Nánássi Berta - PUAWFQ

Két életre szóló járadékok modellezése

A két életre szóló biztosítások esetén a biztosítók azzal az egyszerűsítéssel élnek, hogy a házaspárok halálozási valószínűségei függetlenek. Az elmúlt 40 évben azonban számos kutatás indult a témával kapcsolatban, miszerint a házaspárok életútjai nem függetlenek. Statisztika adatok alapján látszik, hogy függőség van a két életút között, melyet a nemzetközi irodalomban csak 'broken heart syndrome'-nak neveznek. Hosszú házasság után, ha elvesztik a társukat - ez különösen igaz a férfiakra -, akkor a túlélő fél halálozási valószínűsége megnő. Ezt a tényt fel lehetne használni mind az életbiztosítások, mind a járadékok árazásánál, így pontosabban lehetne árazni a termékeket, és a biztosítók is kisebb kockázattal működhetnének.

Ahhoz, hogy a statisztikai vizsgálatokat el lehessen végezni, olyan kétdimenziós adatbázisra van szükség, amelyben házaspáronként szerepelnek a születési és halálozási évszámok. Ilyen adatbázist egyetlen biztosító sem bocsátott rendelkezésemre, a Nyugdíjfolyósító Főigazgatóság pedig nem rendelkezik ilyen adatokkal, ezért saját gyűjtési adatbázissal dolgoztam. Az adathalmazom megközelítőleg 5000 adatból áll, melyek temetői adatbázisokból, illetve korábbi gyűjtésekből származnak. Az SPSS 18-cal történt kiértékelés után egyértelműen látszik a két életút közötti függés, hiszen ha férfi a túlélő, akkor a feleségük halála után 5 évben a túlélők 44%-a, 10 éven belül pedig a 69%-a hal meg. Nőknél 5 éven belül 27%, 10 éven belül 48% hal meg a férje halála után. Természetesen közrejátszik a halálozásoknál, hogy a férfiak várható élettartama alacsonyabb, de még ezen korreláció is fellép a két életút között.

A biztosítások díjszámításához halandósági táblára van szükség, amelyet a biztosítók vagy a saját adatbázisukból készítenek vagy pedig a KSH által készített néphalandósági táblából dolgoznak. A saját készítésű táblákat a biztosítók nem hozzák nyilvánosságra, így a KSH 2003-as néphalandósági táblájával dolgozom.

Prno = Flatten[Import[„http://www.math.bme.hu/~nberta/l_x_no.xls"]];

Prffi = Flatten[Import[„http://www.math.bme.hu/~nberta/l_x_ffi.xls”]];

A számolásoknál figyelni kell arra, hogy a lista számozása 1-től kezdődik, míg a popoláció a 0 évesektől. Így például a 22 éves nők száma az induló populációból:

Prno[[23]] ∗ 100000

Elméleti bevezető az egyszemélyes járadékokról

A járadékbiztosítás

A szerződő előzetes díjfizetése ellenében, a biztosító vállalja, hogy szerződés feltételei szerint rendszeres időközönként pénzt folyósít a biztosított, vagy az általa megnevezett kedvezményezett részére. A biztosítás szolgáltatása, azaz a járadék folyósítása – a szerződő választása szerint – történhet a biztosított élete végéig vagy egy előre rögzített időpontig (pl. a kedvezményezett 70 éves koráig) illetve egy meghatározott időtartamig (pl. 10 év). A járadékbiztosítás, a díjfizetés szerint lehet folyamatos díjas vagy egyszeri díjas. Az Ügyfél választhat, hogy a járadék folyósítására alapot teremtő biztosítási díjat évek alatt (folyamatos díjfizetéssel) vagy egy nagyobb összeg (egyszeri) megfizetésével teljesíti.
A járadékbiztosítást sok esetben nyugdíj-kiegészítésnek szánják, így a díjfizetési idő a biztosított nyugdíjkorhatáráig tart, a járadékfizetés pedig a nyugdíjba lépéstől a biztosított haláláig.

Egyszeri díjas azonnal induló életjáradék

Nagyobb összegű befizetés ellenében a biztosító arra vállal kötelezettséget, hogy minden év elején egy előre meghatározott összeget fizet a biztosított haláláig.

Ez a járadéktípus az egyik legfontosabb, ugyanis az összes járadék díjszámítása levezethető belőle.
A biztosítás nettó díja:
$\ddot{a}_x = \frac{N_x}{D_x} = \frac{l_x + l_{x+1}v + l_{x+2}v^2 + \ldots + l_{x+\omega}v^\omega}{l_x}$, ahol
l_x : x éves biztosítással rendelkezők száma a kihalási rend szerint
ω : maximális életkor
$D_x = \sum l_{x+j} v^j$ j=0, 1...
$N_x = \sum D_{x+j}$ j=0, 1...

$v = \frac{1}{1+i}$, ahol i a technikai kamat.

A biztosítási számításoknál általában 3 %-os technikai kamattal számolnak, ezért én is ezt használom:

$\boldsymbol{i = 0.03}$

$\boldsymbol{v = 1/(1+i)}$

A férfiakat jelöljük x-szel, a nőket pedig y-nal, így az előzőek alapján az egyszermélyes nettó díjak:

ax[x_] = Sum[Prffi[[x + 1 + j]] * v^j/Prffi[[x + 1]], {j, 0, 100}];

ay[y_] = Sum[Prno[[y + 1 + j]] * v^j/Prno[[y + 1]], {j, 0, 100}];

Kétszemélyes járadékok bemutatása

A kétszemélyes járadékoknak két biztosítottja van, általában egy házaspár két tagja, ahol a járadéktagot a két fél közösen halmozza fel. Ezeknél a biztosításoknál kétféleképpen alakulhat a biztosítási esemény. A egyik lehetőség, hogy a biztosítás az első halálkor szűnik meg és addig tart a járadékfizetés, illetve amikor a második halált tartjuk a biztosítási eseménynek. Amennyiben az első halálkor szűnik meg a biztosítás, akkor a túlélő fél már nem fog járadékot kapni, így azokkal foglalkozunk, amikor a második halálig tart a járadékkifizetés, így a túlélő házastársnak is tudunk járadékot biztosítani.

Az első halál után a túlélő fél a házastárs járadékának egy részét is megkaphatja, általánban 30%-ot, hiszen a társa halála után a kiadásai nem csökkennek olyan mértékben, mint a bevételei. Ilyen esetekben megkülönböztetünk szimmetrikus és aszimmetrikus járadékokat. A szimmetrikus járadékoknál a házaspár bármely tagjának halála esetén a túlélő fél számít özvegynek és a járadékfolyósítás folytatódik, az aszimmetrikus járadékoknál azonban a szerződéskötéskor megállapítják a járadékost és a társbiztosítottat. Amennyiben a társbiztosított nem éli túl a járadékost, akkor a járadék-kifizetés megszűnik.

Aszimmetrikus kétszemélyes járadékok

x éves belépési korú biztosított, y éves belépési korú társbiztosított, aki a járadékos halála után a a járadékos járadékának 30%-át megkapja. Ha a társbiztosított korábban meghal, akkor a járadék a járadékos halála utána megszűnik.

A járadék képlete: $\ddot{\mathrm{a}}_x + 0.3 \cdot \ddot{\mathrm{a}}_y - 0.3 \cdot \ddot{\mathrm{a}}_{\mathrm{xy}}$vagy $0.3 \cdot\ \ddot{\mathrm{a}}_x + \ddot{\mathrm{a}}_y - 0.3 \cdot \ddot{\mathrm{a}}_{\mathrm{xy}}$

ahol $\ddot{a}_x$, $\ddot{a}_y$ az egyszemélyes járadékok nettó díjai, $\ddot{a}_{xy}$ pedig a kétszemélyes járadék nettó díja. Ez a képlet általánosítható úgy, hogy a túlélő fél a járadékos járadékának R-ed részét kapja meg. Amennyiben az x éves belépési koró biztosított halála után y A járadékot kap, y halála után x B járadékot, a közös járadék pedig C akkor a járadék a következőképpen számítható:
$A \cdot \ddot{\mathrm{a}}_x + B \cdot \ddot{\mathrm{a}}_y - (A + B - C) \cdot \ddot{\mathrm{a}}_{\mathrm{xy}}$

Független esetben a járadék nettó díja, az egyszemélyes járadékok szorzataként kapható:

axy[x_, y_] = Sum[Prffi[[$x + 1 + k$]] ∗ Prno[[$y + 1 + k$]] ∗v^k/(Prffi[[$x + 1$]] ∗ Prno[[$y + 1$]]), {k, 0, 100}];

Független nettó díj férfi járadékos és női kedvezményezett esetén, a kedvezményezett, amennyiben túléli a járadékos R hányadú járadékot kap:

függetlennettódíjffi[x_, y_, R_] = ax[x] + R ∗ ay[y] − R ∗ axy[x, y];
függetlennettódíjffi[50, 50, 0.3]

Független nettó díj női járadékos és férfi kedvezményezett esetén:

függetlennettódíjnő[x_, y_, R_] = R ∗ ax[x] + ay[y] − R ∗ axy[x, y];
függetlennettódíjnő[50, 50, 0.3]

MatrixForm[Table[függetlennettódíjffi[x, y, 0.3], {x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[függetlennettódíjffi[x, y, 0.6], {x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[függetlennettódíjnő[x, y, 0.3], {x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[függetlennettódíjnő[x, y, 0.6], {x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]

Manipulate[{függetlennettódíjffi[x, y, 0.3], függetlennettódíjnő[x, y, 0.3], függetlennettódíjffi[x, y, 0.3]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.3]}, {x, 50, 80, 1}, {y, 50, 80, 1}]

A könnyebb összehasonlíthatóság kedvéért a férfi és női díjak arányát is kiszámítom minden belépési életkor-párra:

MatrixForm[Table[függetlennettódíjffi[x, y, 0.3]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.3], {x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]

Látható, hogy az esetek döntő többségében drágább a női járadékosra számított díj.

Két életre szóló túlélési függvény

Ahhoz, hogy kiszámolhassunk a kétszemélyes túlélési valószínűségeket, az adathalmazból kell külön a férfiak és külön a nők túlélési éveire egy folytonos túlélési függvényt illeszteni. A témához kapcsolódó irodalomban mind a Gompertz-, mind a Weibull-függvényt használják.
Az adathalmazból SPSS segítségével a következő paramétereket kaptam meg:

	Férfi	Nő
Átlagéletkor	71.63	73.88
Szórás	9.869	10.110

Ezeket az adatokat felhasználva marginális túlélési függvényeket tudunk létrehozni a Weibull-függvény segítségével, amely az alábbi:

$$S_M(x) = e^{-\left(\frac{x}{m_m}\right)^{\frac{m_m}{\sigma_m}}}$$

$$S_F(y) = e^{-\left(\frac{y}{m_f}\right)^{\frac{m_f}{\sigma_f}}}$$

Férfiak túlélési függvénye a Weibull alapján:
Sffi[x_] = E^(−(x/71.63)^(71.63/9.869))

A halálozási függvény:
ferfi[x_] = 1 − Sffi[x]

Nők túlélési függvénye:
Sno[y_] = E^(−(y/73.88)^(73.88/10.110))

A halálozási függvény pedig:
noi[y_] = 1 − Sno[y]

Ezeket a függvényeket ábrázolva összehasonlíthatóak a nemek közötti különbségek a túlélésre vonatkozóan.

Plot[{Sffi[i], Sno[i]}, {i, 0, 100}]

Ezeket a marginális eloszlásokat felhasználva előállítható a kétdimenziós túlélési függvény a Gumbel–Hougaard- és Clayton-kopula segítségével.

Kopula

Definíció: A $C : [0,1]^2 \to [0,1]$kopulák bináris függvények, melyre teljesülnek az alábbiak:
- C(u,0)=C(0,u)=0 $\forall$ u $\in$[0,1]
- C(u,1)=C(1,u)=u $\forall$ u $\in$[0,1]
- C ($[u_1\ ,\ v_1]\ \times [u_2\,,\ v_2]$) = C ($u_2\,,\ v_2$) - C ($u_1\,,\ v_2$) - C ($u_2,\ v_1$) + C ($u_1,\ v_1$) ≥ 0.

Gumbel–Hougaard-kopula
$\alpha \geq 1$
$C_{\mathrm{GH}}(u,v,\alpha) = e^{-\left[(-\log u)^{\alpha}+(-\log v)^{\alpha}\right]^{\frac{1}{\alpha}}}$, ahol u és v helyére a Weibull-függvényből kinyert halálozási függvényeket helyettesítjük be, α pedig a függőséget jellemző paraméter.

Clayton-kopula
$\alpha > 0$
$C_C(u,v,\alpha) = [u^{-\alpha} + v^{-\alpha} - 1]^{-1/\alpha}$

A kopuláknál használt α függőségi paramétert a Kendall-féle τ segítségével lehet meghatározni, ezt az együtthatót pedig a saját gyűjtésű adatbázisomból számoltam ki SPSS segítségével.
tau = 0.146

A Gumbel–Houugard-kopulánál a függőségi paramétert az alábbi összefüggés alapján számoljhatjuk ki:
alpha = 1/(1 − tau)

A Clayton-kopula paramétere pedig a következőképpen kapható meg:
alfa = (2 ∗ tau)/(1 − tau)

Ezt a paraméter felhasználva kiszámíthatjuk a nettó díjat a kopulák segítségével
gumbel[Sffi_, Sno_, alpha_] = E^(−((−Log[Sffi])^alpha + ((−Log[Sno])^alpha))^(1/alpha))

$\mathbf{clayton[Sffi\_, Sno\_, alfa\_] = (Sffi\hat{}(-alfa) + Sno\hat{}(-alfa) - 1)\hat{}(-1/alfa)}$

A kétszemélyes közös nettó díj kiszámolás kopulák segítségével:

$\ddot{a}_{xy} = \sum C(x+j, y+j)/C(x,y)v^j \quad \mathrm{j} = 0,\ 1,\ ...$

A kétszemélyes díj:
**agumbel[x_, y_] = Sum[gumbel[Sffi[$x + k$], Sno[$y + k$], alpha] ∗ v^k,
{k, 0, 51}]/gumbel[Sffi[x], Sno[y], alpha];
aclayton[x_, y_] = Sum[clayton[Sffi[$x + k$], Sno[$y + k$], alpha] ∗ v^k,
{k, 0, 51}]/clayton[Sffi[x], Sno[y], alpha];**

**gumbelnettóffi[x_, y_, R_] = ax[x] + R ∗ ay[y] − R ∗ agumbel[x, y];
claytonnettóffi[x_, y_, R_] = ax[x] + R ∗ ay[y] − R ∗ aclayton[x, y];**

Valamint női járadékos és férfi kedvezményezett eseteén a díj:
**gumbelnettónő[x_, y_, R_] = R ∗ ax[x] + ay[y] − R ∗ agumbel[x, y];
claytonnettónő[x_, y_, R_] = R ∗ ax[x] + ay[y] − R ∗ aclayton[x, y];
Manipulate[{függetlennettódíjffi[x, y, 0.3], gumbelnettóffi[x, y, 0.3]},
{x, 50, 80, 1}, {y, 50, 80, 1}]**

A várakozásokkal ellentétben drágább lett a nettó díj, mindez azért van, mert a második halálig tart a járadékkifizetés, így túlárazza a díjat. Azonban az első halálig tartó járadékoknál megfelelően áraz, de azokat a mindennapi életben nem lehetne jól használni járadékként. A második halálig tartó járadékoknál változtatni kell a kopulák használatán.

„Last survivor contract"

Ez a járadékfajta szintén a második halálig tart, a kedvezményezett a járadékos járadékának R-ed részét kapja meg a járadékos halála után. A számolásokhoz szükségünk van azokra a valószínűségekre, amikor mindkét fél életben van, illetve, hogy valamelyik fél életben van.

Ahhoz, hogy meg tudjuk határozni annak a valószínűségét, hogy valamelyik fél életben van, ki kell számolni a túlélési kopulát, amely marginálisai a férfi és nő halálozási függvények.
**gumbel[1 − Sffi[x], 1 − Sno[y], alpha]
clayton[1 − Sffi[x], 1 − Sno[y], alfa]**

Ezután meghatározható az a valószínűség, hogy valamelyik fél életben van:

$\mathbf{gumbelvalakiéletben[x\_, y\_] = 1 - gumbel[1 - Sffi[\mathit{x}], 1 - Sno[\mathit{y}], alpha]}$

$\mathbf{claytonvalakiéletben[x\_, y\_] = 1 - clayton[1 - Sffi[\mathit{x}], 1 - Sno[\mathit{y}], alfa]}$

Ezzel a valószínűséggel pedig megkaphatjuk annak a valószínűségét, hogy mindketten életben vannak:

$\mathbf{gumbelkozosp[x\_, y\_] = Prffi[[\mathit{x} + 1]] + Prno[[\mathit{y} + 1]] - gumbelvalakiéletben[\mathit{x}, \mathit{y}];}$

$\mathbf{claytonkozosp[x\_, y\_] = Prffi[[\mathit{x} + 1]] + Prno[[\mathit{y} + 1]] - claytonvalakiéletben[\mathit{x}, \mathit{y}];}$

Gumbel–Hougaard-kopula segítségével számolt nettó díj, amennyiben a 2. halálkor szűnik meg a járadékkifizetés:

$\mathbf{Rgumbelnettódíjffi[x\_, y\_, R\_] = Sum[\mathit{v}\hat{\ }\mathit{k}\ * (Prffi[[\mathit{x} + \mathit{k}]] + \mathit{R} * Prno[[\mathit{y} + \mathit{k}]]}$
$\mathbf{- \mathit{R} * gumbelkozosp[\mathit{x} + \mathit{k}, \mathit{y} + \mathit{k}]), \{\mathit{k}, 0, 100\}];}$

$\mathbf{Rgumbelnettódíjnő[x\_, y\_, R\_] = Sum[\mathit{v}\hat{\ }\mathit{k}\ * (\mathit{R} * Prffi[[\mathit{x} + \mathit{k}]] + Prno[[\mathit{y} + \mathit{k}]]}$
$\mathbf{- \mathit{R} * gumbelkozosp[\mathit{x} + \mathit{k}, \mathit{y} + \mathit{k}]), \{\mathit{k}, 0, 100\}];}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.6], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.6], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

Clayton-kopula segítségével számolt nettó díjak:

$\mathbf{Rclaytonnettódíjffi[x\_, y\_, R\_] = Sum[\mathit{v}\hat{\ }\mathit{k}\ * (Prffi[[\mathit{x} + \mathit{k}]] + \mathit{R} * Prno[[\mathit{y} + \mathit{k}]]}$
$\mathbf{- \mathit{R} * claytonkozosp[\mathit{x} + \mathit{k}, \mathit{y} + \mathit{k}]), \{\mathit{k}, 0, 100\}];}$

$\mathbf{Rclaytonnettódíjnő[x\_, y\_, R\_] = Sum[\mathit{v}\hat{\ }\mathit{k}\ * (\mathit{R} * Prffi[[\mathit{x} + \mathit{k}]] + Prno[[\mathit{y} + \mathit{k}]]}$
$\mathbf{- \mathit{R} * claytonkozosp[\mathit{x} + \mathit{k}, \mathit{y} + \mathit{k}]), \{\mathit{k}, 0, 100\}];}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjnő[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.6], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjnő[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.6], \{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

Ezek a díjak már megfelelően árazottak, hiszen figyelembe vették, hogy a díjkifizetés a második halálig tart. Ekkor a nettó díjak aránya:

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3]/függetlennettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3],}$
$\mathbf{\{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

$\mathbf{MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3]/függetlennettódíjffi[\mathit{x}, \mathit{y}, 0.3],}$
$\mathbf{\{\mathit{x}, 50, 80, 5\}, \{\mathit{y}, 50, 80, 5\}]]}$

MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[x, y, 0.3]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.3],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjnő[x, y, 0.3]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.3],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[x, y, 0.6]/függetlennettódíjffi[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[x, y, 0.6]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjffi[x, y, 0.6]/függetlennettódíjffi[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[x, y, 0.6]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rclaytonnettódíjnő[x, y, 0.6]/függetlennettódíjnő[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]

A számolások során két kopulát is használtam, így meg tudom vizsgálni, hogy melyik áraz jobban:
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[x, y, 0.3]/Rclaytonnettódíjffi[x, y, 0.3],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[x, y, 0.3]/Rclaytonnettódíjnő[x, y, 0.3],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjffi[x, y, 0.6]/Rclaytonnettódíjffi[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]
MatrixForm[Table[Rgumbelnettódíjnő[x, y, 0.6]/Rclaytonnettódíjnő[x, y, 0.6],
{x, 50, 80, 5}, {y, 50, 80, 5}]]

Látható, hogy a mátrix mellékátlója fölött a Clayton-kopula áraz olcsóbban, alatta pedig a Gumbel–Hougaard-kopula, így a belépési korpárok függvényében lehetne alkalmazni a megfelelő kopulát. Az élethosszak közötti függőséget felhasználva új árazási módszert lehetne bevezetni a biztosítóknál, amellyel kedvezőbb áron tudnák kínálni a termékeiket, ezzel növelve a keresletet, illetve kisebb kockázattal, költséghatákonyabban működhetnének a biztosítók. Sajnos itthon nincsen olya központi adatbázis, amelyben házaspárok szerepelnének, a biztosítók pedig titkosították ezeket az adatbázisaikat. Nagyobb adathalmazzal pedig valószínűleg nagyobb korrelációs együttható adódott volna, így még olcsóbb díjakat kaphatnánk.

Hivatkozások

- Banyár József: Életbiztosítás, AULA, 2006
- Ferguson, T. S. - Genest, C. - Hallin, M.: Kendall's Tau for Serial Dependence, The Canadian Journal of Statistics, Vol. 28, 2000
- Frees, E. W. - Valdez, E. A.: Understanding Relationships Using Copulas, North American Actuarial Journal, Vol. 2, 1998
- Luciano, E. - Spreeuw, J. - Vigna, E: Cross-generational Comparison of Stochastic Mortality of Coupled Lives, Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2010
- Shemyakin, A. - Youn, H.: Copula Models if Joint survival Analysis, Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2006
- Youn, H. - Shemyakin, A.: Pricing Practices for Joint Last Survivor, Actuarial Reserach Clearing House, 2001.