

Járműkompatibilitás – gyűrődő, csúsztató zónák

Vehicle compatibility – crushing, sliding zones

Dr. VINCZE-PAP Sándor

JÁFI-AUTÓKUT Mérnöki Kft.
H-1115 Budapest, Csóka u. 7-13.
vincze_pap@jafi-autokut.hu , www.jafi-autokut.hu

Abstract

The first meaning the vehicle compatibility has arisen in the connection of vehicle-vehicle in the technical terminology due to the vehicle passengers. It will be discussed in such a form. Vehicle compatibility or vehicle aggressivity? These are very relational conceptions!

Not only the adopted crushing zones, but the so called sliding zones for better defending of high speed angular impacts are belonging to the vehicle compatibility. It can be realised more effectively specially for small vehicles last century.

Kivonat

A járműkompatibilitás a szakirodalomban elsősorban a jármű-jármű ütközés kapcsolatában merül fel a járművekben utazókra vonatkoztatva, ezért a dolgozatban ebben a formában tárgyaljuk. Jármű kompatibilitás vagy jármű agresszivitás? Ezek összefüggő fogalmak.

A járművek közötti kompatibilitáshoz nem csak az illesztett gyűrődő zónák, hanem a szögben történő nagy sebességű ütközések jobb kivédésére alkalmas eltérítő és csúsztató zónák is hozzá tartoznak. Az utóbbi negyedszázadban ezek egy egyre tudatosabb megjelenését tapasztaljuk.

1. ÜTKÖZÉSI KOMPATIBILITÁS

Egyszerűen megfogalmazva, két jármű ütközésekor a járműtervezési különbözőségekből adódóan az ütközés során várható (vagy statisztikailag számított) sérülési kockázatok mérőszáma mutatja meg, hogy kompatibilis vagy inkompatibilis a vizsgált két jármű. A súlykülönbség mellett a jármű szabad magasságát vagy hasmagasságát és a mellső-hátsó gyűrődési zónák kialakítását soroljuk a kompatibilitást befolyásoló tényezők közé. A statisztikai adatokból az derül ki, hogy a méreteltéréstől sokkal fontosabb a súlykülönbség.

A járműkialakításnak, a járműosztály sajátosságainak hatása. A kulcskérdés az, hogy mi jelent nagyobb veszélyt egy személyautóra, ha egy vele azonos súlyú személyautóval, vagy egy vele szintén azonos súlyú furgonnal esetleg terepjárával ütközik. Az 1991-96 évek statisztikái szerint minden 1500-1800 kg közé eső önsúlyú személyautó 45 halálos balesetet okozott 1 millió járműre számolva, míg ugyanilyen súlyú terepjárók esetében 76 ember vesztette életét szintén 1 millió ilyen típusú autóra számolva. (A haláleseteket nem az ütköző, hanem csak az ütközött járműben ülőkre értelmeztük.)

A járműsúly hatása a kompatibilitásra. A balesetelemzések azt mutatják, hogy könnyebb autók esetén a két-járműs ütközéses balesetekben meghaltak száma nagyobb, mint a nehezebb járművek ütközéses balesetei. A súlycsökkenéssel együtt járt a halálos áldozatok számának növekedése is. Egy érdekes elméleti adatelemzéssel az is számszerűsíthető, hogy mely járművek illetve mely járműtípusok jelentenek nagyobb balesetveszélyt, mely járművek miatt hal meg több ember. [4]

Az **1. táblázatban** szereplő jármű eliminálásokat, vagyis a forgalomból történő teljes kivételüket úgy kell érteni, hogy az addig abban a járműosztályban utazók átülnek a szomszédos járműosztályokba, tehát a közlekedők száma nem csökken. Ez a táblázat egyértelműen kimutatja, hogy furcsa mód nem akkor csökkenne a halálesetek száma az utakon, ha a nehéz járműveket vonnánk ki a forgalomból, hanem fordítva, a könnyű járművek kivonása jelentene pozitív hatást az utasbiztonságra. [7]

Személyautó balesetek halálos áldozatai számának változása az egyes járműosztályok különböző súlyozott arányait feltételezve								
Alapfeltétel: A halálesetek száma 1997-ben, ha az utakon csak 1990-96 közt készült modellek futottak volna az USA-ban	Egyjárműs baleset 12 675		Kétjárműs ütközés 3,5 tonnánál nagyobb teherautóval 2 733		Kétjárműs baleset másik személyautóval 11 032		Összesen 26 440	
	fő	%	fő	%	fő	%	fő	%
1. Eliminálva (kivéve) a legkönnyebb személyautókat	241	1,9	-71	2,6	-408	3,7	720	2,7
2. Eliminálva a könnyű személyautókat és a terepjárókat	279	2,2	-71	2,6	-386	3,5	736	2,8
3. Eliminálva a nehéz személyautókat	355	2,8	-6	0,2	+66	0,6	15	1,6
4. Eliminálva a nehéz személyautókat, terepjárókat, furgonokat	608	4,8	+6	0,2	-331	3,0	83	1,1
5. Eliminálva a nehéz terepjárókat, furgonokat	253	2,0	+11	0,4	-408	3,7	144	0,6

1. táblázat.

A közlekedési balesetek halálos áldozatai számának alakulása az egyes járműosztályok súlyozott figyelembevételével [1]

2. A KOMPATIBILITÁS MÉRŐSZÁMA

Az 1. ábra oszlop diagramjában található értékek amerikai baleseti statisztikán alapulnak. Jól látszik, amit baleseti adatok nélkül is valószínűsítünk, hogy frontális személygépkocsi-teherautó balesetekben sokkal több személyautó vezető hal meg mint nagy- vagy akár kisteherautó sofőr.

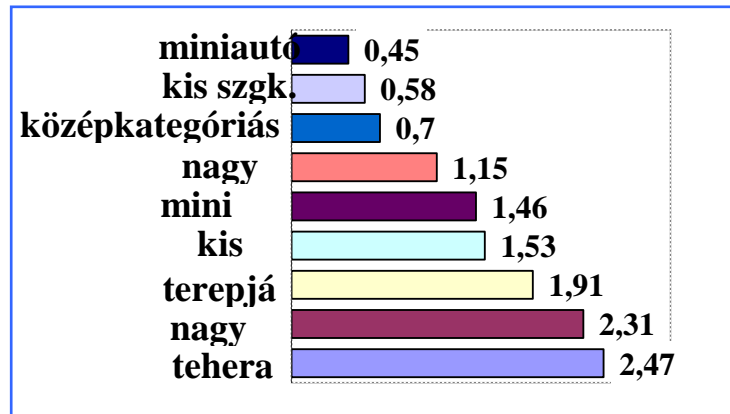
A kompatibilitás mérésének nincs elfogadott módszere és mérőszáma. Ez az NTSH által készített statisztikai kiértékelés az első ilyen javaslat volt ebben a témakörben. Az itt számított mérőszám összhangban van a köznapi felfogással is, vagyis annál agresszívebbnek tekintünk egy járművet minél többen halnak meg a vele történő ütközéskor.

Az adatok elemzéséből az látszik, hogy a súlyosabb jármű agresszívebb is. De ez csak általában igaz. A középkategóriás személyautók és a kis pickup-ok bár azonos súlykategóriájúak, agresszivitásuk jelentős mértékben (0,70 illetve 1,53) eltér egymástól. [5] [6]

A részletes adatelemzésből az is kiderült, hogy az azonos tengelytávolságú és kategóriájú járművek közül a nagyobb súlyúak veszélyesebbek. Ez valószínűleg a nagyobb teljesítményű motoroknak és az agresszívebb vezetőknek tudható be.

A lökhárítók magassága nem mutatott megkülönböztethető hatást az agresszivitásra.

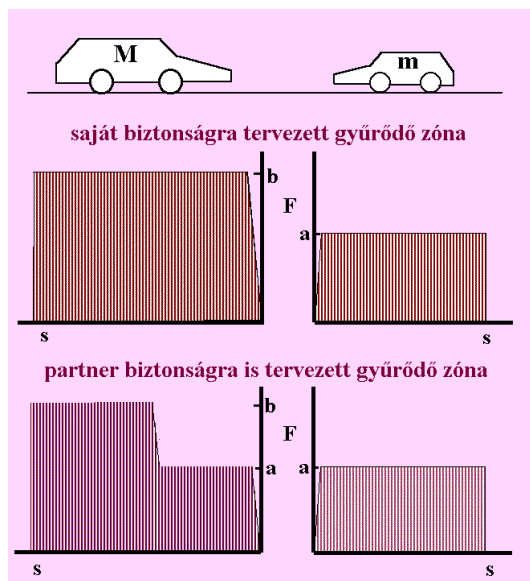
A sportos külalakú járművek viszont furesamód agresszívebbnek bizonyultak szolidabb kinézetű társaiknál, aminek nem az adott jármű nagyobb merevsége az oka, hanem kifejezetten a „kemény” vezetői magatartás számlájára írható.



1. ábra.

Agresszivitási tényező az egyes járműosztályokra – vezetői halálesetek száma adott járműnek ütközéskor 1000 balesetre számolva (a nagyobb értékű tényező értékarányosan veszélyesebb járművet jelent) [2]

3. Elterelő és csúsztató zónák az autón



2. ábra.

Járművek orr részének csak a saját biztonságra és a kisebb tömegű partnerrel történő ütközésre is tervezett, elméleti energiaelnyelési karakterisztikája.

A passzív biztonságot elsősorban mint saját járműre vonatkozó biztonságot értelmezik ill. csupán a nehezebb járművek méretezése esetén gondolnak a könnyebb járművekkel szembeni partnerbiztonságra, főként az aláfutás gátlók tekintetében.

A kompatibilitás kifejezés esetén döntően csak a nagyobb tömegű járművek védelmi rendszerei jutnak eszünkbe.

Vegyünk egyszerű példát: ütközzön két, egyenként $v=50$ km/h sebességgel szembejövő autó egymásnak, és az egyik autó tömege m , a másik nagyobbik tömegűé pedig legyen M . ($M=k \cdot m$, $k>1$.)

Nézzünk néhány egyszerű kalkulust.

Az autók tervezett deformációs energiaelnyelése:

$$E_{def1}^{tervezett} = \frac{1}{2} m v^2 \text{ a kisebbik tömegű autóra,}$$

és

$$E_{def2}^{tervezett} = \frac{1}{2} M v^2 \text{ a nagyobbik tömegű autóra számítva.}$$

A mozgásmennyiség megmaradás törvényéből az ütközés utáni közös sebesség: $v_k = \frac{M - m}{M + m} v = \frac{k - 1}{k + 1} v$, a nagyobb tömegű autó ütközés előtti sebességének irányában.

Feltételezve, hogy azonos erő-elmozdulás függvényű mindkét autó lökhárító-gyűrődő zónája, és energiaelnyelése, valamint az elvesző mozgási energiák mindkét autó esetében deformációs munkává alakulnak, ebben az esetben az ütközés során elnyelendő energia egyes autók esetében:

$$E_{def1}^{ütk} = \frac{1}{2} m(v^2 + v_k^2) = \frac{1}{2} \frac{2(k^2 + 1)}{(k + 1)^2} m > E_{def1}^{tervezett}$$

és

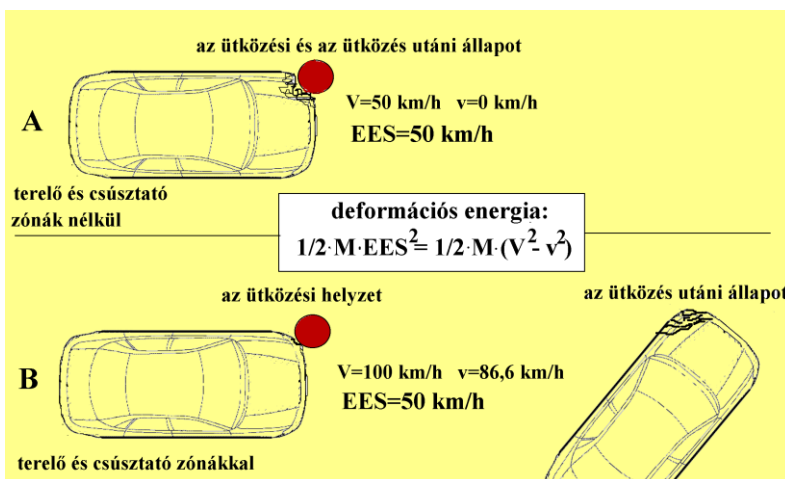
$$E_{def2}^{ütk} = \frac{1}{2} M(v^2 - v_k^2) = \frac{1}{2} \frac{4k}{(k + 1)^2} M < E_{def2}^{tervezett},$$

tehát a kisebbik autó nem biztosít megfelelő túlélési esélyt egy vele szembe jövő nagyobb autónak történő ütközéskor. „A tömeg mindig győz” elv érvényesül.

És még csak az 50 km/h határsebességnél (100 km/h relatív sebesség különbségnél) tartunk. Nyilvánvaló, hogy legakkurátusabb lökhárító és gyűrődő zóna illesztésekkel sem lehet kezelni a 150 - 200 km/h sebesség különbségeket, mondjuk egy átlagos teherautó és személyautó ütközésekor.

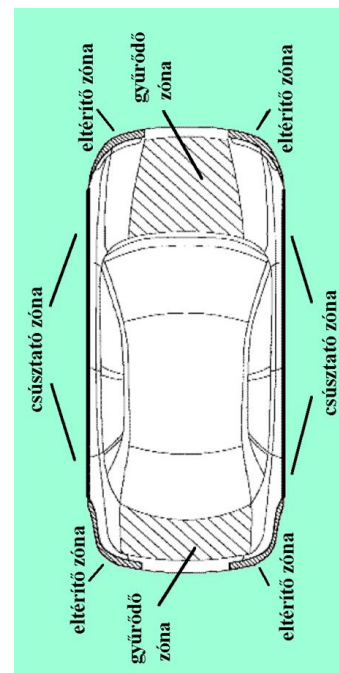
Az ütközéseknek viszont csak a 35%-a történik teljesen frontális (vagy hátsó) ill. teljes oldalütközéssel. A maradék 65%-a a baleseteknek kis átfedéssel illetve nem 90° vagy 180°-os szögben történik. Ezekben az esetekben felmerül a kérdés: vajon a leghatékonyabb-e az a módszer, amikor az ütközés pillanatában meglévő mozgási energiákat teljes egészében deformációs energiaelnyeléssel emésztyjük el, vagy a túlélés szempontjából kedvezőbb lenne, ha átranzformálhatnánk az ütközés utáni fázisban történő energiaátalakításra.

Ebben az esetben, az átranzformálható energia nagyságától függően, egészen nagy sebességű ütközések is kontrollálhatók maradnak.



3. ábra.

Személyautó fának ütközése 50km/h és 100 km/h ütközési sebességekkel. Mindkét esetben azonos a deformációval elnyelt energia (!), de ehhez szükségesek a B esetben az autó eltérítő és csúsztató zónái is. (EES: energia ekvivalens sebesség.)



3. ábra.
Csúsztató zónák

A **3. ábra** egy fának ütközés energia és sebesség viszonyait mutatja. Az A esetben V=50 km/h sebességű ütközéskor a teljes mozgási energia deformáció révén nyelődik el, míg a B esetben, V=100 km/h sebességű (négyeszer nagyobb mozgási energiával rendelkező) jármű energiája döntő részének a disszipálása az ütközés utáni, fékezési fázisban történik. De ehhez, az ütközés hatásának csökkentéséhez, az ütközési deformációs energia csökkentéséhez, a B esetben, csúsztató zónák is szükségesek. Így mindkét szituációban megegyezik az egyenértékű deformációs energia.

A járművek közötti kompatibilitáshoz tehát nem csak az illesztett gyűrődő zónák, hanem a szögben történő nagy sebességű ütközések jobb kivédésére alkalmas eltérítő és csúsztató zónák is fontosak. (**4. ábra**)

A **4. ábrán** berajzolt elterelő, eltérítő és csúsztató zónák –a deformációs zónákkal együtt-, alkalmasak a járművek közötti jobb kompatibilitás megteremtésére, a nagyobb sebességű ütközések jobb kontrollálhatóságára. Beleszámítva az első ütközés utáni lepattanást, lecsúszást követő újabb baleseti helyzetek kockázatát is. Ezeknek a zónáknak a kialakítása a kompatibilitás kérdésének előtérbe kerülésével, a 90-es évek közepétől számítva, egyre inkább megfigyelhető a kis tömegű személyautók esetében.[3]

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A balesetek kétharmad része kis átfedéssel illetve nem 90° vagy 180°-os szögben történik. A balesetekkel foglalkozó biztosító társaságok jöttek rá hamarabb, hogy a lekerekített orr- és hátrésszel rendelkező, balesetet szenvedő autókban kisebb biztosítási kár keletkezett, mint a szögletes kivitelű társaikban. És ez igaz nem csak az autók szerkezeti elemeire, de a bennülő emberek baleseti sérüléseire is. Ez leginkább igazolható a kisebb tömegű autókra vonatkozóan. Ez volt az egyik lényeges indítéka, hogy a 90-es évektől kezdődően egyre inkább elterjedtek a legömbölyített formájú autók. Ezt igyekeztem számszerűsítve is elemezni, körüljárni a dolgotban.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Status Report 2000, Insurance Institute for Highway Safety, USA
- [2] NTSB 1999, USA
- [3] *Vincze-Pap S.*: Járművek, A magyar Gépjárműipari Szövetség Hivatalos Fóruma, 2001, 8-9. szám
- [4] *Zobel R., Schwarz T.*: Development of Criteria and Standards for Vehicle Compatibility, Proceedings of the 17th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles, 2001. Amsterdam. (Paper No. 140)
- [5] *Appel, H., Deter, T.*: Crash Compatibility of Passenger Cars Achievable, But How? International Conference on Vehicle Safety 2000, 7-9 June 2000, IMechE HQ, London, UK, IMechE Conference Transactions 2000-2, pp. 55-65
- [6] *Wykes N, Edwards M, Hobbs A.*: Compatibility Requirements for Cars in Frontal and Side Impact. Proceedings of the 16th Int. ESV Conf., Windsor, Canada, 1998., Paper No. 98-S3-O04.
- [7] *Insurance Institute for Highway Safety*: Status Report, Vol. 34, No. 9, October 30, 1999