



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

**Közúti biztonsági berendezések piaci penetrációjának
matematikai modellezése**

Tudományos Diákköri Konferencia Dolgozat

Beke Barbara Mónika

BSTHEY

2013

TARTALOM

Ábrajegyzék	2
Táblázatjegyzék	3
1. Bevezetés	4
2. Halálos közúti balesetek és a személygépjármű-modernizáció kapcsolata	6
2.1. Rendelkezésre állás	6
2.2. Gépjárműállomány statisztikai elemzése.....	7
3. Közúti biztonsági berendezések piaci penetrációjának vizsgálata ...	12
3.1. Korrelációanalízis lépései	13
3.2. Varianciaanalízis lépései.....	16
3.3. Adatok varianciaanalízise	19
4. Közúti biztonsági berendezések piaci penetrációjának matematikai modellezése	25
4.1. Kompozit függvény létrehozása	26
4.2. Határérték-vizsgálat	29
4.3. A matematikai modell megalkotása.....	31
5. Összefoglalás	35
Felhasznált Irodalom	36
Mellékletek	38

Ábrajegyzék

1. ábra Közúti balesetekben elhunytak száma, valamint a közlekedésbiztonsági célkitűzés <i>(forrás: Dr. Holló Péter 2011)</i>	4
2. ábra Adatok rendelkezésre állása <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	7
3. ábra Halálos baleseti adatok relatív gyakorisága <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	9
4. ábra Időtől független EURO kategóriánkénti adatsor reprezentálása grafikonon <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	10
5. ábra Vizsgálat menete <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	12
6. ábra Kapcsolatok ábrázolása <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	20
7. ábra A matematikai modell felállításának lépései <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	25
8. ábra Százalékos arányok <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	26
9. ábra Biztonsági berendezések piaci penetrációjának függvénye <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	29
10. ábra Matematikai megoldás <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	33
11. ábra Ideális megoldás <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	33

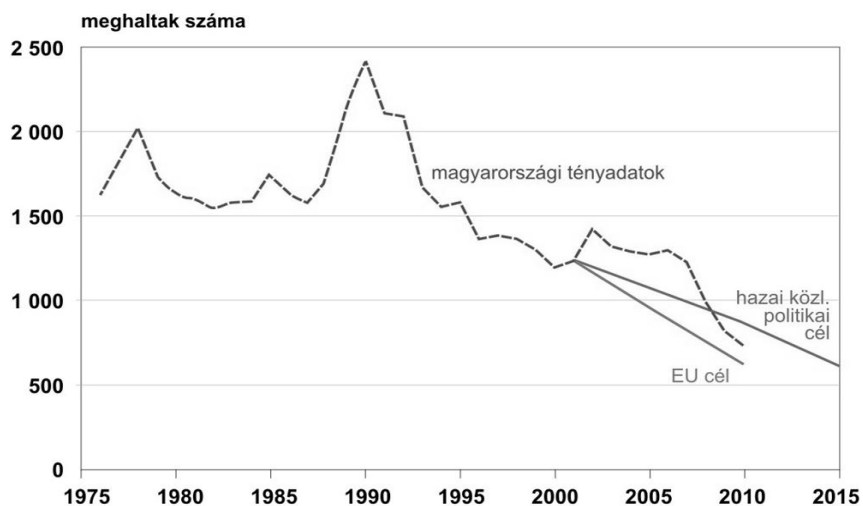
Táblázatjegyzék

1. táblázat Becsült halálos baleseti adatok <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	8
2. táblázat Eredeti adatbázis valamint becsült súlyozott baleseti adatok <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	9
3. táblázat Halálos balesetek száma és a biztonsági berendezések piaci penetrációja <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	13
4. táblázat Korrelációs együtthatók <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	15
5. táblázat Összevont passzív és aktív biztonsági berendezések piaci penetrációja 2006-2011 <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	19
6. táblázat Standardizált regressziós súlyok <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	20
7. táblázat Korreláció <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	21
8. táblázat Korreláció négyzete <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	21
9. táblázat Összesítő tábla 2006-2011 <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	22
10. táblázat Varianciaanalízis, F-próba 2006-2011 <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	22
11. táblázat T próba 2006-2011 <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	23
12. táblázat Halálos balesetek száma és a biztonsági berendezések piaci penetrációja <i>(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)</i>	26
13. táblázat Biztonsági eszközök súlyának dinamikus vizsgálata a halálos balesetek tükrében <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	31
14. táblázat Lineáris súlytényező-tagok kalibrációja után kapott hibamentes adatsor <i>(forrás: saját szerkesztés)</i>	32

1. Bevezetés

Tudományos Diákköri Konferencia dolgozatom célja bemutatni a halálos közúti balesetek és a gépjármű-modernizáció kapcsolatát, valamint a kapott adatokat felhasználva megvizsgálni a biztonsági berendezések, vagyis az elülső és hátsó biztonsági öv, a vezetőoldali légzsák valamint az ABS penetrációjának hatásait a halálos kimenetelű balesetekre.

Hazánkban, ahogy a világ más országaiban is, a közlekedésbiztonság egyik legfontosabb, ha nem a legfontosabb célja a közúti balesetek számának csökkentése. A 2004-es Európai Unióhoz való csatlakozásunk óta a balesetek csökkentése nem csak feladat, hanem kötelesség is. A 2001-ben először kiadott Fehér Könyv azt célt tűzte ki, hogy 2010-ig a közúti balesetek halálos áldozatainak számát felére csökkenti. Ezt Magyarországnak sikerült felülmúlnia, mivel az elmúlt évtizedben a modernizációnak valamint a megfelelő szabályozásoknak köszönhetően a halálos áldozatok száma drasztikus mértékben csökkent, 2001-2010-ig több mint 50%-kal! [1] Azonban fontos kiemelni, hogy a Gazdasági Világválság is hatott az adatokra, mivel kevesebben ültek személygépjárműbe, így a balesetek bekövetkezésének valószínűsége is csökkent (1. ábra).



1. ábra Közúti balesetekben elhunytak száma, valamint a közlekedésbiztonsági célkitűzés

(forrás: Dr. Holló Péter 2011)

A 2011-ben kiadott, második Fehér Könyv azt a célt tűzte ki, hogy az Európai Unió országában a közúti baleseti halálozást 2050-re nullára, míg a sérültek számát 2020-ra 2010-hez képest ismét a felére csökkentse.

Látható, hogy a közúti közlekedésbiztonság fejlesztése igen fontos feladat, főleg a halálos kimenetelű balesetek számának csökkentése, mivel az emberi élet megóvása a legfontosabb.

2. Halálos közúti balesetek és a személygépjármű-modernizáció kapcsolata

Elsőként statisztikai elemzést végeztem, melynek alapjául a Központi Statisztikai Hivatal 2002 és 2012 év közötti baleseti adatait vettem, közülük is csak azokat, amelyek kizárólag személygépjárműben elszenvedett halálos kimenetelű balesetek voltak. Elvégeztem a személygépkocsik által okozott halálos balesetek összegzését évenkénti bontásban a gyártási év alapján (*1. melléklet*). Mivel a 2012-es év adatai csak az első negyedévről voltak meg, becsült adatok alapján végeztem számításokat az egész évre vonatkoztatva.

2.1. Rendelkezésre állás

Mivel a statisztikai adatbázis nem minden rekordja feltöltött, először a rendelkezésre álló adatok „rendelkezésre állásának bizonytalanságát”, vizsgáltam. Létrehoztam egy rendelkezésre állás bizonytalansági mutatót, amely az adott év baleseti adatai alapján határozható meg (1):

$$(1) \quad \beta_t = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n N_i - \sum_{i=1}^n (N_{h,i} + N_{n,i})}{\sum_{i=1}^n N_i}$$

, ahol:

β_t : rendelkezésre állás bizonytalansága a t évben

N_i : halálos balesetek száma az i EURO kategóriára

N_h : nem korrigálható, hibásan rögzített gyártási év

N_n : nem ismert gyártási év

i : adott évben az i EURO kategóriára

A fent leírt képlet alapján ábrázoltam a bizonytalansági mutatót évenkénti bontásban (2. ábra).



2. ábra Adatok rendelkezésre állása

(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

Elmondható, hogy az adatbázis feltöltöttsége évről évre romlik, egyre nagyobb a bizonytalanság. A baleseti adatlapokon a járművek életkorát 2002-től kötelező rögzíteni, azonban az ábrán is látható, hogy ennek elvégzése sok esetben hiányos vagy nem megfelelő.

2.2. Gépjárműállomány statisztikai elemzése

A következő lépésben a hazai gépjárműállomány statisztikai elemzését végeztem el. A gépjárművek korszerűségét a gyártási évük alapján határoztam meg és csoportosítottam őket az EURO kategóriáknak megfelelően. Azért ezt a kategorizálást választottam, mert közismert, könnyen kezelhető és egységes az Európai Unió országaiban. A statisztikai elemzéshez az EURO kategóriákra eső halálos balesetszázalékot becsültem meg az EURO kategória relatív gyakorisága alapján (2):

$$(2) \quad N_{kt} = \sum_{i=1}^n (J_{i,t} \cdot N_{i,t})$$

, ahol:

N_k : halálos balesetek becsült száma kategóriánként

J_i : járműállományi megoszlása az adott i EURO kategóriának [%]

N_i : halálos balesetek száma az adott évben [-]

A halálos kimenetelű baleseteket minden évben besoroltam – a gyártási évet figyelembe véve – a megfelelő EURO kategóriába. A járműállományi reprezentáció ismeretében kiszámítottam, hogy az évenkénti balesetek számából az egyes csoportokra mekkora százalékos részarány adódna, ezzel egy súlyozott értéket hoztam létre. A súlyozást annak alapján végeztem el, hogy ismerem a legyártott járművek számát, valamint azt is, hogy azok dízel- vagy benzinüzeműek. Ennek segítségével könnyedén előállíthattam az új, súlyozott adatokat (2. melléklet). Összesítettem a halálos balesetek százalékos adatait EURO kategóriák, valamint évek szerint. (1. táblázat).

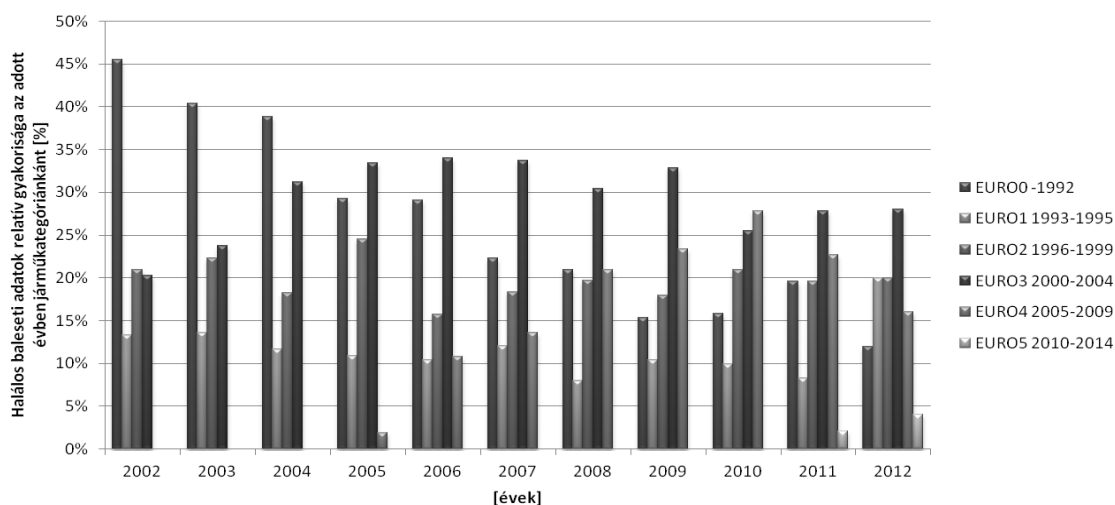
1. táblázat

Becsült halálos baleseti adatok

(forrás: saját szerkesztés)

EURO	Év	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EURO0	-1992	56%	49%	42%	35%	34%	31%	22%	19%	17%	14%	12%
EURO1	1993-1995	14%	14%	14%	14%	13%	11%	13%	12%	12%	11%	11%
EURO2	1996-1999	18%	18%	18%	18%	17%	15%	17%	17%	17%	16%	16%
EURO3	2000-2004	12%	19%	26%	33%	32%	30%	33%	34%	34%	33%	33%
EURO4	2005-2009	0%	0%	0%	0%	5%	12%	16%	18%	18%	23%	22%
EURO5	2010-2014	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	3%	6%
szum		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

A 3. ábra a kapott súlyozott adatokat szemlélteti.



3. ábra Halálos baleseti adatok relatív gyakorisága

(forrás: saját szerkesztés)

Az eredeti baleseti adatbázis adatait, valamint a becült súlyozott adatokra támaszkodó adatbázist táblázatba rendeztem évenként és kategóriánként (2. táblázat).

2. táblázat

Eredeti adatbázis valamint becült súlyozott baleseti adatok

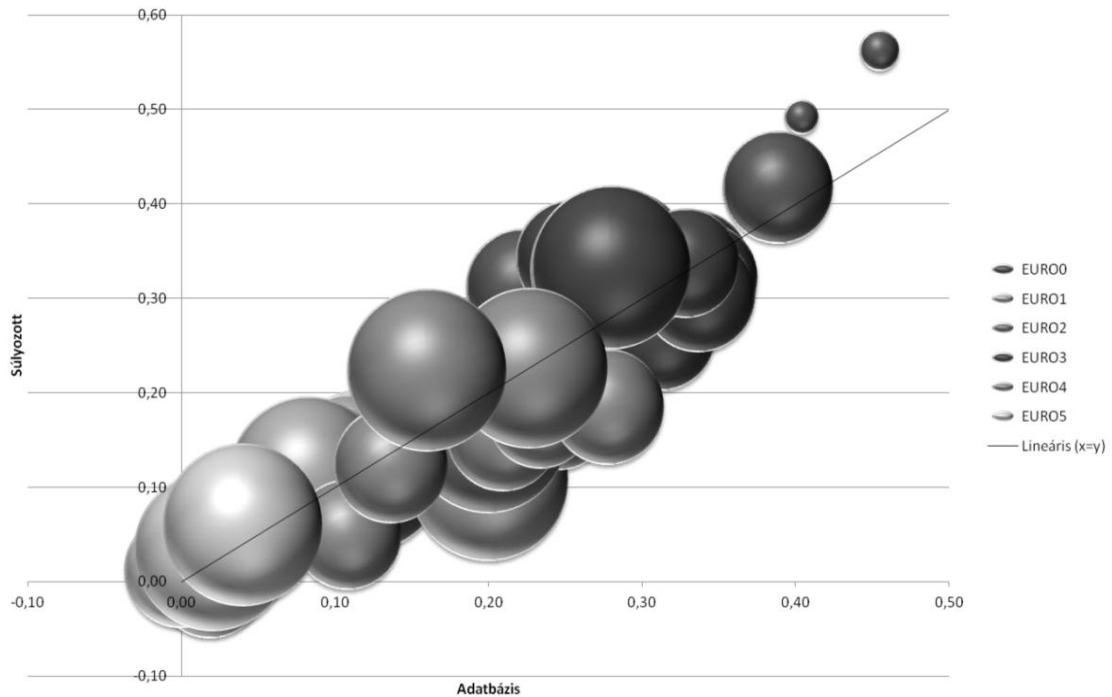
(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

EURO	Év	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012*	
		a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s	a	s
EURO0	-1992	45%	56%	40%	49%	39%	42%	29%	35%	29%	34%	22%	31%	21%	22%	15%	19%	16%	17%	20%	14%	12%	12%
EURO1	1993-1995	13%	14%	14%	14%	12%	14%	11%	14%	10%	13%	12%	11%	8%	13%	10%	12%	10%	12%	8%	11%	20%	11%
EURO2	1996-1999	21%	18%	22%	18%	18%	18%	25%	18%	16%	17%	18%	15%	20%	17%	18%	17%	21%	17%	20%	16%	20%	16%
EURO3	2000-2004	20%	12%	24%	19%	31%	26%	33%	33%	34%	32%	34%	30%	30%	33%	33%	34%	25%	34%	28%	33%	28%	33%
EURO4	2005-2009	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	11%	5%	14%	12%	21%	16%	23%	18%	28%	18%	23%	23%	16%	22%
EURO5	2010-2014	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	2%	3%	4%	6%
szum		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Az „a” az adatbázis értékeit tartalmazza, az „s” a súlyozott becült adatokat. Látható, hogy némi eltérés mutatkozik a két adatsor között. Ez egyidejűleg tudható be a kezdeti

adatbázis pontatlanságának és az EURO kategóriák relatív gyakorisága becslési mértékének.

Ezek után időtől függetlenül grafikonra helyeztem az adatokat, így EURO kategóriánkénti adatsort kaptam (4. ábra).



4. ábra Időtől független EURO kategóriánkénti adatsor reprezentálása grafikonon

(forrás: saját szerkesztés)

A buborék grafikon az EURO kategóriák alul, illetve felülreprezentáltságát mutatja. Az x az adatbázis értéke, y a súlyozott érték, a buborék kiterjedése pedig a rendelkezésre állás bizonytalanságát mutatja.

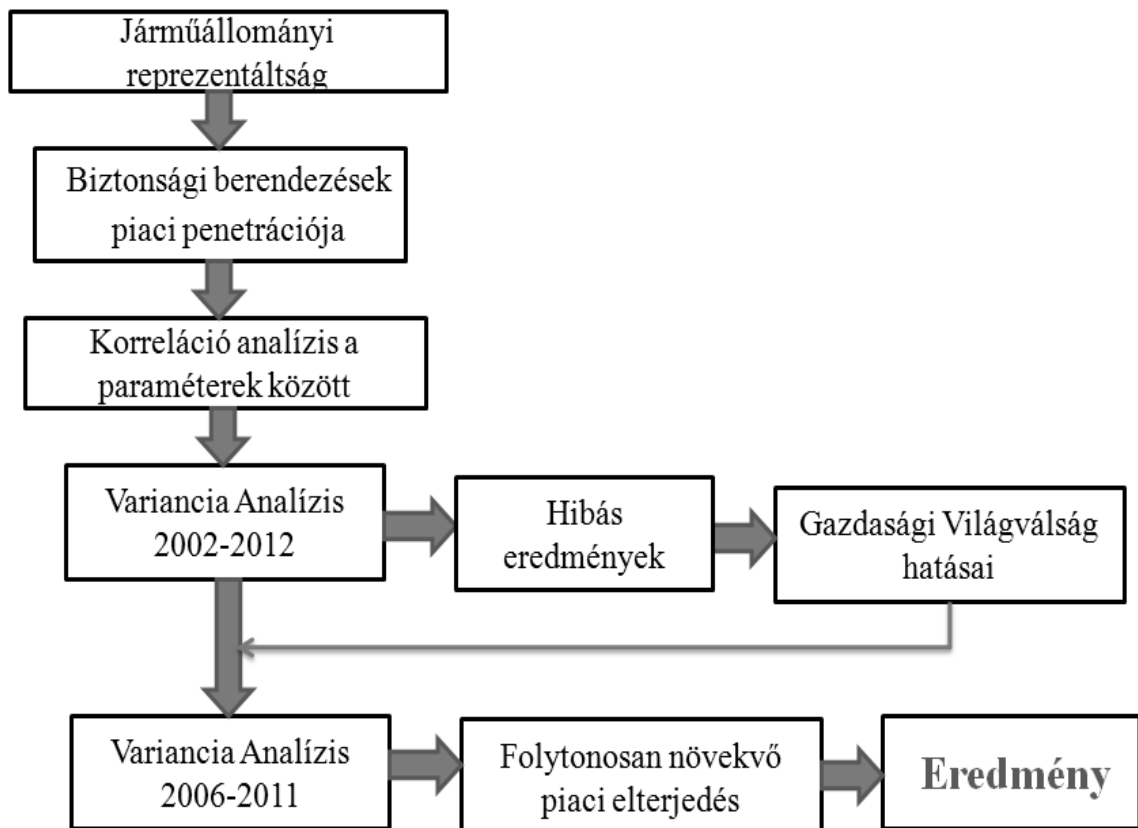
Az ábrázolás során a járműkategóriák identitás egyeneshez viszonyított helyzetét és az adatok bizonytalanságának mértékét vettem figyelembe. Míg az identitás vonal felett lévő körök a baleseti adatbázisban alulreprezentáltak, addig az identitás vonal alatti kategóriák felülreprezentáltak a gépjármű-állományi mennyiségükhöz képest. A jelenség a személygépjármű-kategóriák eltérő futásteljesítményével magyarázható.

Sajnos a vizsgálati időszakra nem állt rendelkezésre megfelelő futásteljesítmény adatbázis, de az jól látható, hogy az EURO 0 és EURO 1 kategóriájú gépjárművek futásteljesítménye átlag alatti, az EURO 2, EURO 3 és EURO 4 kategóriájú gépjárművek futásteljesítménye átlag feletti, míg az EURO 5 kategóriájú gépjárművek futásteljesítménye átlagos. [2]

3. Közúti biztonsági berendezések piaci penetrációjának vizsgálata

Továbbiakban elemzem a modernebb autók növekvő piaci penetrációjával összefüggésben megfigyelhető, egyre jobban elterjedő biztonsági berendezések közúti közlekedésbiztonsági hatását.

Gondolataim, illetve az elemzés menetét az alábbi folyamatábra mutatja be (5. ábra).



5. ábra Vizsgálat menete

(forrás: saját szerkesztés)

Vizsgálom az elülső és a hátsó biztonsági öv, a vezetőoldali légszák, valamint az ABS piaci elterjedését. Az alábbi táblázat a Központi Statisztikai Hivatal adatai valamint Prof. Dr. Holló Péter munkássága alapján készült [3], [4]. A közúti balesetben, személygépjárművekben elhunyt áldozatok számát a 2002-es báziséhoz viszonyítva

százalékos arányban is kifejeztem. Az első és hátsó biztonsági övek viselési hajlandóságát [5], [6], az ABS, valamint a légzsák [7] piaci penetrációját is százalékosan jelenítettem meg. A vezetőoldali légzsákot 2004-ben az ABS-t 2006-ban vezették be kötelezően az újonnan forgalomba helyezett gépjárműveknél, ezért a megelőző időszakra a piaci penetrációt 0%-nak tekintettem (3. táblázat).

3. táblázat

Halálos balesetek száma és a biztonsági berendezések piaci penetrációja
(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

Év	Haláleset [fő]	Haláleset [%]	Biztonsági öv (elől) [%]	Biztonsági öv (hátul) [%]	ABS penetrációja [%]	Légzsák penetrációja [%]
2002	1075	100,0%	53,0%	12,0%	0,0%	0,0%
2003	1090	101,4%	58,0%	15,0%	0,0%	0,0%
2004	1099	102,2%	59,0%	28,0%	0,0%	31,2%
2005	1063	98,9%	65,0%	30,0%	0,0%	35,3%
2006	1109	103,2%	68,5%	34,5%	10,8%	44,8%
2007	993	92,4%	72,0%	39,0%	13,6%	47,3%
2008	808	75,2%	71,0%	43,0%	21,0%	51,4%
2009	669	62,2%	79,0%	49,0%	23,4%	56,3%
2010	603	56,1%	79,0%	50,5%	27,8%	53,3%
2011	465	43,3%	79,0%	52,0%	24,7%	52,6%
2012	548	51,0%	82,0%	57,0%	20,0%	48,0%

A statisztikai elemzést a kapott adatok segítségével végeztem el.

A vizsgálathoz először korrelációanalízist készítettem, amelyből látható, hogy az adott tényezők milyen kapcsolatban vannak a többi tényezővel, milyen mértékben képesek befolyásolni azokat.

3.1. Korrelációanalízis lépései

Számítása a következőképpen történik:

„Az elméleti regressziós egyenes (3):

$$(3) \quad Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

A tapasztalati vagy számított regressziós egyenes (4):

$$(4) \quad \tilde{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$$

SSTO (Squared Sum of Total errors) teljes négyzetösszeg (5):

$$(5) \quad SSTO = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i)^2}{n} = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - n\bar{Y}^2$$

SSR (Squared Sum of Regression) regressziós négyzetösszeg (6):

$$(6) \quad \begin{aligned} SSR &= \sum_{i=1}^n (\tilde{Y}_i - \bar{Y})^2 = b_1 \left[\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{n} \right] \\ &= b_1 \left[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y}) \right] = b_1^2 \left[\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right] \end{aligned}$$

R (correlation coefficient) korrelációs együttható (7):

$$(7) \quad R = \pm \sqrt{\frac{SSR}{SSTO}} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}, -1 \leq R \leq 1$$

R² (coefficient of determination) meghatározottsági együttható (8):

$$(8) \quad R^2 = \frac{SSR}{SSTO}, 0 \leq R^2 \leq 1$$

, ahol:

ε a hiba valószínűségi változó, $E\varepsilon=0$, $\sigma^2 \varepsilon = \sigma^2$,

Y a függő változó, $EY=\beta_0 + \beta_1 X$, $\sigma^2 Y = \sigma^2$,

σ szórási,

X független változó

Y_i az i -edik megfigyelt függő érték,

X_i az i -edik megfigyelt független érték,

$e_i = Y_i - \tilde{Y}_i$, az i -edik maradéktag. $Ee_i=0$, $\sigma^2 e_i = \sigma$

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i - b_1 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \bar{Y} - b_1 \bar{X}, \quad b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

SSR a regressziós négyzetösszeg,

SSTO a teljes négyzetösszeg,

R a korrelációs együttható,

R² a meghatározottsági együttható.” [8]

Az alábbi táblázat a korrelációs együttható (*R*), valamint annak négyzetét tartalmazza (*R*²), melyeket az Excel program generált a leírt számítások és összefüggések segítségével. Láthatjuk, hogy az egyes tényezők hogyan függenek egymástól, miként korrelálnak egymáshoz (4. táblázat).

4. táblázat
Korrelációs együtthatók
(forrás: saját szerkesztés)

R ²	Év	Haláleset [fő]	Biztonsági Öv Elöl [0,1]	Biztonsági Öv Hátul [0,1]	ABS [0,1]	Légzsák [0,1]
Év	1	0	0	0	0	0
Haláleset [fő]	0,850932557	1	0	0	0	0
Biztonsági Öv Elöl [0,1]	0,955315615	0,750590546	1	0	0	0
Biztonsági Öv Hátul [0,1]	0,964395649	0,749001442	0,958088881	1	0	0
ABS [0,1]	0,831923282	0,78220641	0,840148189	0,815673816	1	0
Légzsák [0,1]	0,701996902	0,418119889	0,776567059	0,843181873	0,669596802	1

A korrelációanalízis során feltártam a várható kapcsolatokat az egyes tényezők között, amelyből látható, hogy a biztonsági elemek befolyást gyakorolnak a közúti halálos balesetekre, valamint hatással vannak egymásra is.

Mivel a korrelációanalízis nem ad választ arra, hogy a biztonsági elemek milyen mértékben csökkentik a halálos kimenetelű balesetek mértékét, további vizsgálatra került sor. Ehhez az ANOVA (Analysis of Variance, azaz varianciaanalízis) táblát választottam. Ezt az Excel segítségével hoztam létre az Adatelemzés, Regresszió elemzés alkalmazással.

3.2. Varianciaanalízis lépései

Az ANOVA tábla számításakor először F, majd t-próbát alkalmaz a program, melyeket az alábbiakban röviden ismertetek.

Az F-próba:

„Adott a X_1, X_2, \dots, X_n és a Y_1, Y_2, \dots, Y_m egymástól független statisztikai minták. Most olyan m valószínűségi mértékeket tekintünk, ahol a minták peremeloszlásai $\sigma_1 > 0$ illetve $\sigma_2 > 0$ ismeretlen szórású és ismeretlen szórású és ismeretlen μ_1 illetve μ_2 várható értékű normális eloszlásúak.

A két mintához tartozó együttes sűrűségfüggvény: $f_{\mu_1, \mu_2, \sigma_1, \sigma_2}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} e^{-\frac{(x-\mu_1)^2}{2\sigma_1^2} - \frac{(y-\mu_2)^2}{2\sigma_2^2}}$.

Felállított hipotézisek most a szórások egyezésére, illetve szignifikáns különbségére vonatkoznak: $H_0: \sigma_1 = \sigma_2$, $H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2$.

Ha feltesszük, hogy a nullhipotézis igaz, akkor igaz lesz, hogy $\frac{(n-1)s_{x,n}^2}{\sigma^2} \in \chi^2_{n-1}$, $\frac{(m-1)s_{y,m}^2}{\sigma^2} \in \chi^2_{m-1}$, is ahol $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$. A minták függetlensége miatt a két statisztika is független lesz.

Belátható, hogy $\frac{\frac{(n-1)s_{x,n}^2}{\sigma^2}}{\frac{(m-1)s_{y,m}^2}{\sigma^2}} = \frac{s_{x,n}^2}{s_{y,m}^2} \in F^2_{n-1, m-1}$, azaz a minták korrigált empirikus

szórásnégyzeteinek hányadosa $n-1, m-1$ szabadságfokú Fisher eloszlást (vagy röviden F-eloszlást) fog követni, ha a nullhipotézis igaz.

Ezek alapján a nullhipotézis eldöntésére a kritikus tartományt úgy szerkeszthetjük meg, hogy adott $0 < \varepsilon < 1$ szignifikancia szinthez az $n-1, m-1$ szabadságfokú F-eloszlás táblázatból kiolvassunk olyan $0 < K_1 < K_2$ kritikus értékeket, melyekre $P(K_1 < F_{n-1, m-1}) = 1 - \frac{\varepsilon}{2}$, $P(K_2 < F_{n-1, m-1}) = \frac{\varepsilon}{2}$.

Ha az adott mintánál $K_1 < \frac{s_{x,n}^{*2}}{s_{y,m}^{*2}} < K_2$ reláció teljesül, a nullhipotézist elfogadjuk, ellenkező esetben pedig elvetjük. A próba elsőfajú hibájának valószínűsége most is ε , a másodfajú hiba valószínűsége az n és m minta elemszámoktól, ε -tól és σ_1, σ_2 -től függ.” [9]

Az egymintás t-próba:

„Most csak olyan m valószínűségi mértékeket tekintünk, ahol a X_1, X_2, \dots, X_n minta ismeretlen $\sigma > 0$ szórású ismeretlen μ várható normális eloszlású lesz, a ϑ paraméter a várható érték ($\vartheta = \mu$).

$\theta_0 = \{ \mu_0 \}$, $\theta_1 = \{ \mu \neq \mu_0 \}$.

Azaz most a nullhipotézis $H_0: \mu = \mu_0$, az alternatív hipotézis pedig $H_1: \mu \neq \mu_0$. Azt akarjuk tehát eldönteni, hogy a minta elméleti várható értéke egy adott μ_0 érték, vagy attól szignifikáns különbözik. Ha a H_0 hipotézis igaz, akkor a mintaelemek $N(\mu_0, \sigma)$ eloszlásúak, amiből következik, hogy a mintaátlag statisztika szinten normális eloszlású: $\bar{X}_n \in N(\mu_0, \frac{\sigma}{\sqrt{n}})$. Standardizálás után: $\frac{\bar{X}_n - \mu_0}{\sigma} \sqrt{n} \in N(0,1)$.

Megmutatható, hogy $\frac{(n-1)s_n^{*2}}{\sigma^2} \in \chi^2_{n-1}$, akár igaz a nullhipotézis, akár nem.

Továbbá igaz az is, hogy: $t(X_1, X_2, \dots, X_n) = \frac{\bar{X}_n - \mu_0}{s_n^*} \sqrt{n} \in t_{n-1}$.

Az $n-1$ szabadságfokú Student eloszlás táblázatból adott $0 < \varepsilon < 1$ -hoz kiolvasható olyan $t_\varepsilon > 0$ kritikus érték, mellyel H_0 fennállása esetén $P(|t| < t_\varepsilon) = 1 - \varepsilon$ kell, hogy teljesüljön.

Így a nullhipotézist aszerint fogadjuk vagy vetjük el, hogy $\left| \frac{\bar{X}_n - \mu_0}{s_n^*} \sqrt{n} \right| < t_\varepsilon$ fennáll-e vagy sem az adott minta realizációnál. Mivel $p_1(\varepsilon, n, \mu_0) = \varepsilon$, így a t-próba esetében is ε z elsőfajú hiba nagysága.” [10]

A táblázatban az alábbi fogalmak szerepelnek az F próbánál:

df: szabadsági fok

SS: Négyzetes összeg – Sum of Squares

MS: Variancia – Mean Squares

F: F próba értéke

A t - próba eredménye:

Koefficiensek: a magyarázó változók marginális hatása: Ha a koefficiens kicsi, akkor a változó hatása is elhanyagolható. Ha közel van a nullához, akkor a hatása elhanyagolható. Ha az értéke nulla, akkor nincs korrelációs kapcsolat a paraméter és az eredményváltozó között. A változó értéke úgy hat a tengelymetszetre, hogy ha 1%-kal növeljük azt adott tényező értékét akkor pozitív előjel esetén a tengelymetszet értéke nő az adott koefficiens értékkel, negatív előjel esetén pedig csökken.

Standard hiba: minél kisebb értéket mutat, annál jobban alkalmazható a különböző mintákon, tehát fontos a szerepe

t – érték: Az első két oszlop hányadosát veszem és megkapom az ún. t statisztikai értéket. A fontos kapcsolatra tehát nagy t érték utal

p – érték: A táblázat negyedik oszlopában megjelenő p értékek egy számítógép által számított százalékos értéket mutatnak. Ha 5%-ra állítottam be a szignifikancia szintet, akkor a 0,05-nél kisebb értékek nem felelnek meg a nullhipotézisben rögzített H_0 hipotézisnek (ami azt állítja, hogy nem szignifikáns a változó), tehát azok relevánsak, fontosak.

Alsó és felső 95%: az alsó és felső határát adja meg paraméternek 95%-os valószínűséggel.

3.3. Adatok varianciaanalízise

Az értékeket az 5. táblázat mutatja. Az összevont ablak a passzív biztonsági tényezőket jelöli, 0,33-as súlyozással, így egy összetett tényezőt kapok, a másik tényező marad az ABS. Így a csoportosítás aktív illetve passzív biztonsági berendezésekre korlátozódik, ami logikus csoportosítás.

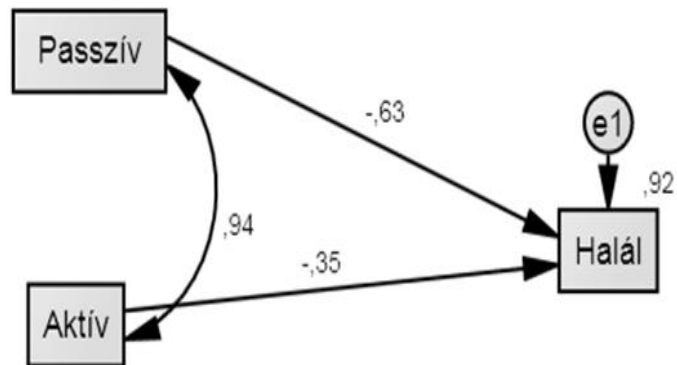
5. táblázat

Összevont passzív és aktív biztonsági berendezések piaci penetrációja 2006-2011
(forrás: saját szerkesztés)

Év	Haláleset [%]	Összevont [%]	ABS penetrációja [%]
2006	103,2%	49,3%	10,8%
2007	92,4%	52,8%	13,6%
2008	75,2%	55,1%	21,0%
2009	62,2%	61,4%	23,4%
2010	56,1%	60,9%	27,8%
2011	43,3%	61,2%	24,7%

A már említett kötelező bevezetésük végett az ABS-nek 2006-tól, a légzsáknak 2004-től van értéke, továbbá a 2012-es évről becsült adataim vannak. A varianciaanalízis során az ANOVA táblában az adatokat a 2006-2011 közötti időintervallumban vizsgálom, mivel az adott időszakban a biztonsági eszközök piaci penetrációja folytonos növekedést mutat. Azt feltételezem, hogy ez a tendencia folytatódik a jövőben is, azaz a biztonsági eszközök egyre nagyobb arányban jelennek meg az új járművekben, s ez által összességében is nő a számuk az utakon.

Először SPSS, valamint SPSS AMOS programban modelleztem a biztonsági eszközök egymáshoz viszonyított kapcsolatát, valamint vizsgáltam azt is, hogy a tényezők hogyan hatnak a halálos kimenetelű balesetekre, ha azok hibával vannak terhelve. A 6. ábra alábbi ábra a kapcsolatokat mutatja meg.



6. ábra Kapcsolatok ábrázolása

(forrás: saját szerkesztés)

Látható, hogy a két befolyásoló tényező, azaz a passzív és aktív elemek között van összefüggés, hatnak egymásra, ahogy a korreláció analízis során is igazoltam.

A modellezés adatait táblázatokba foglalva értékeli ki a program angol nyelven, ezeket magyarra lefordítottam és a következő eredményeket kaptam (6., 7. és 8. táblázat):

6. táblázat

Standardizált regressziós súlyok

(forrás: saját szerkesztés)

	Becslés
Halál <--- Passzív	-0,627
Halál <--- Aktív	-0,347

A 6. táblázat azt mutatja, hogy a passzív biztonsági elemek elterjedése 62,7%-ban befolyásolja a halálos kimenetelű baleseteket, az aktív berendezések pedig 34,7%-ban.

7. táblázat

Korreláció

(forrás: saját szerkesztés)

	Becslés
Passzív <--> Aktív	0,945

Látható, hogy a két befolyásoló tényező, azaz a passzív és aktív elemek között van összefüggés, hatnak egymásra, ahogy a korreláció analízis során is igazoltam. A becslt korreláció 94,5%.

8. táblázat

Korreláció négyzete

(forrás: saját szerkesztés)

	Becslés
Halál	0,924

A becslés szerint a halálos balesetek számának alakulását a két tényező 92,4%-ban magyarázza, vagyis a hiba megközelítőleg 7,6%-os értéket képvisel.

Miután sikerült igazolni, hogy valóban van kapcsolat a magyarázó változók között és ezt számszerűsíteni is sikerült, sor kerülhet a varianciaanalízisre. A kiindulási adatokat az 5. táblázat mutatja. Az adatokat lefuttatva az analízis során a következő eredményeket kapjuk (9., 10. és 11. táblázat):

9. táblázat

Összesítő tábla 2006-2011
(forrás: saját szerkesztés)

<i>Regressziós statisztika</i>	
R értéke	0,961324871
R-négyzet	0,924145507

A 9. táblázatban látható, hogy a 6 megfigyelt mennyiség közötti korreláció R, R² értékei igen magasak (figyelembe véve, hogy $0 \leq |R, R^2| \leq 1$) a három ismerv közötti szoros korrelációra utalnak (7), (8). Az adott modell megmagyarázza a variancia 92,4%-át, ami igen jelentős, ezt az SPSS is kimutatta

10. táblázat

Varianciaanalízis, F-próba 2006-2011
(forrás: saját szerkesztés)

VARIANCIANALÍZIS	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>F szignifikanciája</i>
Regresszió	2	0,237578867	0,118789434	18,27470206	0,020891613
Maradék	3	0,019500635	0,006500212		

A 10. táblázatban látható, hogy varianciák számítását és becslését arra a matematikai tényre alapozva vezeti le a program, hogy a teljes MS (variancia számlálója), azaz a teljes SS (eltérés-négyzetösszeg) (5) független elemek összegeként állítható elő, emellett a nevező, azaz a *df* (szabadsági fok) az adott komponensek szabadsági fokainak összegeként áll elő. A kapott táblázatból jól látható, hogy interakcióval kell számolni a három ismerv között, hiszen az interakciót magyarázó négyzetösszeg nem tekinthető elhanyagolhatónak. Látható, hogy a magyarázó változók összegzett hatása szignifikáns az eredményváltozóra nézve.

11. táblázat

T próba 2006-2011

(forrás: saját szerkesztés)

	Koefficiensek	Standard hiba	t érték	p-érték
Halálos áldozatok [%]	2,523694046	0,899222928	2,80652769	0,067486606
Passzív biztonsági berendezések piaci penetrációja [%]	-2,753487291	2,128127065	-1,29385474	0,286322177
Aktív biztonsági berendezés piaci penetrációja [%]	-1,185468725	1,65721253	-0,715338983	0,526046543

A 11. táblázatból kiolvashatjuk a t-próba statisztikai értékét, annak szignifikanciáját és 95%-os konfidencia intervallumát. A magyarázó változók (koefficiensek) marginális hatása alapján elmondható, hogy a koefficiens a tengelymetszetenél, ami esetünkben a halálesetek pozitív érték, ami magas, tehát a változók hatása nem elhanyagolható. A mi esetünkben a két változó a két biztonsági berendezés. Láthatjuk, hogy az összevont változó, valamint az ABS penetrációja is negatív értéket adnak, vagyis a halálos balesetek száma csökkenő tendenciát mutat, ha növeljük az ABS vagy a passzív biztonsági eszközök, illetve mindkettő penetrációjának arányát.

A standard hibáról elmondható, hogy minél kisebb értéket mutat, annál jobban alkalmazható az adott modell a különböző mintákon. Az első két oszlop hányadosát véve megkapjuk az ún. t statisztikai értéket. A fontos kapcsolatra tehát nagy t érték utal. Esetünkben ez 2,807. A tengelymetszet p értéke, ami 0,067, azt mondja, hogy a koefficiens nem szignifikánsan különbözik zérótól, tehát maga a koefficiens sem szignifikáns.

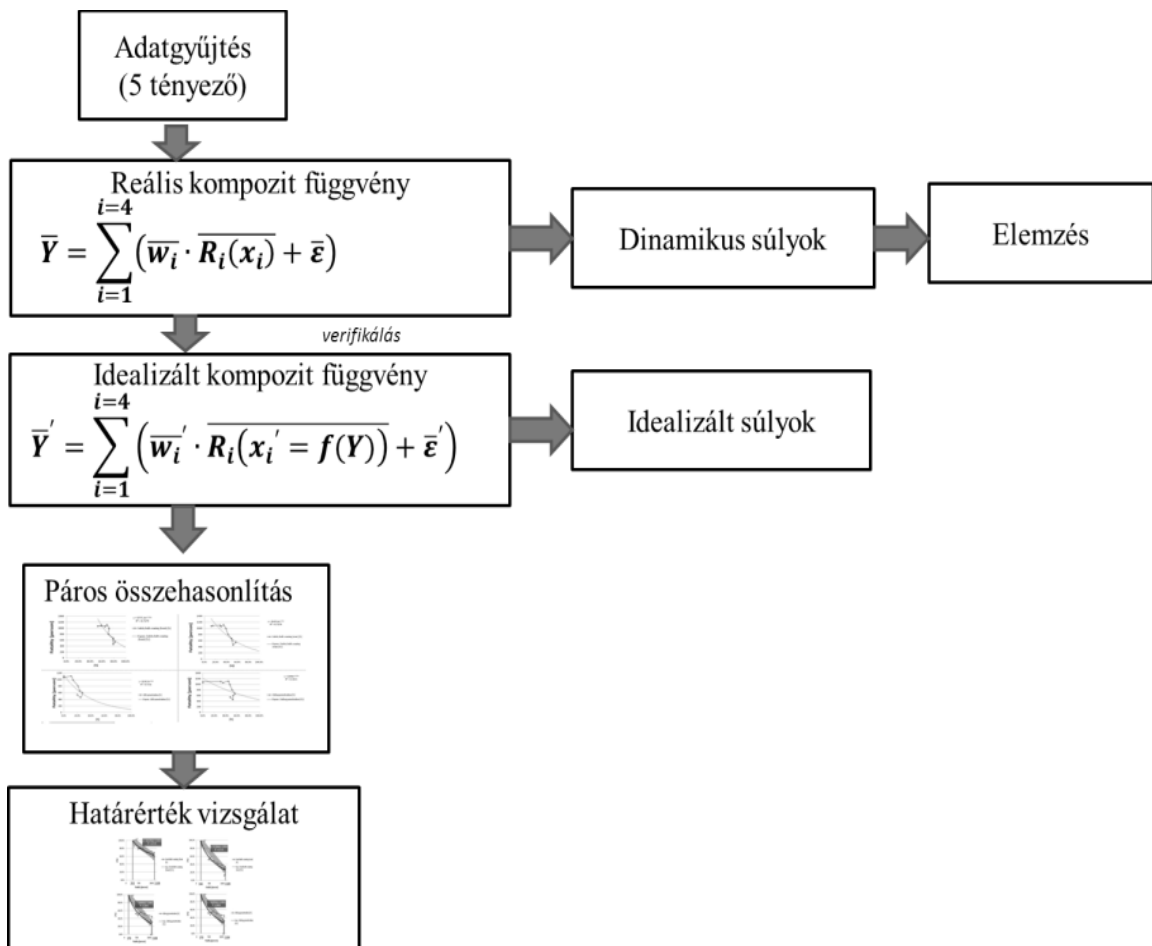
Fentebb láthatóak a magyarázó változók elkülönített hatásai. Látható, hogy a halálos balesetek számát jobban befolyásolja a passzív biztonsági eszközök elterjedése, mint az aktív.

Tehát az ANOVA tábla alapján kijelenthetem, hogy a vizsgálat során megfelelő adathalmazzal dolgoztam, valamint bizonyítható statisztikailag, hogy a passzív, illetve az aktív biztonsági berendezések piaci penetrációjának növelésével csökkenthető a halálos kimenetelű balesetek aránya.

4. Közúti biztonsági berendezések piaci penetrációjának matematikai modellezése

Mint azt a statisztikai, ANOVA elemzéssel az előző fejezetben igazoltam, a balesetek halálos kimenetelének enyhülésében nagy szerepet játszanak a közúti gépjárművek különböző passzív és aktív biztonsági berendezései. Azonban ezek piaci penetrációjának mértéke változatosságot mutat. Megvizsgálom a passzív biztonsági berendezések piaci penetrációjának dinamizmusát, valamint matematikai módszerekkel megkísérlem igazolni a halálos közúti személygépjármű-balesetekre gyakorolt jótékony hatásukat.

Az alábbi folyamatábra a további lépéseket mutatja be (7. ábra):



7. ábra A matematikai modell felállításának lépései

(forrás: saját szerkesztés)

4.1. Kompozit függvény létrehozása

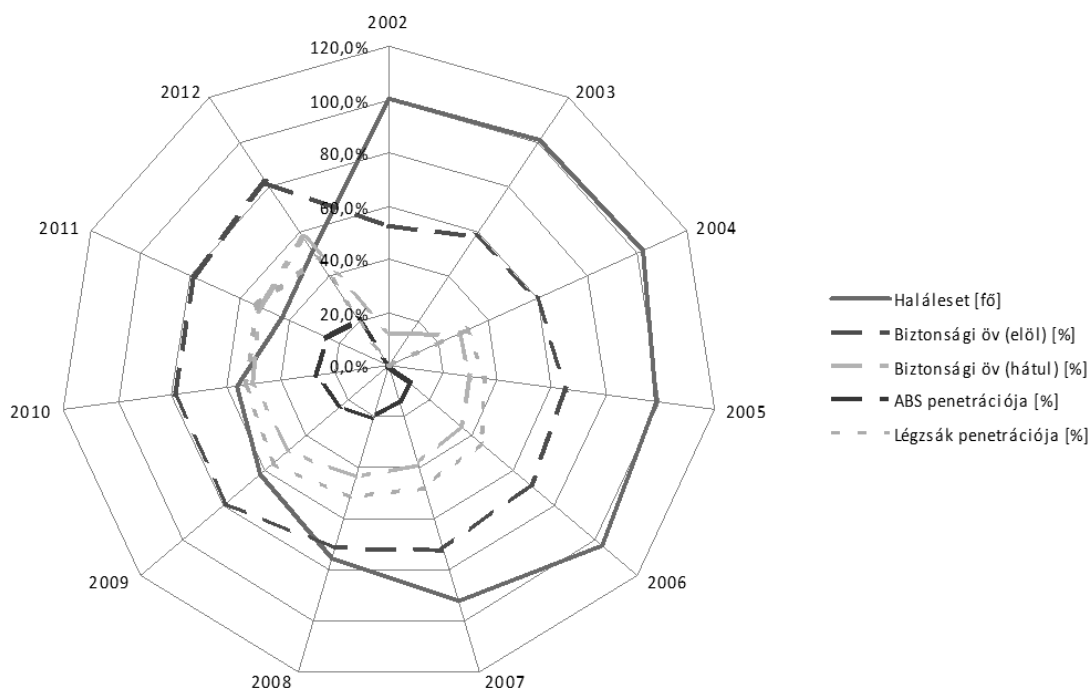
Kiindulási adatoknak a 3. táblázat adatait vesszük ismét, de most nincs szükségünk a halálos áldozatok százalékos értékére, elég a számuk is (12. táblázat).

12. táblázat

Halálos balesetek száma és a biztonsági berendezések piaci penetrációja
(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

Év	Haláleset [fő]	Biztonsági öv (elöl) [%]	Biztonsági öv (hátsó) [%]	ABS penetrációja [%]	Légzsák penetrációja [%]
2002	1075	53,0%	12,0%	0,0%	0,0%
2003	1090	58,0%	15,0%	0,0%	0,0%
2004	1099	59,0%	28,0%	0,0%	31,2%
2005	1063	65,0%	30,0%	0,0%	35,3%
2006	1109	68,5%	34,5%	10,8%	44,8%
2007	993	72,0%	39,0%	13,6%	47,3%
2008	808	71,0%	43,0%	21,0%	51,4%
2009	669	79,0%	49,0%	23,4%	56,3%
2010	603	79,0%	50,5%	27,8%	53,3%
2011	465	79,0%	52,0%	24,7%	52,6%
2012	548	82,0%	57,0%	20,0%	48,0%

A rendelkezésre álló adatok segítségével sugár-diagramot (8. ábra) készítettem.



8. ábra Százalékos arányok

(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

A sugár-diagram külső részén az éveket tüntettem fel, a sugarakon pedig a százalékos arányokat láthatjuk. A különböző jelölésű vonalak jelölik a vizsgált tényezőket. Látható, hogy a halálos áldozatok száma - a nemzetközi tendenciának megfelelően – csökkenést mutat [11], [12], [13], míg a biztonsági berendezések aránya nő, így ismét joggal feltételezhetem, hogy a halálos közúti személygépjármű balesetek csökkenésének egyik oka a biztonsági berendezések elterjedése.

A 12. táblázatban a közúti gépjármű balesetek halálos áldozatainak számát, mint eredmény változót (II. oszlop, jele: Y), a biztonsági öv viselési hajlandóságra (II-IV. oszlop, jele: x_1, x_2), az ABS (V. oszlop, jelölje: x_3) és a légzsák (VI. oszlop, jele: x_4) piaci penetrációjára, mint magyarázó változóra tekintettünk. Az így kialakult ötdimenziós dinamikus teret vizsgáltam éves bontásban a matematikai statisztika eszközeivel (8).

$$(8) \quad \bar{Y} = \sum_{i=1}^{i=4} (\bar{w}_i \cdot \overline{R_i(x_i)} + \bar{\varepsilon})$$

,ahol:

w_i : a passzív biztonsági berendezés súlytényezője

$R_i(x_i)$: i . passzív biztonsági berendezés elterjedésére illesztett R regressziós függvény

ε : hibtag

ezt kifejtve kapom (9):

$$(9) \quad \bar{Y} = (\bar{w}_1 \cdot \overline{R_1(x_1)}) + (\bar{w}_2 \cdot \overline{R_2(x_2)}) + (\bar{w}_3 \cdot \overline{R_3(x_3)}) + (\bar{w}_4 \cdot \overline{R_4(x_4)}) + \bar{\varepsilon}$$

A MS Excelbe épített SOLVER program segítségével kerestem meg az optimális súlytényezőket (w_i), évenkénti és eszközönkénti bontásban, a megfelelő korlátozó feltételek alkalmazásával, a hibtag minimalizálásával, külön figyelmet fordítva a jogszabályi háttér változására, az ABS és légzsákok kötelező bevezetésének idejére.

A matematikai modell verifikálására az idealizált exponenciális vetületi regressziós görbékből képzett kompozit függvényt is meghatároztam (10).

$$(10) \quad \bar{Y}' = \sum_{i=1}^{i=4} (\bar{w}_i' \cdot \overline{R_i(x_i' = f(Y))}) + \bar{\varepsilon}',$$

A kapott térben az eredményváltozó és a magyarázó változók által kialakított 4 darab kétdimenziós vetületre exponenciális regressziós közelítést alkalmaztam, valamint meghatároztam a közelítés jóságát is (11-14):

$$(11) \quad Y_1 = f_1(x_1);$$

$$(12) \quad Y_2 = f_2(x_2);$$

$$(13) \quad Y_3 = f_3(x_3);$$

$$(14) \quad Y_4 = f_4(x_4)$$

A kapott 4 darab részfüggvény segítségével létrehoztam egy kompozit függvényt, melyet a részfüggvények lineáris kombinációjaként állítottam elő (15):

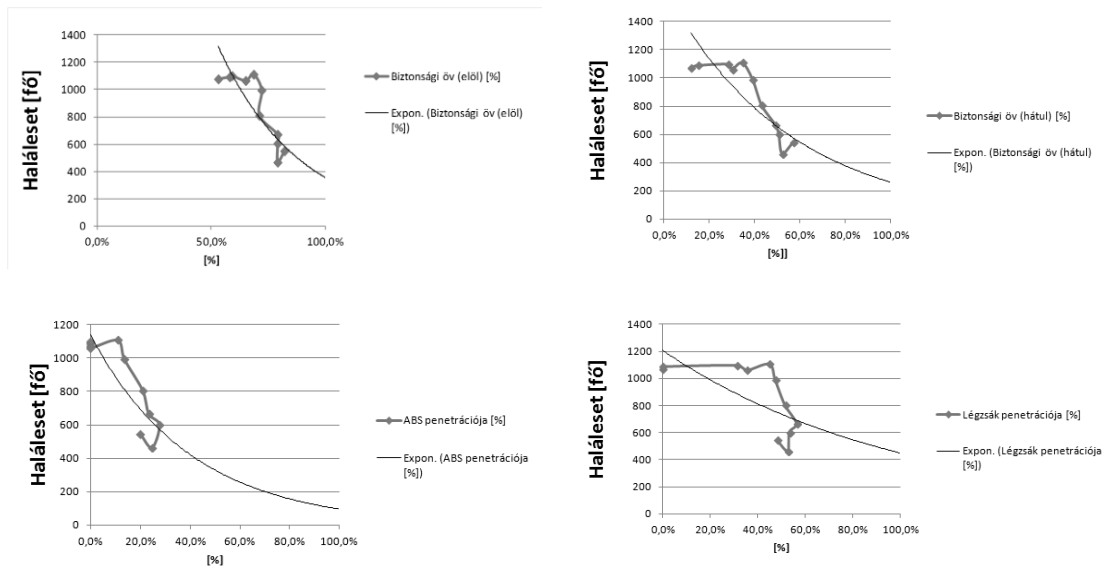
$$(15) \quad \bar{Y} = \sum_{i=1}^{i=4} (\bar{Y}_i + \bar{\varepsilon})$$

Az így kapott kompozit függvényt további vizsgálatokhoz használtam fel.

4.2. Határérték-vizsgálat

Határérték-vizsgálat segítségével határoztam meg az adott biztonsági eszközök maximális kihasználtsága, elterjedés mellett fennmaradó halálos balesetek számát.

Az 12. táblázat alapján elkészítettem a biztonsági övviselkedési hajlandóságát elöl, hátul, az ABS, valamint a légszák piaci penetrációjának diagramjait a közúti személygépjármű balesetek halálos áldozatszámának függvényében (9. ábra).



9. ábra Biztonsági berendezések piaci penetrációjának függvényei
(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

A kapott értékeket ábrázoltam, majd erre exponenciális görbét illesztettem, így mind a négy esetre megkaptam az alábbi exponenciális egyenleteket, valamint a determinációs együttható (R^2) értékeket. A matematikai függvények inverz határérték-vizsgálatával állapítottuk meg a 100%-os penetrációhoz tartozó (x_{be} , x_{bh} , x_{ABS} , x_L) maradék halálos balesetek számát (Y). A cél az lenne, hogy az x értéket nullára redukáljam, azonban a mai technológiai szinten még elméletben sem lehetséges, mivel a balesetekben közre játszik még sok más tényező is, mint az út minősége, vagy a gépjármű műszaki állapota, emberi tényező, stb.

Biztonsági öv elöl (16):

$$(16) \quad x_{be} = 5777,2 * e^{-2,792Y} \text{ és } R_{be}^2 = 0,719$$

$$\lim_{x_{be} \rightarrow 100\%} 5777,2 * e^{-2,792x} Y = 357$$

Biztonsági öv hátul (17):

$$(17) \quad x_{bh} = 1643,6 * e^{-1,84Y} \text{ és } R_{bh}^2 = 0,7176$$

$$\lim_{x_{bh} \rightarrow 100\%} 1643,6 * e^{-1,84x} Y = 262$$

ABS (18):

$$(18) \quad x_{ABS} = 1138,5 * e^{-2,48Y} \text{ és } R_{ABS}^2 = 0,7331$$

$$\lim_{x_{ABS} \rightarrow 100\%} 1138,5 * e^{-2,48x} Y = 96$$

Légzsák (19):

$$(19) \quad x_L = 1208 * e^{-0,989y} \text{ és } R_L^2 = 0,3833$$

$$\lim_{x_L \rightarrow 100\%} 1208 * e^{-0,989x} Y = 450$$

Látható, hogy az R^2 értékek közepesen jó összefüggést mutatnak. A regressziós görbe varianciája a minta varianciájának átlagosan csaknem 70%-át magyarázza meg. A súlyokat minden évre külön-külön meghatároztam, hiszen kutatásom célja az egyes passzív és aktív biztonsági eszközök súlyának dinamikus vizsgálata a halálos balesetek tükrében. Látható, hogy igen nagy eltérés mutatkozik az eredeti adatokon alapuló modell eredménye és a magyarázó változó között, a hiba tag nem nulla (13. táblázat):

13. táblázat
 Biztonsági eszközök súlyának dinamikus vizsgálata a halálos balesetek tükrében
 (forrás: saját szerkesztés)

Év	Haláleset [fő]	Haláleset [%]	Biztonsági öv (elől)	Biztonsági öv (hátsó)	ABS penetrációjának súlya	Légzsák penetrációjának súlya	Eps[fő]	Teoretikus
2002	1075	100,0%	60%	40%	0%	0%	-245,37	1075
2003	1090	101,4%	60%	40%	0%	0%	-99,11	1090
2004	1099	102,2%	54%	36%	0%	10%	52,41	1099
2005	1063	98,9%	48%	32%	0%	20%	134,93	1063
2006	1109	103,2%	44%	34%	10%	12%	254,02	1109
2007	993	92,4%	42%	32%	9%	17%	206,87	993
2008	808	75,2%	40%	29%	9%	22%	49,98	808
2009	669	62,2%	38%	27%	9%	26%	7,07	669
2010	603	56,1%	36%	25%	8%	31%	-57,75	603
2011	465	43,3%	33%	24%	8%	35%	-199,60	465
2012	548	51,0%	31%	23%	8%	38%	-109,12	548

4.3. A matematikai modell megalkotása

Meg kell említeni, hogy már az exponenciális trendvonalak alkalmazásakor, a közelítés során hibát vittünk be, amelyet a kapott determinációs együttható értékek közepes értéke is jól reprezentál. Így matematikailag korrekt megoldást kapunk, amely azonban statisztikailag szignifikáns hibával terhelt (16)-(19). A kompozit függvény általános alakja (15) után számszerűsítve (20):

$$(20) \quad F_i = S_{be} * 5777,2 * e^{-2,792*be} + S_{bh} * 1643,6 * e^{-1,84*bh} + S_{ABS} * 1138,5 * e^{-2,48*ABS} + S_L * 1208 * e^{-0,989*L}$$

,ahol:

F_i : Idealizált összetett függvény

S_{ABS} : Súlyozott ABS

S_{be} : Súlyozott biztonsági öv elől

ABS: ABS

be: Biztonsági öv elől

S_L : Súlyozott légzsák

S_{bh} : Súlyozott biztonsági öv hátsó

L: Légzsák

bh: Biztonsági öv hátsó

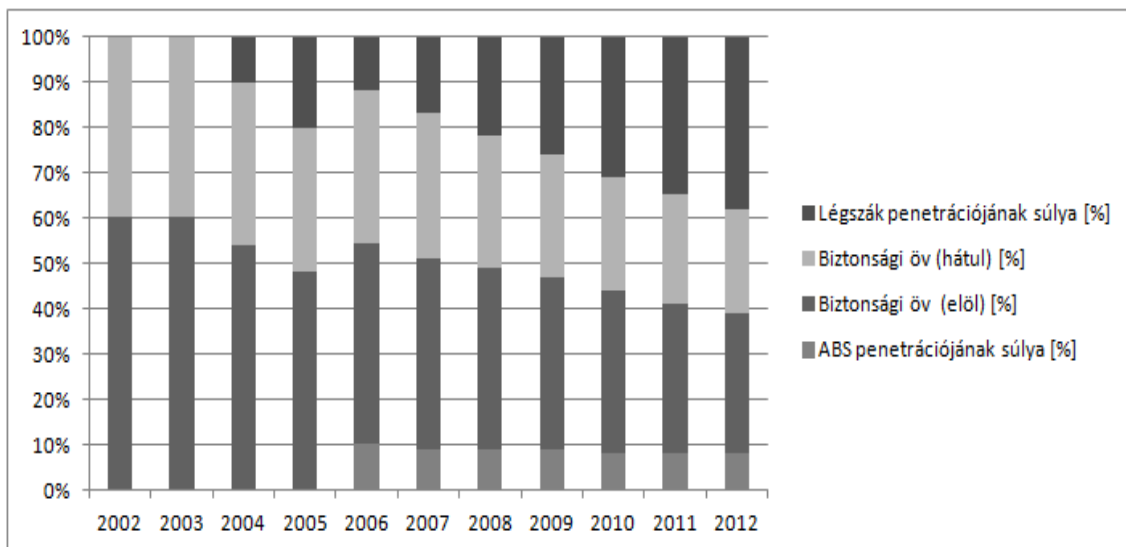
A matematikai modell verifikálására a regressziós görbére illesztett adatok helyett a maximális dominancia elvére alapozott kompozit függvénnyel is végrehajtottam az

optimalást, az ideális súlytényezők meghatározására. Ekkor azt feltételeztem, hogy minden vizsgált passzív biztonsági elem önmagában felelős a teljes évi halálos áldozatokért, így a változások vizsgálatánál csak a súlytényezők alakulása számított. Az optimalás lefuttatása alapján a kapott idealizált kompozit függvény matematikailag megfelelő, ugyanis a lineáris súlytényező-tagok kalibrációja során a modell hibamentes, az ε hibatag zérus lett (14. táblázat):

14. táblázat
Lineáris súlytényező-tagok kalibrációja után kapott hibamentes adatsor
(forrás: saját szerkesztés)

Év	Haláleset [fő]	Biztonsági öv (elől) [%]	Biztonsági öv (hátsó) [%]	ABS penetrációjának súlya [%]	Légszék penetrációjának súlya [%]	Teoretikus	abs HIBA	Rel. Hiba
2002	1075	50%	50%	0%	0%	1075	0	0%
2003	1090	51%	49%	0%	0%	1090	0	0%
2004	1099	34%	31%	0%	34%	1099	0	0%
2005	1063	33%	33%	0%	33%	1063	0	0%
2006	1109	26%	24%	24%	26%	1109	0	0%
2007	993	27%	24%	23%	26%	993	0	0%
2008	808	26%	24%	24%	26%	808	0	0%
2009	669	25%	25%	25%	25%	669	0	0%
2010	603	23%	27%	27%	23%	603	0	0%
2011	465	26%	24%	24%	26%	465	0	0%
2012	548	25%	25%	25%	25%	548	0	0%

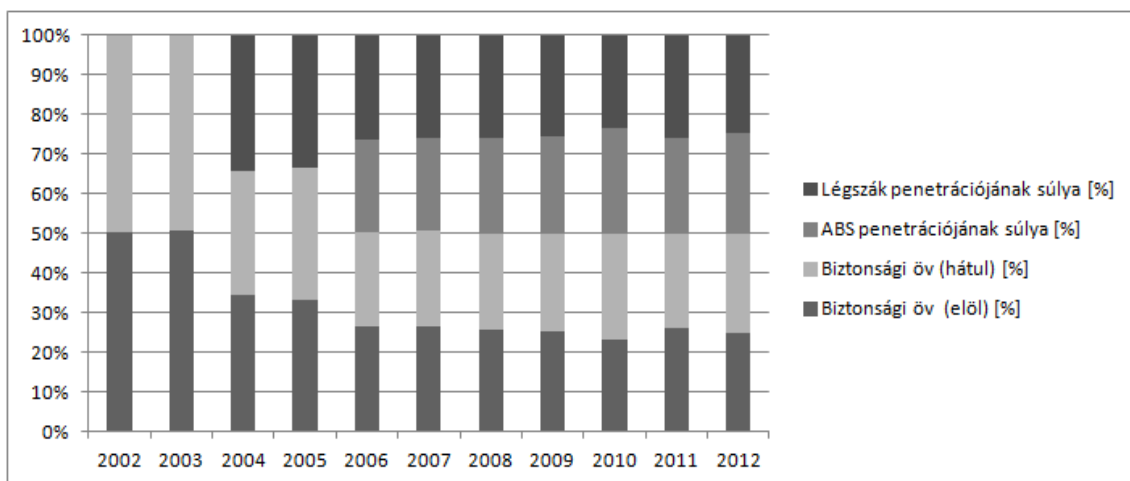
Az alábbi diagram (10. ábra) a matematikai hibával terhelt megoldást reprezentálja évenkénti lebontásban. A rendszer egy egyensúlyi rendszer, amely passzív biztonsági berendezések elterjedésére vagy újabb elemek belépésére - a nemzetközi szakirodalomnak megfelelően - a súlytényezők csökkenésével válaszol. Vagyis valós esetben a matematikai modell szerint az adott biztonsági berendezések súlya nem megegyező, a halálos kimenetelű balesetek bekövetkezésében nem egyenlő mértékben vesznek részt, újabb elemek beépítésekor a súlytényezők, azaz az arányok nem ugyanolyan mértékben változnak.



10. ábra Matematikai megoldás

(forrás: saját szerkesztés)

Idealizált esetben a SOLVER futtatásakor ugyanazokat a korlátozásokat állítjuk be, mint a matematikai megközelítéskor. Az alábbi diagram (11. ábra) az idealizált megoldást reprezentálja évenkénti lebontásban:



11. ábra Ideális megoldás

(forrás: saját szerkesztés)

Látható, hogy az idealizált esetben a súlytényezők is ideálisan viselkednek. Idealizált esetben a súlytényezők arányai egymáshoz viszonyítva megegyeznek, vagyis a baleset halálos kimenetelének megakadályozásában ugyanolyan mértékben vesznek részt. Újabb elemeket beépítve a személygépjárművekbe a súlyok azonos mértékben változnak.

Matematikailag sikerült igazolnom, hogy a passzív és aktív biztonsági berendezések dinamikus változása hogyan befolyásolja a halálos kimenetelű balesetek alakulását.

5. Összefoglalás

Munkám célja az volt, hogy megvizsgáljam, majd bebizonyítsam a közlekedésbiztonsági eszközök piaci elterjedésének jótékony hatását a halálos kimenetelű személygépjárművekben bekövetkezett balesetekre.

Vizsgálataim során arra az eredményre jutottam, hogy az aktív, illetve passzív biztonsági berendezések igen nagy hatással vannak a balesetek alakulására, dinamikus változásuk nagy szerepet játszik az emberi élet megóvásában, amelyet matematikai modellel igazoltam. Az aktív biztonsági elem, azaz az ABS hatással van arra, hogy megakadályozza a baleset bekövetkezését, a passzív biztonsági elemek, vagyis az elülső és hátulsó biztonsági öv, valamint a légzsákok pedig a már bekövetkezett balesetet igyekeznek kompenzálni, a sérülés mértékét csökkenteni vagy kiküszöbölni.

A nemzetközi és Európai Unió elvárásához és célokhoz alkalmazkodnia kell Magyarországnak is, így folytatni kell a munkát annak érdekében, hogy a második Fehér Könyv célkitűzéseit teljesíteni tudjuk.

A biztonsági berendezések arányának növelése - mint azt a dolgozatom is szemlélteti - fontos feladat, azonban szükséges megemlíteni, hogy ez nem az egyetlen eszköz, amellyel a közúti közlekedésbiztonság növelhető.

Felhasznált Irodalom

- [1] **Heinczinger** Mária, **Sesztakov** Viktor, **Szabó** Viktor, **Török** Ádám: *A közúti közlekedési balesetek korfájának elemzése*, KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG: A NEMZETI KÖZLEKEDÉSI HATÓSÁG SZAKMAI LAPJA 1:(5) pp. 42-46. (2011)
- [2] **Beke** Barbara, **Salló** Emőke, **Török** Ádám: *Halálos közúti balesetek és a személygépjármű modernizáció kapcsolata*, OGÉT 2013: XXI. Nemzetközi Gépészeti Találkozó, Arad, Románia, 2013.04.25-2013.04.27., 2013. pp.44-47. ISSN:2068-1267
- [3] **Holló** Péter, **Véssey** Tamás: *Még mindig a biztonsági övekről*, KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 62:(6) pp. 10-14. (2012)
- [4] **Holló** Péter: *Biztonsági övek, gyermekülések*, KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁG - ORSZÁGOS KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI TANÁCS TITKÁRSÁGA (3-4) pp. 40-41. (2012)
- [5] **Holló** Péter: *A közúti közlekedésbiztonság Magyarországon*, KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 62:(2) pp. 4-11. (2012)
- [6] **Holló** Péter: *Gondolatok a közúti közlekedésbiztonsági teljesítménymutatókról*, KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE 61:(5) pp. 8-13. (2011)
- [7] **Somogyi** Kristóf László: *A közúti közlekedésbiztonság és a járművekbe integrált biztonsági rendszerek*, TDK dolgozat, BME, 2012
- [8] **Ketskemény** László, **Izsó** Lajos, **Könyves Tóth** Előd: *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe*, Budapest (2011) Artéria Stúdió Kft, pp. 176-177 ISBN 978-963-08-1100-2
- [9] **Ketskemény** László, **Izsó** Lajos, **Könyves Tóth** Előd: *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe*, Budapest (2011) Artéria Stúdió Kft, pp. 141-142 ISBN 978-963-08-1100-2

- [10] **Ketskemény** László, **Izsó** Lajos, **Könyves Tóth** Előd: *Bevezetés az IBM SPSS Statistics programrendszerbe*, Budapest (2011) Artéria Stúdió Kft, pp. 139 ISBN 978-963-08-1100-2
- [11] **Török** Ádám, **Tánczos** Lászlóné: *Road safety techniques in Hungary according to EU directives*, MOSATT 2005: Modern Safety Technologies in Transportation
- [12] **Sesztakov** Viktor, **Török** Ádám: *Monetary value of road accidents in Hungary*, MOSATT 2007: Modern Safety Technologies in Transportation
- [13] **Berta** Tamás, **Török** Ádám: *Changes in road safety tendencies due to climate changes, Proceedings of the International Scientific Conference on Modern Safety Technologies in Transportation*, Mosatt 2009

Mellékletek

1. melléklet:

2002						2003					
Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.	Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1917	85			1	1	1932	71			1	1
1935	67		1		1	1939	64		2	3	5
1938	64		1	2	3	1940	63			1	1
1940	62			1	1	1941	62		1	1	2
1955	47			4	4	1945	58			3	3
1966	36			1	1	1947	56		1		1
1967	35	2	1	3	6	1948	55			1	1
1968	34			4	4	1948	55		1		1
1969	33		5	5	10	1952	51			1	1
1970	32	1	2	17	20	1953	50			1	1
1971	31	4	3	8	15	1954	49		1		1
1972	30	3	8	7	18	1956	47			1	1
1973	29		15	21	36	1957	46			1	1
1974	28	3	6	25	34	1958	45			1	1
1975	27	2	17	36	55	1959	44	1			1
1976	26	5	20	57	82	1962	41			2	2
1977	25	6	41	66	113	1963	40		1		1
1978	24	13	44	131	188	1965	38		1	3	4
1979	23	14	80	172	266	1966	37		1		1
1980	22	13	133	331	477	1967	36		1		1
1981	21	20	106	299	425	1968	35		1	1	2
1982	20	23	165	476	664	1969	34	1	2	4	7
1983	19	25	201	488	714	1970	33	1	6	13	20
1984	18	40	212	568	820	1971	32		1	8	9
1985	17	37	195	691	923	1972	31	3	7	20	30
1986	16	34	263	727	1024	1973	30	1	5	16	22
1987	15	32	262	616	910	1974	29		6	36	42
1988	14	33	235	619	887	1975	28	1	11	14	26
1989	13	42	258	709	1009	1976	27	2	11	26	39
1990	12	44	326	972	1342	1977	26	6	25	73	104
1991	11	26	184	524	734	1978	25	1	38	88	127
1992	10	43	269	702	1014	1979	24	2	33	108	143
1993	9	48	236	637	921	1980	23	11	101	228	340
1994	8	51	289	749	1089	1981	22	9	85	254	348
1995	7	37	234	713	984	1982	21	17	136	402	555
1996	6	50	297	794	1141	1983	20	27	145	402	574

1997	5	41	249	804	1094
1998	4	66	359	1136	1561
1999	3	57	418	1221	1696
2000	2	78	446	1415	1939
2001	1	93	424	1267	1784
2002	0	36	211	609	856
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		7	36	176	219
		46	398	1273	1717
Össz.		1075	6650	19077	26802
		1022			
		0,9507			

1984	19	18	199	566	783
1985	18	35	270	624	929
1986	17	40	261	749	1050
1987	16	36	199	598	833
1988	15	48	244	596	888
1989	14	40	260	722	1022
1990	13	57	346	910	1313
1991	12	31	193	633	857
1992	11	36	273	742	1051
1993	10	54	260	798	1112
1994	9	58	246	790	1094
1995	8	31	277	765	1073
1996	7	58	319	960	1337
1997	6	56	303	860	1219
1998	5	55	385	1155	1595
1999	4	65	379	1106	1550
2000	3	89	495	1501	2085
2001	2	59	438	1246	1743
2002	1	64	497	1335	1896
2003	0	37	325	887	1249
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		24	256	1097	1377
		16	84	181	281
Össz.		1090	7132	20534	28756
		1050			
		0,9633			

2004

Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1937	67			1	1
1939	65		1	3	4
1957	47			1	1
1966	38	1	3	5	9
1967	37		1		1
1968	36			1	1
1970	34		3	5	8
1972	32		7	8	15
1973	31		3	4	7
1974	30		6	11	17
1975	29		8	10	18
1976	28	3	4	14	21
1977	27	2	12	14	28

2005

Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1965	40		1	1	2
1968	37			1	1
1970	35		2	4	6
1971	34		1	4	5
1972	33		2	6	8
1973	32	1	2	9	12
1974	31	1	5	11	17
1975	30	2	10	2	14
1976	29		2	6	8
1977	28	1	8	17	26
1978	27	2	10	48	60
1979	26	1	24	57	82
1980	25	4	42	108	154

1978	26	3	18	34	55	1981	24	6	47	119	172
1979	25	9	26	93	128	1982	23	15	54	129	198
1980	24	9	51	164	224	1983	22	3	49	182	234
1981	23	4	49	148	201	1984	21	15	93	183	291
1982	22	10	68	173	251	1985	20	21	92	252	365
1983	21	13	86	212	311	1986	19	20	99	259	378
1984	20	9	93	263	365	1987	18	12	93	251	356
1985	19	20	138	330	488	1988	17	12	105	274	391
1986	18	27	137	422	586	1989	16	24	120	329	473
1987	17	15	144	310	469	1990	15	11	180	464	655
1988	16	22	136	317	475	1991	14	17	84	253	354
1989	15	30	161	391	582	1992	13	19	135	372	526
1990	14	28	188	562	778	1993	12	15	135	344	494
1991	13	19	124	327	470	1994	11	34	155	390	579
1992	12	36	170	434	640	1995	10	21	134	407	562
1993	11	25	141	393	559	1996	9	45	195	470	710
1994	10	32	192	528	752	1997	8	39	150	393	582
1995	9	21	163	405	589	1998	7	36	205	584	825
1996	8	31	225	515	771	1999	6	37	249	670	956
1997	7	29	168	470	667	2000	5	57	371	917	1345
1998	6	38	219	625	882	2001	4	31	217	669	917
1999	5	24	199	635	858	2002	3	41	258	746	1045
2000	4	44	285	829	1158	2003	2	36	234	729	999
2001	3	38	221	632	891	2004	1	49	260	830	1139
2002	2	49	256	773	1078	2005	0	12	134	378	524
2003	1	55	302	816	1173	hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		21	72	242	335
2004	0	23	158	454	635	Össz.		402	2935	10203	13540
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		35	214	653	902			1063	6964	21313	29340
Össz.		1099	7430	21961	30490			640			
		669						0,6021			
		0,6087									

2006

2007

Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.	Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1932	74			1	1	1960	47			2	2
1946	60			1	1	1968	39			1	1
1950	56			1	1	1969	38	1		3	4
1967	39			1	1	1970	37			2	2
1969	37		1		1	1971	36		1	2	3
1971	35			2	2	1972	35			1	1

1972	34			6	6	1973	34		1	1	2
1973	33	1		2	3	1975	32		2	12	14
1974	32		1	3	4	1976	31		1	7	8
1975	31		1	4	5	1977	30		2	3	5
1976	30		6	8	14	1978	29	3	8	11	22
1977	29	2	4	6	12	1979	28		6	22	28
1978	28	2	9	10	21	1980	27	2	18	46	66
1979	27	3	14	20	37	1981	26	3	25	28	56
1980	26	7	40	48	95	1982	25	4	33	61	98
1981	25	3	18	61	82	1983	24	3	38	60	101
1982	24	6	29	91	126	1984	23	6	41	100	147
1983	23	12	36	113	161	1985	22	3	47	167	217
1984	22	8	49	145	202	1986	21	9	66	194	269
1985	21	14	70	185	269	1987	20	10	55	195	260
1986	20	17	75	242	334	1988	19	18	71	193	282
1987	19	7	71	205	283	1989	18	11	109	314	434
1988	18	18	71	227	316	1990	17	19	146	394	559
1989	17	24	124	325	473	1991	16	14	76	283	373
1990	16	32	172	485	689	1992	15	23	122	307	452
1991	15	24	87	247	358	1993	14	13	109	320	442
1992	14	22	109	311	442	1994	13	31	125	344	500
1993	13	20	116	339	475	1995	12	26	136	399	561
1994	12	23	149	415	587	1996	11	24	115	460	599
1995	11	29	119	331	479	1997	10	22	191	427	640
1996	10	34	200	531	765	1998	9	28	185	554	767
1997	9	15	129	363	507	1999	8	32	237	545	814
1998	8	26	199	621	846	2000	7	49	269	903	1221
1999	7	34	235	597	866	2001	6	30	239	668	937
2000	6	59	368	1069	1496	2002	5	47	222	768	1037
2001	5	30	221	650	901	2003	4	34	231	739	1004
2002	4	51	239	799	1089	2004	3	35	253	726	1014
2003	3	44	253	713	1010	2005	2	42	245	683	970
2004	2	52	275	775	1102	2006	1	26	220	691	937
2005	1	52	273	810	1135	2007	0	11	98	330	439
2006	0	23	131	370	524			23	95	295	413
hibás gyártási év ismetelten gyártási év		10	61	162	233	hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		391	2915	10035	13341
Össz.		1109	7004	21802	29915	Össz.		993	6753	21296	29042
		694						579			
		0,6258						0,5831			

2008

2009

Gyártási	Kor	meghalt	súlyosan	könnyen	Össz.	Gyártási	Kor	meghalt	súlyosan	könnyen	Össz.
----------	-----	---------	----------	---------	-------	----------	-----	---------	----------	---------	-------

év/Kimenetel	(év)	[1]	sérült [2]	sérült [3]		év/Kimenetel	(év)	[1]	sérült [2]	sérült [3]	
1940	68		2		2	1945	64			1	1
1950	58			2	2	1963	46		1	4	5
1969	39			1	1	1964	45			1	1
1970	38			1	1	1969	40			2	2
1971	37			1	1	1970	39			1	1
1974	34			1	1	1972	37		1		1
1975	33			6	6	1973	36			2	2
1976	32			2	2	1975	34		4	7	11
1977	31			2	2	1976	33			1	1
1978	30		4	4	8	1977	32		2	2	4
1979	29	2	9	6	17	1978	31		2	4	6
1980	28	1	16	47	64	1979	30	1	3	8	12
1981	27	2	8	17	27	1980	29	1	5	10	16
1982	26	6	12	39	57	1981	28		6	10	16
1983	25	1	15	66	82	1982	27	3	15	27	45
1984	24	9	21	78	108	1983	26	2	13	35	50
1985	23	5	34	124	163	1984	25	5	21	41	67
1986	22	4	43	139	186	1985	24	6	32	74	112
1987	21	6	41	138	185	1986	23	8	20	86	114
1988	20	5	61	145	211	1987	22	2	23	71	96
1989	19	17	72	184	273	1988	21	5	16	92	113
1990	18	20	113	314	447	1989	20	7	63	176	246
1991	17	14	85	226	325	1990	19	8	80	263	351
1992	16	8	89	267	364	1991	18	9	83	218	310
1993	15	10	82	241	333	1992	17	8	84	241	333
1994	14	13	113	360	486	1993	16	10	82	282	374
1995	13	15	86	303	404	1994	15	18	83	336	437
1996	12	25	137	424	586	1995	14	16	77	280	373
1997	11	20	150	330	500	1996	13	16	133	351	500
1998	10	23	169	544	736	1997	12	17	108	367	492
1999	9	26	188	530	744	1998	11	20	118	476	614
2000	8	39	310	882	1231	1999	10	23	126	462	611
2001	7	27	165	585	777	2000	9	37	243	745	1025
2002	6	37	190	635	862	2001	8	17	155	516	688
2003	5	18	207	671	896	2002	7	31	170	577	778
2004	4	24	210	637	871	2003	6	24	197	585	806
2005	3	25	164	608	797	2004	5	30	172	702	904
2006	2	30	152	594	776	2005	4	37	161	589	787
2007	1	27	171	581	779	2006	3	21	180	563	764
2008	0	18	63	231	312	2007	2	21	169	520	710
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		14	128	437	579	2008	1	17	109	414	540
		317	2485	9416	12218	2009	0	3	18	55	76
Össz.		808	5795	19819	26422	hibás		9	79	276	364

477
0,5903

gyártási év ismeretlen gyártási év				
	237	1933	8464	10634
Össz.	669	4787	17937	23393
	423			
	0,6323			

2010

2011

Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.	Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1970	40		1		1	1962	49			1	1
1971	39			1	1	1978	33			1	1
1974	36		1	1	2	1979	32			1	1
1975	35			2	2	1980	31		1	1	2
1976	34			1	1	1982	29	1	1	7	9
1977	33		1	2	3	1983	28			10	10
1978	32			1	1	1984	27		2	10	12
1979	31	2	4	6	12	1985	26	1	5	25	31
1980	30		3	17	20	1986	25	2	6	19	27
1981	29		3	20	23	1987	24	2	5	21	28
1982	28		4	12	16	1988	23	2	5	14	21
1983	27	1	7	29	37	1989	22	4	7	39	50
1984	26	2	21	38	61	1990	21	3	10	55	68
1985	25	1	16	62	79	1991	20	1	7	42	50
1986	24	3	20	53	76	1992	19	3	5	61	69
1987	23	5	28	45	78	1993	18	3	16	65	84
1988	22	4	19	81	104	1994	17	4	31	95	130
1989	21	4	42	117	163	1995	16	1	13	73	87
1990	20	16	55	176	247	1996	15	2	28	125	155
1991	19	9	49	165	223	1997	14	7	35	124	166
1992	18	9	46	196	251	1998	13	3	48	138	189
1993	17	18	76	254	348	1999	12	7	38	147	192
1994	16	8	81	272	361	2000	11	2	51	190	243
1995	15	9	71	222	302	2001	10	2	42	179	223
1996	14	12	103	354	469	2002	9	4	44	238	286
1997	13	20	94	264	378	2003	8	6	42	228	276
1998	12	27	101	421	549	2004	7	13	56	250	319
1999	11	15	129	409	553	2005	6	5	46	218	269
2000	10	17	153	506	676	2006	5	8	53	231	292
2001	9	18	138	482	638	2007	4	5	54	193	252
2002	8	25	145	559	729	2008	3	4	39	193	236
2003	7	13	151	513	677	2009	2		19	76	95
2004	6	17	142	587	746	2010	1	1	13	74	88
2005	5	31	153	483	667	2011	0	1	5	25	31

2006	4	19	132	526	677	hibás gyártási év ismeretlen gyártási év	1	1	4	6
2007	3	24	118	481	623		367	2696	11734	14797
2008	2	17	101	394	512	Össz.	465	3424	14907	18796
2009	1	7	29	135	171		97			
2010	0		11	46	57		0,2086			
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		11	73	217	301					
		239	1703	7562	9504					
Össz.		603	4024	15712	20339					
		353								
		0,5854								

2012 első negyed év

2012* *becslés az egész évre

Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.	Gyártási év/Kimenetel	Kor (év)	meghalt [1]	súlyosan sérült [2]	könnyen sérült [3]	Össz.
1980	32			1	1	1980	32			4	4
1983	29		1		1	1983	29		4		4
1986	26			1	1	1986	26			4	4
1987	25		1	2	3	1987	25		4	8	12
1988	24		2	4	6	1988	24		8	16	24
1989	23		2	4	6	1989	23		8	16	24
1990	22		2	5	7	1990	22		8	20	28
1991	21		2	9	11	1991	21		8	36	44
1992	20	3	2	8	13	1992	20	12	8	32	52
1993	19	1	1	13	15	1993	19	4	4	52	60
1994	18	1	2	12	15	1994	18	4	8	48	60
1995	17	3	2	17	22	1995	17	12	8	68	88
1996	16	1	9	17	27	1996	16	4	36	68	108
1997	15	1		8	9	1997	15	4		32	36
1998	14		7	29	36	1998	14		28	116	144
1999	13	3	8	25	36	1999	13	12	32	100	144
2000	12	1	3	17	21	2000	12	4	12	68	84
2001	11	2	8	20	30	2001	11	8	32	80	120
2002	10	1	8	18	27	2002	10	4	32	72	108
2003	9			1	1	2003	9		8	104	112
2003	9		2	25	27	2004	8	12	28	104	144
2004	8	3	7	26	36	2005	7		28	88	116
2005	7		7	22	29	2006	6	12	32	76	120
2006	6	3	8	19	30	2007	5		8	4	12
2007	5		2	1	3	2007	5	4	64	160	228
2007	5	1	16	40	57	2008	4		36	76	112
2008	4		9	19	28	2009	3		8	48	56
2009	3		2	12	14	2010	2	4	20	96	120

2010	2	1	5	24	30	2011	1	12	32	44
2011	1		3	8	11	hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		12	4	24
hibás gyártási év ismeretlen gyártási év		3	1	2	6	<u>gyártási év</u>	436	3156	13400	<u>16992</u>
Össz.		109	789	3350	4248	Össz.	548	3644	15036	19228
		25					100			
		0,1825					0,1825			

(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)

2. melléklet

	2002			2003			2004			2005			2006			2007			2008			2009			2010			2011			2012		
	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db	db (összes)	%	db			
Benzin	2 320 855	89%	907	2 414 409	88%	919	2 400 496	86%	575	2 403 912	84%	540	2 586 113	84%	582	2 615 206	84%	484	2 426 069	80%	384	2 372 657	80%	337	2 308 195	79%	279	2 186 920	77%	74	2 127 983	76%	76
Dízel	293 290	11%	115	343 469	12%	131	391 259	14%	94	445 937	16%	100	497 422	16%	112	510 496	16%	95	590 296	20%	93	603 308	20%	86	616 118	21%	74	662 524	23%	23	675 435	24%	24
szum	2 614 145	100%	1022	2 757 878	100%	1050	2791755	100%	669	2 849 849	100%	640	3 083 535	100%	694	3 125 702	100%	579	3 016 365	100%	477	2 975 964	100%	423	2 924 313	100%	353	2 849 444	100%	97	2 803 418	100%	100
Benzin																																	
EURO	Év	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db		
EURO0	-1992	55%	501	49%	446	41%	237	35%	189	34%	200	32%	157	22%	84	19%	66	17%	47	14%	10	12%	9	12%	9	12%	9	12%	9	12%	9		
EURO1	1993-1995	14%	127	14%	129	14%	81	14%	75	13%	75	11%	55	13%	51	13%	44	13%	37	12%	9	12%	9	12%	9	12%	9	12%	9	12%	9		
EURO2	1996-1999	19%	169	18%	167	18%	106	18%	99	17%	100	15%	74	18%	70	19%	63	19%	53	18%	13	18%	14	18%	14	18%	14	18%	14	18%	14		
EURO3	2000-2004	12%	110	19%	176	26%	151	33%	176	31%	182	30%	144	33%	126	33%	113	34%	95	33%	25	33%	25	33%	25	33%	25	33%	25	33%	25		
EURO4	2005-2009	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	4%	26	11%	54	14%	53	15%	52	16%	44	20%	15	19%	14	19%	14	19%	14	19%	14	19%	14		
EURO5	2010-2014	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	1%	2	3%	2	6%	5	6%	5	6%	5	6%	5		
szum		100%	907	100%	919	100%	575	100%	540	100%	582	100%	484	100%	384	100%	337	100%	279	100%	74	100%	76	100%	76	100%	76	100%	76	100%	76		
Dízel																																	
EURO	Év	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db	%	db		
EURO0	-1992	64%	73	54%	70	44%	42	36%	36	31%	34	24%	23	21%	19	18%	16	16%	12	14%	3	11%	3	11%	3	11%	3	11%	3	11%	3		
EURO1	1993-1995	15%	18	16%	21	15%	14	13%	13	12%	13	11%	11	10%	9	9%	8	9%	7	8%	2	7%	2	7%	2	7%	2	7%	2	7%	2		
EURO2	1996-1999	12%	13	14%	19	15%	14	14%	14	13%	14	12%	11	11%	10	11%	9	11%	8	10%	2	9%	2	9%	2	9%	2	9%	2	9%	2		
EURO3	2000-2004	9%	11	16%	21	26%	24	37%	37	37%	42	33%	32	35%	33	34%	30	34%	25	33%	7	34%	8	33%	7	34%	8	33%	7	34%	8		
EURO4	2005-2009	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	8%	9	19%	18	23%	22	27%	23	28%	21	31%	7	33%	8	33%	8	33%	8	33%	8	33%	8		
EURO5	2010-2014	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	2%	2	4%	1	6%	1	6%	1	6%	1	6%	1	6%	1		
szum		100%	115	100%	131	100%	94	100%	100	100%	112	100%	95	100%	93	100%	86	100%	74	100%	23	100%	24	100%	24	100%	24	100%	24	100%	24		

EURO	Év	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EURO0	-1992	574	517	279	225	234	180	104	81	59	14	12
EURO1	1993-1995	144	150	95	88	88	66	60	52	43	11	11
EURO2	1996-1999	182	186	120	114	115	86	80	72	61	16	16
EURO3	2000-2004	121	197	175	213	223	176	159	142	121	32	33
EURO4	2005-2009	0	0	0	0	34	71	74	75	65	22	22
EURO5	2010-2014	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	6
szum		1022	1 050	669	640	694	579	477	423	353	97	100

(forrás: saját szerkesztés KSH adatok alapján)