponen-

ciális eloszláscsaládba tartozó eloszlás esetén a következő alakba írható:

$$l = \sum_{i=1}^p \left\{ \frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a(\phi)} + c(y_i, \phi) \right\}$$

Ebből meghatározva a paraméterek szerinti deriváltakat:

$$\frac{\partial l}{\partial \beta_j} = \sum_i \frac{\partial}{\partial \theta_i} \left( \frac{y_i \theta_i - b(\theta_i)}{a(\phi)} + c(y_i, \phi) \right) \cdot \frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} \cdot \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} \cdot \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j}$$

Vegyük észre az alábbiakat:

$$\begin{aligned} \mu_i = b'(\theta_i) &\Rightarrow \frac{\partial \mu_i}{\partial \theta_i} = b''(\theta_i) \Rightarrow \frac{\partial \theta_i}{\partial \mu_i} = \frac{1}{b''(\theta_i)} \\ \eta_i = g(\mu_i) &\Rightarrow \frac{\partial \eta_i}{\partial \mu_i} = g'(\mu_i) \Rightarrow \frac{\partial \mu_i}{\partial \eta_i} = \frac{1}{g'(\mu_i)} \\ \eta_i = \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} &\Rightarrow \frac{\partial \eta_i}{\partial \beta_j} = X_{ij} \end{aligned}$$

A fentiekből és figyelembe véve, hogy binomiális eloszlás esetén  $a(\phi) = N^{-1}$ , így a következő egyszerűsített formulát kapjuk:

$$\frac{\partial l}{\partial \beta_j} = \sum_i \frac{y_i - \mu_i}{N^{-1}} \cdot \frac{1}{b''(\theta_i)} \cdot \frac{1}{g'(\mu_i)} X_{ij}$$

Továbbá binomiális eloszlás esetén igazak az alábbiak:

$$b(\theta_i) = \log(1 + \exp \theta_i) \Rightarrow b'(\theta_i) = \frac{\exp \theta_i}{1 + \exp \theta_i} \Rightarrow b''(\theta_i) = \frac{\exp \theta_i}{(1 + \exp \theta_i)^2} \cdot \frac{1}{b''(\theta_i)} = \frac{(1 + \exp \theta_i)^2}{\exp \theta_i}$$

és így:

$$\frac{1}{b''(\theta_i)} = \frac{(1 + \exp \theta_i)^2}{\exp \theta_i}.$$

Valamint a binomiális eloszlás esetében  $\theta = \log\{p/(1-p)\}$ , ahol  $D \sim \text{Binom}(N, p)$  eloszlású és  $Y = D/N$ .

Ezenkívül:

$$\begin{aligned} \mu_i = b'(\theta_i) &= \frac{\exp \theta_i}{1 + \exp \theta_i} \\ g(\mu_i) = \log \frac{\mu_i}{1 - \mu_i} &\Rightarrow g'(\mu_i) = \frac{1}{\mu_i \cdot (1 - \mu_i)} \Rightarrow \frac{1}{g'(\mu_i)} = \mu_i \cdot (1 - \mu_i) = \frac{\exp \theta_i}{(1 + \exp \theta_i)^2} \end{aligned}$$

Így kapjuk, hogy:

$$\frac{\partial l}{\partial \beta_j} = \sum_i \frac{y_i - \mu_i}{N^{-1}} \frac{(1 + \exp \theta_i)^2}{\exp \theta_i} \frac{\exp \theta_i}{(1 + \exp \theta_i)^2} X_{ij} = 0, \text{ ahol } j = 1, \dots, p$$

Végül egyszerűsítve adódik, hogy:

$$\frac{\partial l}{\partial \beta_j} = \sum_i \frac{y_i - \mu_i}{N^{-1}} X_{ij} = 0, \text{ ahol } j = 1, \dots, p.$$

## 3. Szerzések

### 3.1. A vizsgált adatok

A vizsgálatokat két adatforrásból végeztem: a 2012.09.30-án aktuális állománylistából, amely tartalmazza a szerződésekre vonatkozó adatokat, illetve a biztosítási ügynökök nyilvántartásából, amelyben tárolva vannak az ügynökök adatai.

Az állománylistából a kötvény szintű nyilvántartást használtam, és ebből a következő mezőket vizsgáltam: kötvényszám, szerződés kezdetének a dátuma, a kötő biztosítási ügynök kódja. Az állománylistát és az ügynökök adatait az ügynök kódjával kötöttem össze, illetve összegző lekérdezést futattam, hogy láthassuk az adott évben egy adott ügynökhöz tartozó szerzések számát. Az ügynökök adatain további csoportosításokat, módosításokat végeztem.

A magyarázó változók a macska fajtisztasága (1-es ha fajtiszta, 2-es ha keverék), hogy a cica cirmos-e vagy egy színű, nőtény-e vagy kandúr, a szeme arany, zöld, narancssárga, vagy kék színű, a macska születési éve, hogy hány macskája volt már az adott ügynöknek, és a cica gyermekeinek száma voltak. A cica gyermekeinek a számát csoportosítottam a következő módon: a jelölés 0 ha 0-2, 3 ha 3, 4 ha 4 és végül 5 ha 5 vagy annál több gyermeke van a cicának.

Még egyszer hangsúlyozzuk, hogy természetesen valójában nem az előbb felsorolt tulajdonságokat elemeztük, hanem olyan tulajdonságokat használtunk fel, amik a működés szempontjából esetleg fontosak lehetnek.

### 3.2. A számítás menete és eredménye

A szerzések számának vizsgálatakor Poisson hibaeloszlást és logaritmus link függvényt tételeztem fel.

Ekkor az alkalmazott GLM-ben a függő változó a szerzések száma, a magyarázó változók közül faktor a cica fajtisztasága, cirmossága, gyermekei számának csoportja, szemszíne, neme, illetve a születési éve. Numerikus magyarázó változó az előző évi szerzések száma.

Mind faktor, mind numerikus változóként figyelembe vehető, hogy hányadik macskája az ügynöknek, ezért erre mindkét módon elvégeztem a vizsgálatot. A súlyvektor elemeit a modellben a biztosításközvetítők adott évben állományban töl-



tött napjainak száma adta meg.

Az, hogy hányadik macskája a biztosításközvetítőnek numerikus változóként pozitív irányba befolyásolja a szerzések számát (azaz minél több cicája volt már korábban az ügynöknek, annál több szerzés várható tőle). Faktorként figyelembe véve pedig az első 4 cicának pozitív hatása van, később azonban negatív (más szóval a 4. cicáig növekszik a várható szerzésszám, az 5.-től kezdve azonban csökken). Viszont azt is figyelembe kell venni, hogy nagyon kevés ügynöknek volt már több mint 5 cicája, így ezek az eredmények statisztikailag nem megbízhatók.

A faktor változók esetében a macska születési événél a 2010-es évet vettem alapul, mivel ekkor született a legtöbb a cicák közül, a gyerekek számánál pedig a 3-as csoportot, mivel azon cicák vannak legtöbben, akiknek 3 gyermekük van. A számítások eredményeként azt kaptam, hogy a macska születési éve szerint a korábbi években gyengébb volt a szerzés, a 2011-es születési év erősödést hozott 2010-hez képest, 2012 pedig enyhe csökkenést. Azonban a 2012-es adatok nem tekinthetők véglegesnek, mivel csak az első háromnegyed év macska születéseit veszik figyelembe.

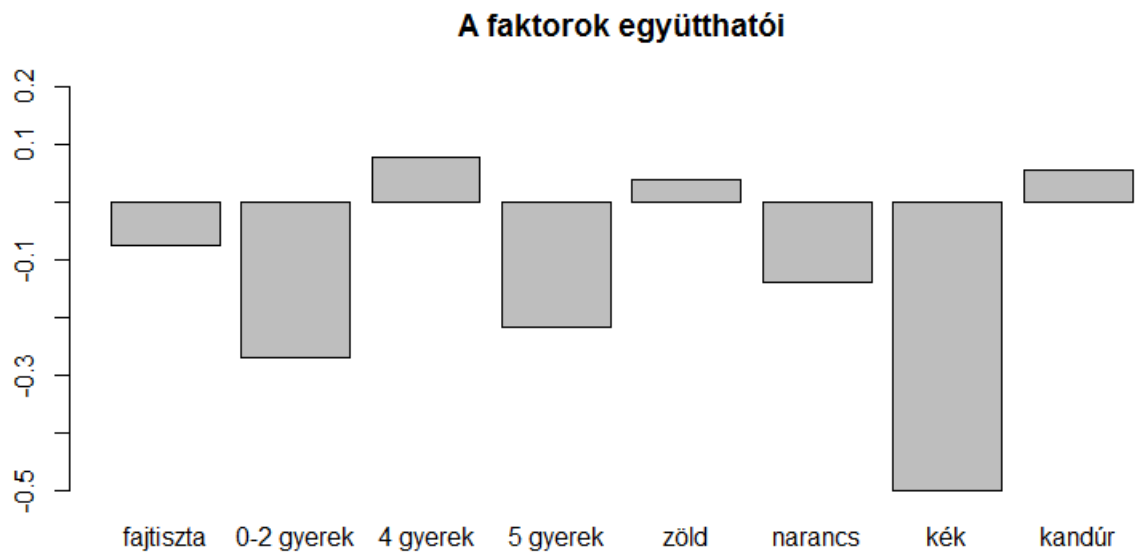
A macska fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a fajtisztá macskák várható szerzése kicsivel jobb, mint a keverék cicáké. A cirmosság tekintetében pedig az egyszínű macskával rendelkező ügynököktől jobb eredmény várható, mint akiknek cirmos cicája van. A 4 gyerekkel rendelkező macskák tulajdonosaitól várható a legmagasabb szerzésszám, kevesebb kölyök esetén jóval alacsonyabb érték várható, több gyermek esetén pedig – bár nem ilyen jelentős a különbség – de szintén alacsonyabb a szerzések számának várható értéke.

A szemszínt tekintve legjobb eredményt a zöld szemű macskák tulajdonosai érnek el, náluk kicsivel gyengébbek az arany szeműek. Kicsivel gyengébb eredmény várható a narancssárga szemszínű macskák gazdáitól, a legrosszabb pedig a kék szeműek esetében van.

A vizsgálatok alapján az kandúrok gazdái valamivel jobb eredményt érnek el, mint a nöstényeké. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltam az ügynök előző évi szerzéseinek számát, ez minimális negatív hatást mutat, azonban nagysága elhanyagolható, ezért ki is hagytam a vizsgálatból. Ez az eredmény meglepő volt, eredetileg azt gondoltuk, hogy ez lesz az egyik legfontosabb hatás.

Az 1. ábrán láthatjuk azt, hogy az egyes faktorok hogyan befolyásolják a várható

szerezésszámot. Minden faktor esetében van egy alapérték, amihez viszonyítunk, hogyha más a faktor értéke, akkor az milyen és mekkora változást okoz. Így az 1. ábrán a faktorok alapértékei nem szerepelnek, hiszen az ezekhez tartozó érték 0. Ezek az alapértékek a szereplő faktoroknál: keverék a fajtisztaság, 3 a gyermekszám, arany a szemszín, illetve nőstény a macska neme esetében.



1. ábra. A szerzésszámot befolyásoló faktorok együtthatói

## 4. Károk

### 4.1. A vizsgált adatok

A vizsgálatokat három adatforrásból végeztem: a 2012.09.30-án aktuális állománylistából, amely tartalmazza a szerződésekre vonatkozó adatokat, az aktuális kárlistából, illetve a biztosítási ügynökök nyilvántartásából, amelyben tárolva vannak az ügynökök adatai.

Az állománylistából a kötvény szintű nyilvántartást használtam, és ebből a következő mezőket vizsgáltam: kötvényszám, szerződés kezdetének a dátuma, a kötő biztosítási ügynök kódja. A kárlista alapján határoztam meg minden kötvényhez az első kár időpontját, illetve ha eddig nem volt kár, akkor azt.

Az állománylistát, a kárlistát és biztosítási ügynökök nyilvántartását az ügynök kódja, illetve a szerződés kötvényszáma alapján kötöttem össze, illetve összegző lekérdezést futtattam, hogy láthassuk a szerződések első kárának időpontját. A biztosításközvetítők adatait ugyanolyan csoportosítással, átalakítással vettem figyelembe, mint a szerzések számának vizsgálatakor. Ebben a modellben nem vizsgáltam a macskák születési évét magyarázó változóként.

### 4.2. A számítások menete és eredménye

A számítás célja egy szerződés első 3 évében meghatározni a kárbekövetkezési valószínűségeket a kötő biztosításközvetítő macskájának tulajdonságai alapján. A vizsgált 3 évben az eredményeket 3 külön modell segítségével határoztam meg. A kárbekövetkezés valószínűségének vizsgálatakor binomiális hibaeloszlást és logit link függvényt tétéleztem fel.

Ekkor az alkalmazott GLM-ben a függő változó a kárbekövetkezés valószínűsége, a magyarázó változók közül faktor a cica fajtisztasága, cirmossága, gyermekei számának csoportja, szemszíne és a neme. Numerikus magyarázó változó az ügynök szerzéseinek száma a szerződés kezdetének évében.

Mind faktor, mind numerikus változóként figyelembe vehető, hogy a macska hanyadik cicája a biztosításközvetítőnek, ezért erre mindkét módon elvégeztem a vizsgálatot. Mindhárom modellben azokat a szerződéseket vizsgáltam, amiket legalább 1, 2, illetve 3 évvel korábban kötöttek a vizsgálat időpontjához képest, azaz

pl. az, hogy egy szerződés a különböző tulajdonságainak függvényében milyen valószínűséggel törlődik az első évében, csak azon szerződések körében értelmes, amiket már legalább 1 évvel korábban megkötöttek. Ez ugyanígy érvényes a 2. és 3. év vizsgálatakor is, annyi kiegészítéssel, hogy itt még azt is meg kell vizsgálni, hogy a szerződés törlődött-e a korábbi évek során.

**Az első évben:** Az, hogy az ügynök hanyadik cicájáról van szó, numerikus változóként negatívan befolyásolja a kárbekövetkezés valószínűségét (azaz minél több macska, annál több kár várható). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már az ügynöknek, annál nagyobb a kár valószínűsége).

A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a keverék macskák tulajdonosainak várható kárainak száma kevesebb, mint a fajtiszt macskák esetében. A cirmosság tekintetében pedig az egyszínű macskák gazdáitól jobb eredmény várható, mint a cirmosokétól (azaz a cirmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be kár). Az 5 vagy annál több kiscicájú macskák gazdáitól várható a legkevesebb kár, a 3, illetve 4 gyermekesek gazdáitól több, a 0-2 gyermekkel rendelkező cicák gazdáitól pedig még sokkal több kár várható.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál az ügynököknél látnunk, akiknek a macskájának kék a szeme. Több kár következik be várhatóan a narancssárga, illetve arany szemszínű macskák gazdáinak esetében. A zöld szemű macskák gazdáinál tapasztalható a legtöbb kár.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében nagyobb a várható károk száma, mint a nőtények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez negatív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál több kár várható. Ez az eredmény már nem volt váratlan, hiszen sejthető, hogy több szerzés esetén „selejteseb” az állomány.

**A második évben:** Az, hogy az ügynök hanyadik cicájáról van szó, numerikus változóként negatívan befolyásolja a kárbekövetkezés valószínűségét (azaz minél

többedik macska, annál több kár várható). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már az ügynöknek, annál nagyobb a kár valószínűsége).

A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a keverék macskák tulajdonosainak várható kárainak száma kevesebb, mint a fajtisztá macskák esetében. A cirmosság tekintetében pedig az egyszínű macskák gazdáitól jobb eredmény várható, mint a cirmosokétól (azaz a cirmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be kár). Az 5 vagy annál több kiscicájú macskák gazdáitól várható a legkevesebb kár, a 3, illetve 4 gyermekesek gazdáitól több, a 0-2 gyermekkel rendelkező cicák gazdáitól pedig még sokkal több kár várható.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál az ügynököknél látnunk, akiknek a macskájának kék a szeme. Több kár következik be várhatóan a narancssárga, illetve arany szemszínű macskák gazdáinak esetében. A zöld szemű macskák gazdáinál tapasztalható a legtöbb kár.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében nagyobb a várható károk száma, mint a nőtények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez negatív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál több kár várható.

**A harmadik évben:** Az, hogy az ügynök hanyadik cicájáról van szó, numerikus változóként negatívan befolyásolja a kárbekövetkezés valószínűségét (azaz minél többedik macska, annál több kár várható). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már az ügynöknek, annál nagyobb a kár valószínűsége).

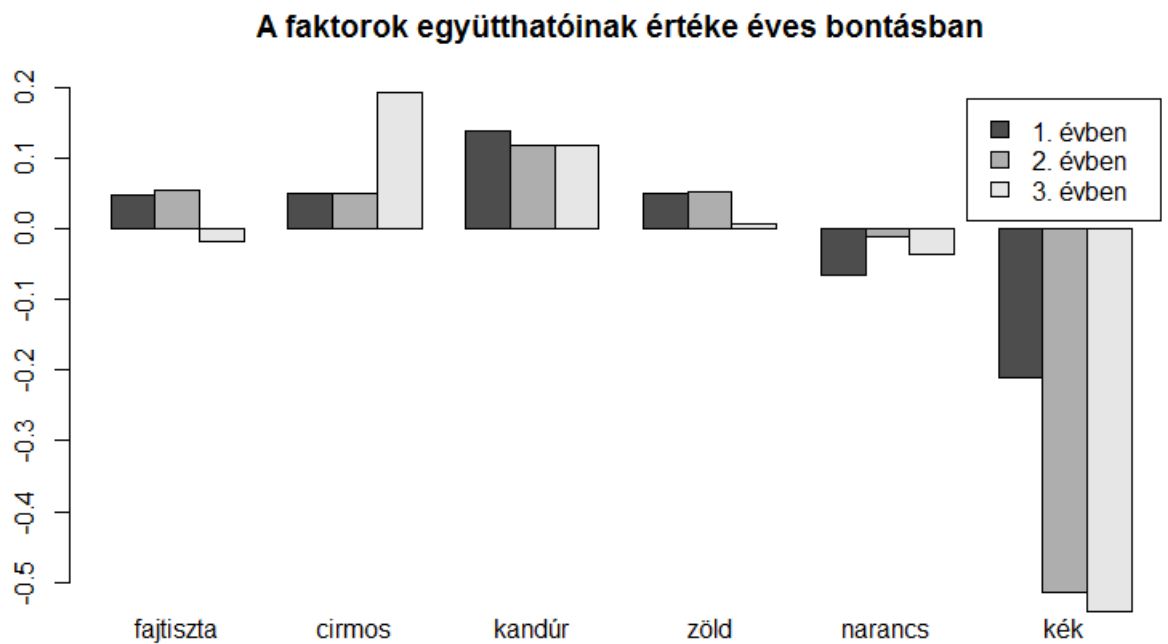
A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a keverék macskák tulajdonosainak várható kárainak száma kevesebb, mint a fajtisztá macskák esetében. A cirmosság tekintetében pedig az egyszínű macskák gazdáitól

jobb eredmény várható, mint a círmosokétól (azaz a círmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be kár). Az első két év tapasztalatától eltérően ezen modell szerint a 4 kiscicával rendelkező macskák gazdáinak esetében kiugróan magas kár bekövetkezési valószínűség jellemző, míg a többi gyermekszám esetében az eredmények hozzávetőlegesen megegyeznek.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál az ügynököknél látnunk, akiknek a macskájának kék a szeme. Több kár következik be várhatóan a narancssárga, illetve arany szemszínű macskák gazdáinak esetében. A zöld szemű macskák gazdáinál tapasztalható a legtöbb kár.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében nagyobb a várható károk száma, mint a nőtények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk itt is az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez negatív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál több kár várható.



2. ábra. A kárszámot befolyásoló faktorok együtthatói a szerződések különböző éveiben

A 2. ábrán láthatók összefoglalva a fejezet eredményei, amely bemutatja, hogy az egyes faktorok együtthatóinak értéke hogyan változik a szerződés 1., 2., illetve

3. évében. Minden faktor esetében van egy alapérték, amihez viszonyítunk, hogyha más a faktor értéke, akkor az milyen és mekkora változást okoz.

Így a 2. ábrán a faktorok alapértékei nem szerepelnek, hiszen az ezekhez tartozó érték 0. Ezek az alapértékek a szereplő faktoroknál: keverék a fajtisztaság, 3 a gyermekszám, arany a szemszín, illetve nőstény a macska neme esetében. Azt kell még figyelembe venni, hogy ezek az együtthatók a kárvalószínűségekre vonatkoznak, ezért a negatív értékek számítanak előnyösnek, míg a pozitív értékek hátrányosnak (mivel a negatív együttható csökkenti, a pozitív pedig növeli a kárbekövetkezés valószínűségét).

## 5. Törlések

### 5.1. A vizsgált adatok

A vizsgálatokat két adatforrásból végeztem: a 2012.09.30-án aktuális állománylistából, amely tartalmazza a szerződésekre vonatkozó adatokat, illetve a biztosítási ügynökök nyilvántartásából, amelyben tárolva vannak az ügynökök adatai.

Az állománylistából a kötvény szintű nyilvántartást használtam, és ebből a következő mezőket vizsgáltam: kötvényszám, szerződés kezdetének a dátuma, a törlés dátuma (élő szerződés esetén az utolsó módosítást jelenti), a szerződés állapota (élő vagy törölt), illetve a kötő biztosítási ügynök kódja.

Az állománylistát és a biztosításközvetítők nyilvántartását az ügynökök kódjának segítségével kötöttem össze, illetve összegző lekérdezést futtattam, hogy láthassuk az egy adott évben egy adott ügynökhöz tartozó szerzések számát. A biztosításközvetítők adatait ugyanolyan csoportosítással, átalakítással vettem figyelembe, mint a szerzések számának vizsgálatakor. Ebben a modellben nem vizsgáltam az ügynök macskájának születési évét magyarázó változóként.

### 5.2. A számítások eredményei

A számítás célja egy szerződés első 3 évében meghatározni a törlési valószínűségeket a kötő biztosításközvetítő tulajdonságai alapján. A vizsgált 3 évben az eredményeket 3 külön modell segítségével határoztam meg. A törlés valószínűségének vizsgálatakor binomiális hibaeloszlást és logit link függvényt tételeztem fel.

Ekkor az alkalmazott GLM-ben a függő változó a törlés valószínűsége, a magyarázó változók közül faktor a cica fajtisztasága, cirmossága, gyermekei számának csoportja, szemszíne és a neme. Numerikus magyarázó változó az ügynök szerzéseinek száma a szerződés kezdetének évében.

Mind faktor, mind numerikus változóként figyelembe vehető, hogy a macska hanyadik cicája a biztosításközvetítőnek, ezért erre mindkét módon elvégeztem a vizsgálatot. Mindhárom modellben azokat a szerződéseket vizsgáltam, amiket legalább 1, 2, illetve 3 évvel a vizsgálat kezdete előtt kötöttek, azaz pl. az, hogy egy szerződés a különböző tulajdonságainak függvényében milyen valószínűséggel törlődik az első évében, csak azon szerzések körében értelmes, amiket legalább 1 évvel



korábban megkötöttek. Ez ugyanígy érvényes a 2. és 3. év vizsgálatokor is, annyi kiegészítéssel, hogy itt még azt is meg kell vizsgálni, hogy a szerződés törlődött-e a korábbi évek során.

**Az első évben:** Az, hogy az ügynöknek hanyadik macskájáról van szó, numerikus változóként pozitívan befolyásolja a törlés valószínűségét (azaz minél többedik macskánál tart, annál kisebb a törlés valószínűsége). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már, annál kisebb a törlés valószínűsége).

A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatokor az állapítható meg, hogy a keverék macskák gazdáinak várható törlési száma magasabb, mint a fajtisztá macskák esetében. A cirmosság tekintetében az egyszínű macskák gazdáitól jobb eredmény várható, mint a cirmosokétól (azaz a cirmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be törlés). A 4 gyermekes cicák gazdáitól várható a legkevesebb törlés, az 5 vagy annál több, illetve a 3 gyermekes macskák gazdáinál több, a 0-2 kiscicás macskák gazdáitól pedig még sokkal több törlés várható.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál látunk, akiknek a macskájának narancssárga a szemszíne. Több törlés következik be várhatóan a zöld, illetve arany szemű macskával rendelkező közvetítők esetében. Kiugróan magas a törlések aránya azok körében, akiknek kék színű a macskájuk szeme.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében kisebb a várható törlések száma, mint a nőtények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez pozitív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál kevesebb törlés várható, ami igen meglepő eredmény.

**A második évben:** Az, hogy az ügynöknek hanyadik macskájáról van szó, numerikus változóként pozitívan befolyásolja a törlés valószínűségét (azaz minél többedik macskánál tart, annál kisebb a törlés valószínűsége). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már, annál kisebb a törlés valószínűsége).

A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a keverék macskák gazdáinak várható törlési száma magasabb, mint a fajtisztá macskák esetében. A cirmosság tekintetében az egyszínű macskák gazdáitól jobb eredmény várható, mint a cirmosokétól (azaz a cirmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be törlés). A 4 gyermekes cicák gazdáitól várható a legkevesebb törlés, az 5 vagy annál több, illetve a 3 gyermekes macskák gazdáinál több, a 0-2 kiscicás macskák gazdáitól pedig még sokkal több törlés várható.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál látunk, akiknek a macskájának narancssárga a szemszíne. Több törlés következik be várhatóan a zöld, illetve arany szemű macskával rendelkező biztosítás közvetítők esetében. Kiugróan magas a törlések aránya azok körében, akiknek kék színű a macskájuk szeme.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében kisebb a várható törlések száma, mint a nőtények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez pozitív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál kevesebb törlés várható, ami igen meglepő eredmény.

**A harmadik évben:** Az, hogy az ügynöknek hanyadik macskájáról van szó, numerikus változóként pozitívan befolyásolja a törlés valószínűségét (azaz minél többedik macskánál tart, annál kisebb a törlés valószínűsége). Faktorként figyelembe véve ugyanezt az eredményt kapjuk (azaz minél több cicája volt már, annál kisebb a törlés valószínűsége).

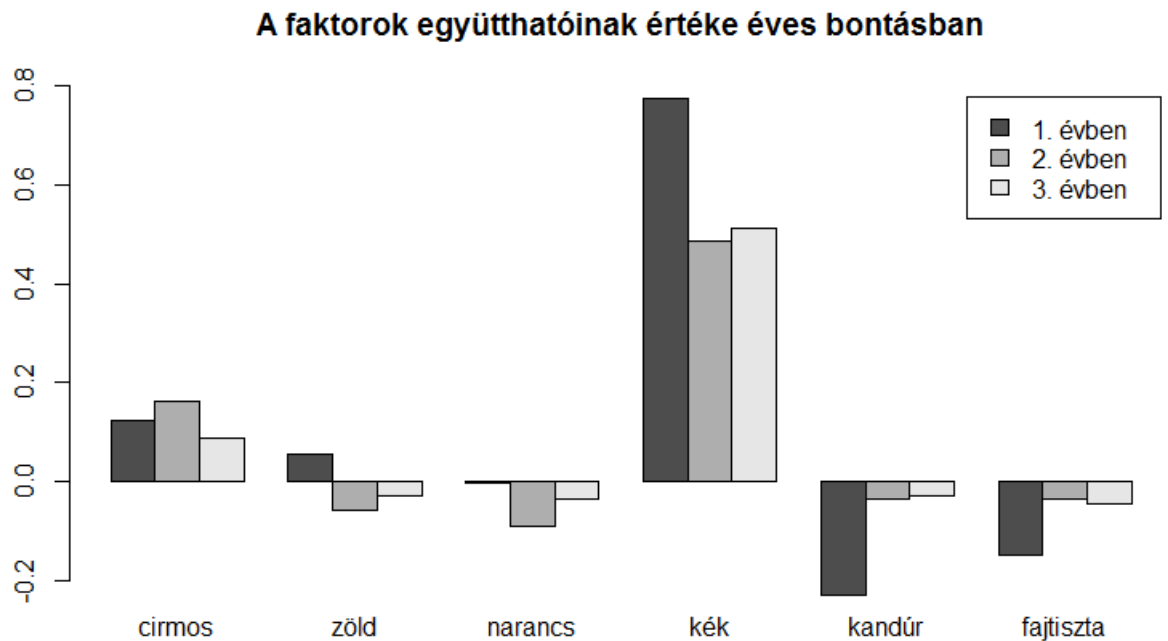
A faktor változók esetében a macska gyermekszámának csoportjai közül a 3-ast vettem alapul, mivel a vizsgált cicák közül a legtöbbnek 3 gyereke van.

Az ügynök macskája fajtisztaságának vizsgálatakor az állapítható meg, hogy a keverék macskák gazdáinak várható törlési száma magasabb, mint a fajtisztá macskák esetében. A cirmosság tekintetében az egyszínű macskák gazdáitól jobb eredmény várható, mint a cirmosokétól (azaz a cirmos cicák gazdái által szerzett szerződések esetében várhatóan nagyobb eséllyel következik be törlés). A 4 gyermekes cicák gazdáitól várható a legkevesebb törlés, az 5 vagy annál több, illetve a 3 gyer-

mekes macskák gazdáinál több, a 0-2 kiscicás macskák gazdáitól pedig még sokkal több törlés várható.

A macskák szemszínét tekintve legjobb eredményt azoknál látunk, akiknek a macskájának narancssárga a szemszíne. Több törlés következik be várhatóan a zöld, illetve arany szemű macskával rendelkező biztosítás közvetítők esetében. Kiugróan magas a törlések aránya azok körében, akiknek kék színű a macskájuk szeme.

A vizsgálatok alapján a kandúrok gazdáinak esetében kisebb a várható törlések száma, mint a nőstények esetében. Numerikus magyarázó változóként vizsgáltuk az ügynök szerzéseinek számát a szerződés kezdetének évében, ez pozitív hatást mutat, azaz az ügynök minél többet szerzett, annál kevesebb törlés várható, ami igen meglepő eredmény.



3. ábra. A törlésszámot befolyásoló faktorok együtthatói a szerződések különböző éveiben

A 3. ábrán láthatók összefoglalva a fejezet eredményei, amely bemutatja, hogy az egyes faktorok együtthatóinak értéke hogyan változik a szerződés 1., 2., illetve 3. évében. Minden faktor esetében van egy alapérték, amihez viszonyítunk, hogyha más a faktor értéke, akkor az milyen és mekkora változást okoz.

Így a 3. ábrán a faktorok alapértékei nem szerepelnek, hiszen az ezekhez tartozó érték 0. Ezek az alapértékek a szereplő faktoroknál: keverék a fajtisztaság, 3 a gyermekszám, arany a szemszín, illetve nőstény a macska neme esetében.

Azt kell még figyelembe venni, hogy ezek az együtthatók a törlési valószínűségekre vonatkoznak, ezért a negatív értékek számítanak előnyösnek, míg a pozitív értékek hátrányosnak (mivel a negatív együttható csökkenti, a pozitív pedig növeli a törlés valószínűségét).

## 6. Összefüggés vizsgálat

Ezen elemzés során azt vizsgáltam, hogy van-e összefüggés az üzletkötők és szerződők macskáinak gyerekszáma között a szerződés megkötésének időpontjában. A motivációt az adja ehhez a vizsgálatához, hogy megtudjuk azt, hogy egy üzletkötő, akinek a macskájának adott számú kiscicája van ugyanolyan valószínűséggel köt-e hasonló számú kiscicával rendelkező macskák gazdáival szerződést (pl. mert a cicáiknak hasonlóak a problémái), vagy ez a tényező nem meghatározó szempont a biztosítási szerződés létrejöttében. A szerződők esetében azokat vizsgáltam, akiknél meg van adva az, hogy a macskájuknak hány kiscicája van.

Elsőként grafikusan ábrázoltam a szerződők és ügynökök macskáinak gyerekszámát, csoportosítás nélkül. Ekkor a 4. ábrának megfelelően nem látható összefüggés a szerződők és ügynökök cicáinak gyerekszáma között. A további vizsgálatokat csoportra



4. ábra. A szerződők és ügynökök macskáinak gyermekszámai a biztosítási szerződések esetében

tokra végeztem el. Az ügynököket macskáinak gyermekszámát ebben az esetben is az előzőekhez hasonlóan osztottam csoportokba: 0 jelöli a 0-2, 3 a 3, 4 a 4, végül 5 az 5 vagy annál több kiscicával rendelkező macskák gazdáit. A szerződők csoportokba sorolása teljesen analóg módon történt az ügynökökével. 2 módon hasonlítottam össze az ügynökök és szerződők csoportjait: a közöttük fennálló korrelációt számoltam, illetve Khi-négyzet próbát végeztem. A korreláció vizsgálatával a különböző módszerek (Spearman, Kendall, Pearson) 5-7% közötti értéket adtak, gyakorlatilag ez az eljárás nem mutat összefüggést a vizsgált változók között.

Ezután Khi-négyzet próbát alkalmaztam a csoportokra, és ennek eredményeként nagyon kicsi p-értéket kaptam, azaz minden szokásos szignifikancia szint mellett el kell vetni a változók függetlenségét. Ez azt mutatja, hogy létezik olyan csoport, ahol van összefüggés a biztosítás közvetítő és a szerződő macskájának gyerekszáma között, ezt egy gyakorisági táblázat segítségével foglaltam össze.

A gyakorisági táblázatban szerepel az, hogy mennyi lenne függetlenség esetén az ügynökök és szerződők várható létszáma az egyes csoportokban, illetve, hogy a megfigyelések szerint mekkorák ezek a létszámok. A tényleges és várható létszámok a különböző korcsoportokban az 1. táblázatban láthatók.

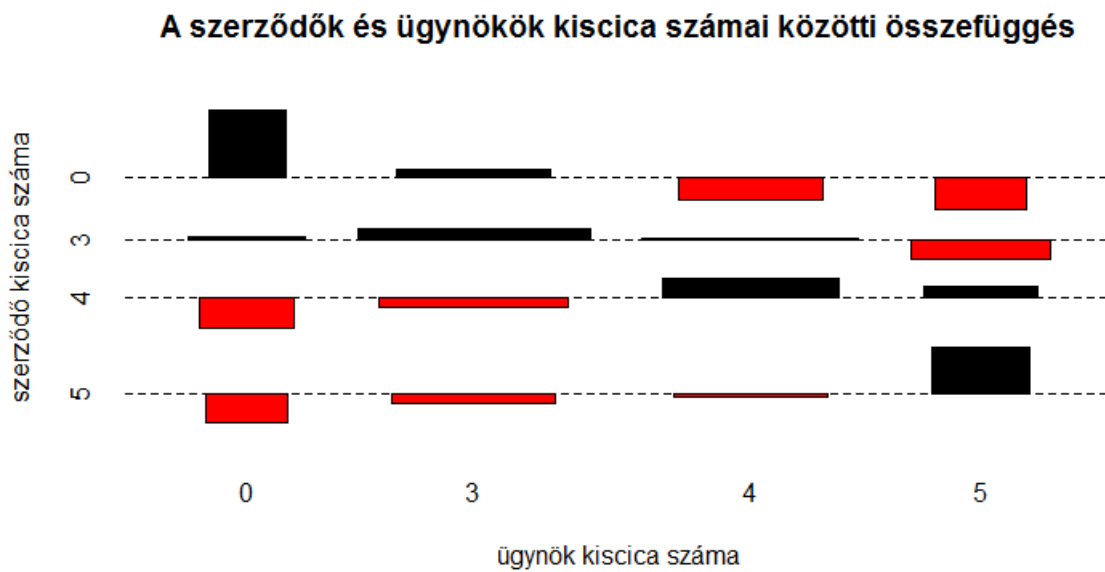
	0	3	4	5
0	2101 (1473)	3363 (3340)	1871 (2223)	1362 (1662)
3	6078 (5929)	13732 (13442)	8716 (8946)	6478 (6688)
4	4739 (5138)	11691 (11649)	8165 (7753)	5742 (5797)
5	1740 (2118)	4447 (4802)	3365 (3196)	2954 (2390)

1. táblázat. A tényleges és várható létszámok az ügynökök és szerződők egyes csoportjaiban a macskáik gyermekszáma szerint

Jelentős eltérést láthatunk a 0-2 és 5-nél több kiscicával rendelkező macskák gazdáinál, ezeknél a csoportoknál az látható, hogy az ügynökök sokkal több szerződést kötnek a kiscica szám szerint azonos csoportba tartozó szerződőkkel, mintha a szerződők és ügynökök macskáinak gyerekszáma független volna egymástól. Ez látható az 5. ábrán is. Azaz részletesebben: a 0-2 kiscicás macskák gazdái jóval több szerződést kötnek a 0-2 kiscicás szerződőkkel, mint az várható lenne, ugyanakkor jóval kevesebbet a 4, illetve 5 vagy annál több kiscicásokkal. A 3 kiscicás üzletkötőknél nem jelentős ez a különbség, és a 4 kiscicás üzletkötők esetében sem (bár itt már nagyobb, mint a 3 kiscicásoknál). Az 5 vagy annál több kiscicás üzletkötőknél az tapasztalható, hogy sokkal többet szereznek az azonos, azaz legalább 5 kiscicás ügyfelek körében, illetve jóvan kevesebbet a 0-2 és 3 kiscicás szerződők esetében, mint

az független változók esetén várható lenne. Ez megmagyarázza azt is, hogy miért nem jelentős a korreláció, ugyanis csak egyes csoportokban tapasztalható jelentős összefüggés, a csoportok többségében nem.

A vizsgálat eredménye fontos lehet a biztosítónak abban az esetben, ha valamilyen ügyfélszegmens arányát növelni akarja. Az eredmények alapján ez bizonyos csoportokban lehetséges úgy, hogy törekszünk a megfelelő ügynökközzetétel kialakítására.



5. ábra. Eltérések a függetlenség esetén feltételezett, és a tényleges elemszámok között az ügynökök és szerződők kiscica szám szerinti csoportjainak tekintetében

## 7. A jelenlegi állomány értékelése

A dolgozat ezen részében azt vizsgáltam, hogy a GLM által megadott modell szerint mely ügynökök teljesítenek a tőlük elvárthoz képest megfelelően, illetve rosszabbul.

Ez két módon történt: a modell megad egy várható értéket a szerzések, törlések és károk számára és ebből az egyik esetben egyoldali konfidencia intervallumot szerkesztettem, azaz a szerzések esetében egy alsó, a törlések és károk esetében pedig egy felső korlátot adtam az értékekre. A másik esetben azt vizsgáltam, hogy a modell által adott paraméter mellett mekkora az esélye az adott üzletkötő tényleges szerzés, törlés vagy kár darabszámának, amennyiben az szerzés esetén kisebb, törlés illetve kár esetén pedig nagyobb a modell által adott várható értéknél.

Ezutóbbi esetben azt mondjuk, hogy ha például legalább 5% ez a valószínűség, akkor elfogadjuk, viszont ha 5%-nál kisebb, akkor az adott üzletkötő nem megfelelően teljesít ahhoz képest, mint amit a modell szerint elvárhatnánk tőle. A konfidencia intervallum esetén 95%-os valószínűséget vizsgáltam, azaz azt néztem meg, hogy mi az a szerzés szám, aminél az adott üzlet kötő 95% valószínűséggel nagyobb szerzésszámot ér el, illetve mi az a törlés, illetve kár darabszám, aminél 95% eséllyel kevesebbet kell elérnie. A két módszer ebben az esetben megegyezik. A 95%-os konfidenciaintervallumot (és párjaként az 5%-nál nagyobb valószínűségeket), illetve a 90%-os konfidenciaintervallumot (és párjaként a 10%-nál nagyobb valószínűségeket) határoztam meg. Hozzá kell tenni, hogy mivel a Poisson és binomiális eloszlások diszkrét eloszlások, nem pontosan 95% lesz ez a valószínűség, hanem valamivel kevesebb.

### 7.1. Szerzések

Az ügynökök szerzéseinek számára alsó határt szeretnénk adni, ami fölött elfogadható a teljesítményük, alatta viszont nem. Ez az előbb leírt módon történhet.

Elsőként a 95%-os konfidencia intervallum alsó határát és ezzel együtt azt határoztam meg, hogy az adott üzletkötő tényleges szerzéseinek számának valószínűsége meghaladja-e az 5%-ot a modell által adott paraméter mellett.

A Poisson-eloszlás paraméterének becslésével megkapjuk az elvárt szerzések várható értékét az adott üzletkötőre a tulajdonságai szerint. A várható értékből meg-



szerkesztjük a közelítőleg 95%-os konfidencia intervallum alsó határát, hogy megtudjuk, hogy az egyes üzletkötők teljesítménye hogyan viszonyul hozzá, valamint megadjuk, hogy a fenti valószínűség nagyobb-e 5%-nál.

A 2 táblázatban szemléltetésképpen bemutatjuk 15 olyan jelenleg is állományban lévő ügynökök teljesítményét, akiknél az így meghatározott 95%-os minimum alatt van a szerzések száma. A második esetben a 90%-os konfidencia intervallum

szulev	kód	szerzesek	fitted	also95	vszinuseg
2012	1	4	20.7926	14.0000	0.0000
2012	2	2	13.2869	8.0000	0.0002
2012	3	6	21.6652	14.0000	0.0001
2012	4	5	16.6410	10.0000	0.0009
2012	5	8	14.4414	9.0000	0.0498
2012	6	1	18.9237	12.0000	0.0000
2012	7	2	21.1354	14.0000	0.0000
2012	8	8	14.6407	9.0000	0.0450
2012	9	7	22.8344	15.0000	0.0001
2012	10	4	22.3504	15.0000	0.0000
2012	11	2	21.1354	14.0000	0.0000
2012	12	3	20.2993	13.0000	0.0000
2012	13	4	20.0991	13.0000	0.0000
2012	14	2	30.5068	22.0000	0.0000
2012	15	3	13.3925	8.0000	0.0008

2. táblázat. A szerzések tekintetében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

alsó határát és ezzel együtt azt határoztam meg, hogy az adott üzletkötő tényleges szerzéseinek számának valószínűsége meghaladja-e a 10%-ot a modell által adott paraméter mellett.

A Poisson-eloszlás paraméterének becslésével megkapjuk az elvárt szerzések vár-

ható értékét az adott üzletkötőre a tulajdonságai szerint. A várható értékből megszerkesztjük a közelítőleg 90%-os konfidencia intervallum alsó határát, hogy megtudjuk, hogy az egyes üzletkötők teljesítménye hogyan viszonyul hozzá, valamint megadjuk, hogy a fenti valószínűség nagyobb-e 10%-nál.

A 3 táblázatban bemutatunk példaként 15-öt azon jelenleg is állományban lévő ügynökök teljesítménye közül, akiknél az így meghatározott 90%-os minimum alatt van a szerzések száma.

szulev	kód	szerzesek	fitted	also90	vszinuseg
2012	1	4	20.7926	15.0000	0.0000
2012	2	2	13.2869	9.0000	0.0002
2012	3	6	21.6652	16.0000	0.0001
2012	4	5	16.6410	12.0000	0.0009
2012	5	8	14.4414	10.0000	0.0498
2012	6	10	15.8550	11.0000	0.0825
2012	7	1	18.9237	13.0000	0.0000
2012	8	2	21.1354	15.0000	0.0000
2012	9	8	14.6407	10.0000	0.0450
2012	10	7	22.8344	17.0000	0.0001
2012	11	4	22.3504	16.0000	0.0000
2012	12	2	21.1354	15.0000	0.0000
2012	13	3	20.2993	15.0000	0.0000
2012	14	4	20.0991	14.0000	0.0000
2012	15	2	30.5068	24.0000	0.0000

3. táblázat. A szerzések tekintetében rosszul teljesítő ügynökök 90%-os konfidencia szint esetén

## 7.2. Károk

Az ügynökök káraitra olyan felső határt adunk, ami alatt elfogadható a kárgyakoriság, felette viszont nem. Jelen esetben 95%-os megbízhatósági szint esetén határozok meg ügynökönként olyan határértékeket, amely fölött nem elfogadható a károk száma. Az eljárással segítséget adhatunk például a belső ellenőrnek az esetleges csalások felderítéséhez.

Ebben az esetben a binomiális-eloszlás paramétereinek becslésével megkapjuk a tulajdonságai alapján meghatározott, adott ügynökre vonatkozó várható kár bekövetkezési valószínűséget. A várható törlési valószínűségből és a szerzések számából megszerkesztjük a közelítőleg 95%-os konfidencia intervallum felső határát, hogy megtudjuk, hogy az egyes üzletkötők teljesítménye hogyan viszonyul hozzá, és ezzel együtt meghatározzuk, hogy az adott üzletkötő tényleges kárbekövetkezési száma meghaladja-e a modell által adott 95%-os maximumot.

A 4., az 5., és a 6. táblázatokban bemutatom azon jelenleg is állományban lévő ügynökök teljesítményét, akiknél az így meghatározott 95%-os maximum felett van a tényleges kár bekövetkezési valószínűség.

szulev	károk száma	határérték
2009	5	4
2009	26	16
2011	4	3
2009	4	3
2010	6	4
2009	6	4
2009	7	5
2011	3	2
2011	15	10
2009	6	5
2010	4	3
2010	30	29

4. táblázat. A károk tekintetében a szerződés első évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

szulev	károk száma	határérték
2009	74	45
2009	5	2
2009	26	8
2009	4	2
2010	5	2
2009	3	2
2009	8	7
2009	6	2
2010	2	1
2009	7	3
2010	4	2
2010	30	15

5. táblázat. A károk tekintetében a szerződés második évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

szulev	károk száma	határérték
2009	63	50
2009	1	0
2009	23	5
2009	4	3
2009	8	5
2009	6	2
2009	6	4
2009	7	2
2009	9	7
2009	3	2
2009	4	3
2009	1	0

6. táblázat. A károk tekintetében a szerződés harmadik évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

### 7.3. Törlések

Az ügynökök törléseire olyan felső határt adunk, ami alatt elfogadható a törlési valószínűség, felette viszont nem. Jelen esetben 95%-os megbízhatósági szint esetén határozok meg ügynökönként olyan határértékeket, amely fölött nem elfogadható a törlések száma.

Ebben az esetben a binomiális-eloszlás paramétereinek becslésével megkapjuk a tulajdonságai alapján meghatározott, adott ügynökre vonatkozó várható törlési valószínűséget. A várható törlési valószínűségből és a szerzések számából megszerkesztjük a közelítőleg 95%-os konfidencia intervallum felső határát, hogy megtudjuk, hogy az egyes üzletkötők teljesítménye hogyan viszonyul hozzá, és ezzel együtt meghatározzuk, hogy az adott üzletkötő tényleges törlési száma meghaladja-e a modell által adott 95%-os maximumot.

A 7., a 8., és a 9. táblázatokban bemutatom azon jelenleg is állományban lévő ügynökök teljesítményét, akiknél az így meghatározott 95%-os maximum felett van a tényleges kár bekövetkezési valószínűség.

kezdő év	törlések száma	határérték
2011	21	2
2011	24	1
2011	19	3
2011	20	2
2011	55	0
2011	21	1
2011	38	36
2011	18	3
2011	13	7
2011	37	2
2011	24	1

7. táblázat. A törlések tekintetében a szerződések első évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

kezdő év	törlések száma	határérték
2010	27	21
2010	34	8
2010	25	16
2010	25	24
2010	26	13
2010	28	6
2010	25	21
2010	30	10
2010	33	3
2010	29	7

8. táblázat. A törlések tekintetében a szerződések második évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

kezdő év	törlések száma	határérték
2009	45	10
2009	115	8
2009	34	27
2009	37	14
2009	38	15
2009	38	16
2009	37	26
2009	47	7
2009	37	17

9. táblázat. A törlések tekintetében a szerződések harmadik évében rosszul teljesítő ügynökök 95%-os konfidencia szint esetén

## 8. Tervezés

Ez a fejezet bemutatja az eddigi modellek egyik legfontosabb alkalmazási módját: hogy megadott tervekhez, pl. új szerzéshez, vagy állomány darabszámhoz mennyi üzletkötőre van szükség. Ez két féle módon történhet: a modellekből kinyert várható szerzésszámok, törlésszámok, illetve kárszámok alapján, vagy a modellek által megadott eloszlások segítségével különböző scenáriókat lehet generálni, így az eredmény nem csupán a várható érték, hanem különböző lehetséges kimenetek. Jelen dolgozat keretei között az első módszer segítségével végeztem a számításokat.

Vegyük azt az esetet, amikor a terv az állomány tervezett méretére vonatkozik. Ekkor a biztosító vezetése megadja, hogy 1 év múlva mekkora állománnyal kell rendelkezni a biztosítónak, és ehhez kell megadni a szükséges üzletkötői létszámot.

Azt, hogy hány üzletkötőre van szükség, befolyásolja, hogy milyen tulajdonságú üzletkötőkről van szó, hiszen a modell lényege, hogy különböző tulajdonságokkal rendelkező üzletkötők különböző mennyiségű szerződést szereznek, illetve az általuk kötött szerződések törlési- és kárbekövetkezési valószínűségei is különbözőek. Így fontos azt meghatározni, hogy milyen tulajdonságú üzletkötőket veszünk fel. Megfelelő közelítés például, ha azt tesszük fel, hogy az eddigi üzletkötő állomány összetételével azonos marad a biztosításközvetítői állomány. Ehhez jó kiegészítés, ha megvizsgáljuk, hogy egy-egy paraméteren belül az arányok eltolódása milyen hatással van az eredményekre (pl. ha megnő a férfiak aránya a biztosításközvetítők között). A jelen munkában csak azzal az esettel foglalkozom, amikor az üzletkötő állomány összetételét konstansnak tételezzük fel.

Egy másik kérdés, hogy az üzletkötők körében igen nagy a fluktuáció, ezért az ügynökök törlődését is figyelembe kell venni. A törlődési valószínűségüket (pl. egy éven belül) ugyanolyan módon lehet modellezni, mint a szerződések törlődését, azaz GLM-mel binomiális eloszlást feltételezve. Ebben az esetben a számítások elvégzéséhez konstans törlési rátát tételeztem fel.

Jelen esetben azt a legegyszerűbb esetet vizsgáltam, amikor az van megadva, hogy hány új szerződést kell kötni a következő évben, így a meglévő állomány törlődését nem kell figyelembe venni. Vezessük be a következő jelöléseket: legyen  $N$  az elérni kívánt új szerzések száma,  $c$  a jelenlegi üzletkötői létszám,  $r$  a szükséges üzletkötői létszám,  $x$  a keresett szorzó,  $E$  a jelenlegi üzletkötő állomány várható

szerzésszáma és  $l$  az üzletkötők éves törlési rátája. Ekkor

$$N = xE \Rightarrow x = \frac{N}{E},$$

ahol  $N$  és  $E$  meg van adva. Így összesen  $cx$  üzletkötőre lenne szükség, ha az üzletkötők nem törlődnének. Mivel azonban az üzletkötők törlődnek, a szükséges üzletkötői létszám:

$$r = \frac{cx}{1-l}.$$

Azaz  $r - c = c\left(\frac{x}{1-l} - 1\right)$  üzletkötőt kell újonnan felvenni.

A modell egy másik lehetséges alkalmazása a tervezésben, hogy segítségével becslést lehet adni a következő évi össz kárnagyságra, ha tudunk egy átlagos kárnagyságot a károkról. Hiszen a várható kárnagyság a várható kár darabszám és átlagos kárnagyság szorzataként áll elő, a várható kárdarabszámot pedig meg tudjuk határozni a modell segítségével.



## 9. Összefoglalás

A dolgozatban láttuk azt, hogy az üzletkötők milyen tulajdonságai, és hogyan befolyásolják a teljesítményüket, amit a szerzéseik számával, illetve a szerződéseik törlési illetve kárbekövetkezési valószínűségével mérünk.

Először a korábbi témához kapcsolódó vizsgálatokat ismertettem, majd ezt követte a statisztikai módszer, a GLM ismertetése és a hozzá tartozó paraméterek becslése.

Ezt követően azt láttuk, hogy a szerzés számok tekintetében az ideális ügynök (akitől a legmagasabb szerzésszám várható) cicája keverék, 4 kiscicás, zöld szemű és kandúr.

A károk bekövetkezésének valószínűségét vizsgálva az derült ki, hogy az ideális ügynök ebből a szempontból (azaz akinél a legkevesebb kár várható) keverék, egyszínű, nőstény és kék szemű.

A törlési valószínűségek elemzésekor pedig az látszik, hogy ebből a szempontból az ideális ügynök fajtisza, egyszínű, narancssárga szemű és kandúr.

Összességében tehát nagyrészt attól függ, hogy ki az ideális ügynök, hogy milyen szempontból vagyunk rá kíváncsiak.

Az összefüggésvizsgálat során az derült ki, hogy a 0-2 kiscicás és az 5 vagy annál több kiscicás ügynökök jóval több szerződést kötnek az azonos kiscica számú szerződő csoportokban, mint amennyi várható lenne, ha az ügynökök és szerződők kiscica száma független lenne. A többi csoportban viszont azt tapasztaltuk, hogy nem függ a szerződő kiscica száma a biztosításközvetítő kiscica számától.

A jelenlegi üzletkötő állomány értékelése során kiderült, hogy elég sok üzletkötő szerez kevesebbet a tőle elvárt minimumnál. Ugyanakkor a károk és törlések esetében jobb a helyzet, azaz kevesebb olyan üzletkötő van, akinek több szerződése törlődik, vagy több kár következik be a szerződésére, mint amennyi számára elfogadható lenne.

Természetesen tudjuk, hogy az elvégzett vizsgálatok a szükséges vizsgálatoknak csak egy részét jelentik. Például a kár- és törlési valószínűségeknél fontos figyelembe venni a szerződés jellemzőit is.

Végül bepillantást nyerhettünk abba, hogy a korábban ismertetett modelleket hogyan lehet alkalmazni az állomány tervezésére, például ha az van meghatározva, hogy mekkora legyen az állomány mérete egy év múlva, vagy hogy hogyan lehet a

várható kárnagyságot megbecsülni.

További alkalmazási lehetőség a tervezési rész bővebb kifejtése, illetve lehetséges az üzletkötők törlődésének modellezése a jelen dolgozatban ismertetett szerződések törlődésével analóg módon.

## Hivatkozások

- [1] Duncan ANDERSON – Sholom FELDBLUM – Claudine MODLIN – Doris SCHIRMACHER – Ernesto SCHIRMACHER – Neeza THANDI: *A Practitioner's Guide to Generalized Linear Models*. 2007.
- [2] William L. CRON – JR. JOHN W. SLOCUM: The influence of career stages on salespeople's job attitudes, work perceptions, and performance. In *Journal of Marketing Research*, 23. évf. (1986) 2. sz., 119–129. p.
- [3] Lawrence A. CROSBY – Nancy STEPHENS: Effects of relationship marketing on satisfaction, retention, and prices in the life insurance industry. In *Journal of Marketing Research*, 24. évf. (1987) 4. sz., 404–411. p.
- [4] Steven HABERMAN – Arthur E. RENSHAW: Generalized linear models and actuarial science. In *The Statistician*, 45. évf. (1996) 4. sz., 407–436. p.
- [5] Kay L. KECK – Thomas W. LEIGH – James G. LOLLAR: Critical success factors in captive, multi-line insurance agency sales. In *Journal of Personal Selling and Sales Management*, XV. évf. (1995) 1. sz.
- [6] James C. MCELROY – Paula C. MORROW – Mark L. POWER – Zafar IQBAL: Commitment and insurance agent's job perceptions, attitudes, and performance. In *The Journal of Risk and Insurance*, 60. évf. (1993) 3. sz., 363–384. p.
- [7] Divya NEGI, Dr. – Praveen SINGH: Demographic analysis of factors influencing purchase of life insurance products in India. In *European Journal of Business and Management*, 4. évf. (2012) 7. sz.
- [8] Esbjörn OHLSSON – Björn JOHANSSON: *Non-Life Insurance Pricing with Generalized Linear Models*. Springer-Verlag, 2010.
- [9] James H. TURNER: An analysis of factors affecting life insurance agent sales performance. In *Academy of Marketing Studies Journal*, 12. évf. (2008) 1. sz.

## A. R parancsok

```
data<-read.csv("osszesített_ugynokok.csv", header=TRUE, sep=";")
data$szulev=as.factor(data$szulev)
data$szulev=relevel(data$szulev, ref="2010")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$hanyadik=as.factor(data$hanyadik)
data$elozo_evi=as.numeric(data$elozo_evi)
data$allomanyban_nap=as.numeric(data$allomanyban_nap)
szerzesek<-glm(szerzesek ~ szulev + fajtiszt + cirmos + hanyadik +
  gyereksz + szemszin + nem + eloza_evi, family = poisson,
  data = data, weights = allomanyban_nap)
summary(szerzesek)
```

```
data<-read.csv("osszesített_ugynokok.csv", header=TRUE, sep=";")
View(data)
data$szulev=as.factor(data$szulev)
data$szulev=relevel(data$szulev, ref="2010")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$hanyadik=as.numeric(data$hanyadik)
data$eloza_evi=as.numeric(data$eloza_evi)
data$allomanyban_nap=as.numeric(data$allomanyban_nap)
szerzesek<-glm(szerzesek ~ szulev + fajtiszt + cirmos + hanyadik +
  gyereksz + szemszin + nem + eloza_evi, family = poisson,
  data = data, weights = allomanyban_nap)
summary(szerzesek)
```

```
data$fitted<-fitted(szerzesek)
data$also95<-qpois(0.05, data$fitted)
data$db95_eleri<-ifelse(data$szerzesek<data$also95, "kisebb", "eléri")
data$also90<-qpois(0.1, data$fitted)
data$db90_eleri<-ifelse(data$szerzesek<data$also95, "kisebb", "eléri")
data$vszinuseg<-ppois(data$szerzesek, data$fitted)
data$vseg_eleri95<-ifelse(data$vszinuseg>0.05, "eléri", "kisebb")
data$vseg_eleri90<-ifelse(data$vszinuseg>0.1, "eléri", "kisebb")
View(data)
```

```

rosszak_90<-subset(data, vseg_eleri90=="kisebb", select=c(szulev,
  kód, allomanyban_van, szerzesek, fitted, also90, vszinuseg))
View(rosszak_90)
rosszak_95<-subset(data, vseg_eleri95=="kisebb", select=c(szulev,
  kód, allomanyban_van, szerzesek, fitted, also95, vszinuseg))
View(rosszak_95)
rosszak_90elok<-subset(rosszak_90, allomanyban_van==1, select=c(szulev,
  kód, szerzesek, fitted, also90, vszinuseg))
View(rosszak_90elok)
rosszak_95elok<-subset(rosszak_95, allomanyban_van==1, select=c(szulev,
  kód, szerzesek, fitted, also95, vszinuseg))
View(rosszak_95elok)

data<-read.csv("ugynok_kotveny_karok.csv", header=TRUE, sep=";")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$hanyadik=as.factor(data$hanyadik)
data$szerzes=as.numeric(data$szerzes)
karok1<-glm(elsevben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min_1==1)
summary(karok1)
karok2<-glm(masodik_evben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min_2==1)
summary(karok2)
karok3<-glm(harmadik_evben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min_3==1)
summary(karok3)

data<-read.csv("ugynok_kotveny_karok.csv", header=TRUE, sep=";")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$szerzes=as.numeric(data$szerzes)
View(data)
karok1<-glm(elsevben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min_1==1)
summary(karok1)

karok2<-glm(masodik_evben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min_2==1)
summary(karok2)
karok3<-glm(harmadik_evben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,

```

```

    family=binomial, data=data,, subset=min_3==1)
summary(karok3)
data1<-subset(data, min_1==1 & TOROLT==9)
data2<-subset(data, min_2==1 & TOROLT==9)
data3<-subset(data, min_3==1 & TOROLT==9)

aggr1<-aggregate(cbind(min_1, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+
  szemszin+nem+gyereksz+hanyadik, data=data1, sum)
aggr2<-aggregate(cbind(min_2, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+
  szemszin+nem+gyereksz+hanyadik, data=data2, sum)
aggr3<-aggregate(cbind(min_3, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+
  szemszin+nem+gyereksz+hanyadik, data=data3, sum)

aggr1$fitted<-predict(karok1, aggr1, type="response")
aggr2$fitted<-predict(karok2, aggr2, type="response")
aggr3$fitted<-predict(karok3, aggr3, type="response")

aggr1$felso95<-qbinom(0.95, aggr1$szerzes, aggr1$fitted)
aggr2$felso95<-qbinom(0.95, aggr2$szerzes, aggr2$fitted)
aggr3$felso95<-qbinom(0.95, aggr3$szerzes, aggr3$fitted)

subset(aggr1, min_1>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_1, felso95))
subset(aggr2, min_2>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_2, felso95))
subset(aggr3, min_3>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_3, felso95))

xtable(subset(aggr1, min_1>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_1, felso95)),
  digits=0)
xtable(subset(aggr2, min_2>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_2, felso95)),
  digits=0)
xtable(subset(aggr3, min_3>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min_3, felso95)),
  digits=0)

#ábrázolás
x<-rbind(karok1$coefficients, karok2$coefficients, karok3$coefficients)
barplot(x[,c(2:3, 7, 4:6)], beside=TRUE, names.arg=c("fajtiszt", "cirmos",
  "kandúr", "zöld", "narancs", "kék"), legend=c("1. évben", "2. évben", "3. évben"),
  ylim=c(-0.5, 0.2), main="A faktorok együtthatóinak értéke éves bontásban")

data<-read.csv("ugynok_kotveny_torles.csv", header=TRUE, sep=";")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$hanyadik=as.factor(data$hanyadik)
data$szerzes=as.numeric(data$szerzes)
torles1<-glm(elsoben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min1==1)
summary(torles1)

```

```

torles2<-glm(masodikban~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min2==1)
summary(torles2)
torles3<-glm(harmadikban~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min3==1)
summary(torles3)

data<-read.csv("ugynok_kotveny_torles.csv", header=TRUE, sep=";")
data$fajtiszt=as.factor(data$fajtiszt)
data$cirmos=as.factor(data$cirmos)
data$szemszin=as.factor(data$szemszin)
data$nem=as.factor(data$nem)
data$gyereksz=as.factor(data$gyereksz)
data$gyereksz=relevel(data$gyereksz, ref="3")
data$szerzes=as.numeric(data$szerzes)
torles1<-glm(elsoben~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min1==1)
summary(torles1)
torles2<-glm(masodikban~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min2==1)
summary(torles2)
torles3<-glm(harmadikban~fajtiszt+cirmos+szemszin+nem+gyereksz+hanyadik+szerzes,
  family=binomial, data=data,, subset=min3==1)
summary(torles3)

data1<-subset(data, min1==1 & TOROLT==9)
data2<-subset(data, min2==1 & TOROLT==9)
data3<-subset(data, min3==1 & TOROLT==9)

aggr1<-aggregate(cbind(min1, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+szemszin+
  nem+gyereksz+hanyadik, data=data1, sum)
aggr2<-aggregate(cbind(min2, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+szemszin+
  nem+gyereksz+hanyadik, data=data2, sum)
aggr3<-aggregate(cbind(min3, szerzes)~kód+szulev+fajtiszt+cirmos+szemszin+
  nem+gyereksz+hanyadik, data=data3, sum)

aggr1$fitted<-predict(torles1, aggr1, type="response")
aggr2$fitted<-predict(torles2, aggr2, type="response")
aggr3$fitted<-predict(torles3, aggr3, type="response")

aggr1$felso95<-qbinom(0.95, aggr1$szerzes, aggr1$fitted)
aggr2$felso95<-qbinom(0.95, aggr2$szerzes, aggr2$fitted)
aggr3$felso95<-qbinom(0.95, aggr3$szerzes, aggr3$fitted)

subset(aggr1, min1>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min1, felso95))
subset(aggr2, min2>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min2, felso95))
subset(aggr3, min3>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min3, felso95))

xtable(subset(aggr1, min1>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min1, felso95)),
  digits=0)

```

```

xtable(subset(aggr2, min2>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min2, felso95)),
  digits=0)
xtable(subset(aggr3, min3>felso95&szulev>=2009, select=c(szulev, min3, felso95)),
  digits=0)

data<-read.csv("szerzodok_ugynokok.csv", header=TRUE, sep=";")
data$ugyn_gyerekszam<-as.numeric(data$ugyn_gyerekszam)
data$ugyn_gyereksz<-as.numeric(data$ugyn_gyereksz)
data$szerz_gyerekszam<-as.numeric(data$szerz_gyerekszam)
data$szerz_gyereksz<-as.numeric(data$szerz_gyereksz)
plot(data$ugyn_gyerekszam, data$szerz_gyerekszam)
cor(data$ugyn_gyereksz, data$szerz_gyereksz, method="kendall")
cor(data$ugyn_gyereksz, data$szerz_gyereksz, method="pearson")
cor(data$ugyn_gyereksz, data$szerz_gyereksz, method="spearman")
chisq<-chisq.test(data$ugyn_gyereksz, data$szerz_gyereksz)
chisq$expected
chisq$observed
chisq$residuals
chisq$residuals^2
assocplot(chisq$observed, main="A szerződők és ügynökök kiscicái közötti összefüggés",
  xlab="ügynök kiscicáinak száma", ylab="szerződő kiscicáinak száma")

```