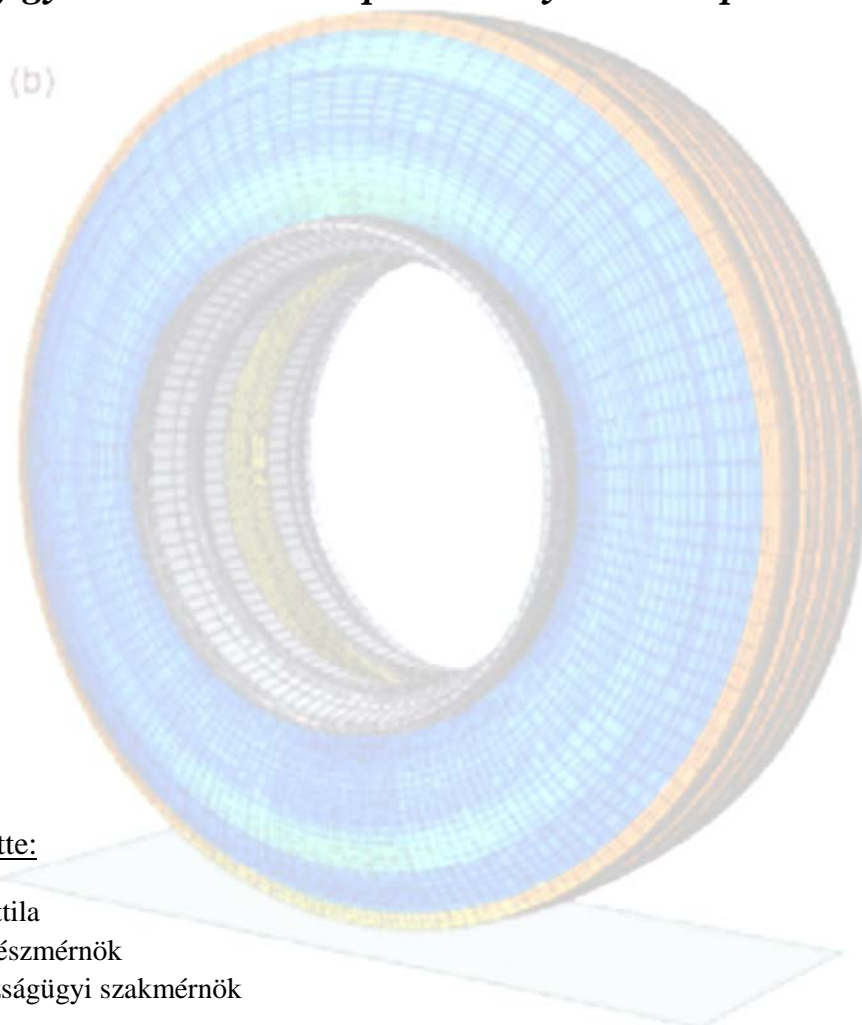


Módosítási javaslat

*Haszonjárművek, mezőgazdasági gépek és pótkocsik esetében
figyelembe veendő tapadási tényezővel kapcsolatosan*



Készítette:

Püski Attila
okl. gépészmérnök
okl. igazságügyi szakmérnök

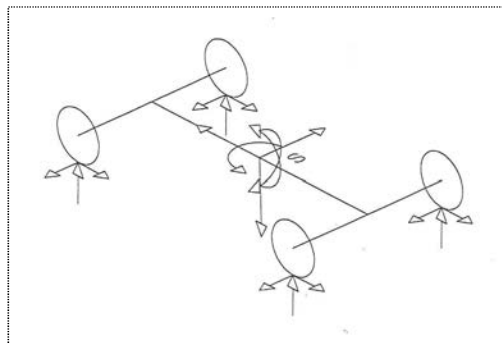
B E V E Z E T É S

A közlekedési hatósági szakterületen a rendszerváltást követően megalkotott jogszabályi háttér az, ami mind a műszaki megvizsgálás, mind az átalakítás- és összeépítés engedélyezési tevékenységek korlátait megszabja. Ugyanakkor az elmúlt 30 évben – az „általános” műszaki fejlődésen túlmenően – a gumiabroncsok is jelentős fejlődésen mentek keresztül, mint ahogyan a haszonjárművek és mezőgazdasági gépek, valamint ezek pótkocsija futómű- és fékrendszerei is.

Napjainkban a diagonál abroncsokról a radiál abroncsokra történő váltás a jellemző, így a haszonjárművek, mezőgazdasági gépek és ezek pótkocsija esetében is megfigyelhető a „felzárkózás” menetdinamikai szempontból a könnyű gépjárművekhez, személygépkocsikhoz. Ebből kifolyólag indokolt a jogszabályi háttér hozzáigazítása a technika jelenlegi állásához, a gépjárműves szakterület legfontosabb paraméterének, a gumiabroncs-úttest kapcsolatának, vagyis a tapadási tényezőnek a tekintetében.

A jelenlegi gyakorlat szerint ugyanis a 0,6-es tapadási tényező az alapja a közlekedési hatósági eljárásokhoz benyújtott mérnöki dokumentációkban szereplő stabilitásszámításoknak, amely a technika jelenlegi állása szerint egyértelműen alábecsült értéknek tekinthető.

Egy járművel, mint rendszerrel kapcsolatban nagyon fontos leszögezni, hogy az egy súlypontja körüli 6-szabadságfokú rendszerként működik, azaz a súlyponton áthaladó koordinátarendszer x-,y-,z-tengelyek mentén elmozdulni és elfordulni képes. Az elmozdulásnál a tömeg, míg az elfordulásnál a tehetetlenségi nyomatékvértékek azok, amelyek befolyásolják a „rendszer működését”, a stabilitási határon belül pedig a gumiabroncs-úttest kapcsolatnál ébredő fék- és oldalvezető erők azok, amelyek a pillanatnyi erő- és nyomatéki egyensúlyt fenntartják.



A jármű mint – 6-szabadságfokú – rendszer.

Belátható tehát, hogy a mérnököknek mekkora a felelőssége akár egy összeépítési, akár egy átalakítási eljárás során, hiszen a tervezett össztömeg által meghatározott kereten belül ***a jármű mozgását nagyon is meghatározó tehetetlenségi nyomaték értékekre is hatással van a konstrukció, a jármű felépítése, de ezen – vektoriális (tehát iránnyal is rendelkező) – nagyon fontos mennyiségek semmilyen műszaki dokumentációban nem szerepelnek, azokra vonatkozóan nincs jogszabályi előírás.***

Egy jármű mozgása során akár a fékezésről, akár egy ívmenet során a billenéséről van szó, ***a dőlést, vagy a billenést meghatározó nyomaték a gumibroncs-úttest kapcsolatnál fellépő erőn, mint határértéken belül a súlyponton mérhető – ellentétes irányú – erő, valamint a súlypontmagasság szorzatából következik.***

Ugyanazon billentő-nyomaték nagyobb erővel és kisebb erőkarral is kialakul, így belátható, hogy a gumibroncs-úttest kapcsolata, azaz ***a tapadási tényező, valamint a súlypontmagasság szorosan összefüggnek***, matematikai megfogalmazással élve, ugyanazon egyenlet két oldalán találhatóak meg. Amennyiben ***egy korszerűbb gumibroncs felszerelésével nagyobb tapadási tényező, azaz nagyobb oldalvezető erő érhető el, úgy azonos súlypontmagasság esetén – az azonos rugómerevség következtében jobban megdőlnő felépítményből adódó súlypontvándorlás és a gumibroncs nagyobb „deformálódása” miatt ráadásul fokozottabban – a jármű előbb borul fel, mint ahogy megcsúszna, ebből kifolyólag pedig már nem felel meg a stabilitásra vonatkozó legelemibb követelménynek.*** Abban az esetben, ha a jármű összeépítése, vagy átalakítása során a jelenlegi gyakorlat szerinti 0,6-es tapadási tényezőből indulunk ki, úgy hibás konstrukcióhoz juthatunk, ugyanis ***a megengedett súlypontmagasság érték jelentősen nagyobb lesz annál, mint amely a valós tapadási viszonyok alapján még megengedhető lenne.***

Ezen módosítási javaslat tehát a jelenlegi – a tapadási tényező határértékének figyelembe vételére vonatkozó – gyakorlat megváltoztatására irányul a közlekedés-biztonság érdekében, amelyet a jelenleg is futó korszerű gumibronccsal felszerelt járművekkel elvégzett fékezési kísérletek eredményével támasztok alá. Mindezen tényadatokra alapozva bemutatom a súlypont-magasság számításának módszerét, példákkal illusztrálva azt, hogy a nagyobb tapadási tényező milyen jelentős hatással van a jármű súlypont- és rakománymagasságra, a teljes konstrukcióra, de negatív példát is bemutatok a súlypont meghatározására vonatkozóan.

Részletezem az elméleti alapokat, ebből kifejtve egy jármű mozgását befolyásoló azon műszaki paramétereket, amelyeket – *átalakítási, de különösen összeépítési engedélyezés során* – szükséges lenne megkövetelni a mérnököktől (*pl.: rugómerevség, lengéscsillapítási tényezők vagy egyáltalán a lengéscsillapító használatának szükségessége, gumiabroncs oldalkúszási szög, stb.*), és amelyek az alapjai lehetnek egy korszerű, szimulációs programmal elvégzett járműdinamikai számításnak (*akár a közlekedési hatósági engedélyezés részeként*), egy tesztnak, amelyre vonatkozóan akár egy egységes módszertan is kidolgozható.

Bemutatom tehát ennek az összetett rendszernek a felépítését a gumiabroncs-talaj kapcsolatból kiindulva, a gumiabroncon és a futóművön keresztül a felépítményig, amelynek a fizikai paramétereire éppen a tapadási tényező van a legnagyobb hatással.

A FÉKEZÉSI KÍSÉRLETEK EREDMÉNYEI

A következőkben bemutatott fényképfelvételeken különböző kategóriájú haszonjárművekkel, mezőgazdasági gépekkel elvégzett fékezési kísérletek eredménye látható, amely járművek mindegyike korszerű Radial gumiabronccsal szerelt.



Mérés tárgya:	ÜZEMIFÉK
Mérést végezte:	PAPP J-PÜSKI A
Mérés helye:	
Mérés dátuma:	2020.08.05.
Gépjármű típusa:	
Gépjármű-azonosító:	CAT00444HH7M00172
Gumiabroncs típusa:	
Útfelület:	SZÁRAZ ASZFALT
Időjárás:	
Megjegyzés:	CAT 444
Eredmény	
Féktávolság (So)	1,67 [m]
Kezdeti sebesség (Vo)	15,41 [km/h]
Fékezés időtartama (Tbr)	0,74 [s]
MFDD	7,47 [m/s ²]



Mérés tárgya:	
Mérést végezte:	
Mérés helye:	
Mérés dátuma:	
Gépjármű típusa:	CASE IH FARMALL
Gépjármű-azonosító:	
Gumiabroncs típusa:	
Útfelület:	SZÁRAZ
Időjárás:	
Megjegyzés:	
Eredmény	
Féktávolság (So)	7,92 [m]
Kezdeti sebesség (Vo)	34,52 [km/h]
Fékezés időtartama (Tbr)	1,55 [s]
MFDD	7,11 [m/s ²]



Mérés tárgya:	ÜZEMIFÉK
Mérést végezte:	PAPP JÁNOS
Mérés helye:	
Mérés dátuma:	2020.09.07.
Gépjármű típusa:	
Gépjármű-azonosító:	JJAM0310TJRF94284
Gumiabroncs típusa:	CASE IH MAGNUM 310
Útfelület:	SZÁRAZ ASZFALT
Időjárás:	
Megjegyzés:	
Eredmény	
Féktávolság (So)	12,75 [m]
Kezdeti sebesség (Vo)	38,67 [km/h]
Fékezés időtartama (Tbr)	2,02 [s]
MFDD	7,18 [m/s ²]



Mérés tárgya:	
Mérést végezte:	Püski Attila
Mérés helye:	
Mérés dátuma:	2020.1012.
Gépjármű típusa:	
Gépjármű-azonosító:	New Holland
Gumiabroncs típusa:	
Útfelület:	Száraz Aszfalt
Időjárás:	
Megjegyzés:	Üzemi
Eredmény	
Féktávolság (So)	6,52 [m]
Kezdeti sebesség (Vo)	31,91 [km/h]
Fékezés időtartama (Tbr)	1,47 [s]
MFDD	7,53 [m/s ²]



Mérés tárgya:	ÜZEMIFÉK
Mérést végezte:	PÜSKI ATTILA
Mérés helye:	
Mérés dátuma:	2020.09.09.
Gépjármű típusa:	MAN L.2007.46.004-BM HEROS
Gépjármű-azonosító:	WMA26SZZXLM840064
Gumiabroncs típusa:	
Útfelület:	SZÁRAZ ASZFALT
Időjárás:	
Megjegyzés:	
Eredmény	
Féktávolság (So)	10,49 [m]
Kezdeti sebesség (Vo)	42,34 [km/h]
Fékezés időtartama (Tbr)	1,71 [s]
MFDD	7,21 [m/s ²]

Az előzőekben rögzített – a jelenleg is futó, korszerű gumibronccsal felszerelt haszonjárművel és mezőgazdasági gépekkel elvégzett – kísérletek eredményeképpen 7,1–7,5 m/s² közötti lassulásértékek voltak elérhetőek, amelyekből 0,72–0,76-os tapadási tényező kalkulálható ki, ez pedig jelentősen több, mint a jelenlegi gyakorlat szerinti 0,6-es tapadási tényező. (Lassulásértékre „átváltva” a 0,6-es tapadási tényezőt 5,86 m/s² adódik.)

Ezen különbség már olyan mértékű, amely egyértelműen indokoltá teszi a jelenlegi gyakorlat felülvizsgálatát és a legalább 0,8-es tapadási tényező jogszabályban történő rögzítését a stabilitási számítások esetében.

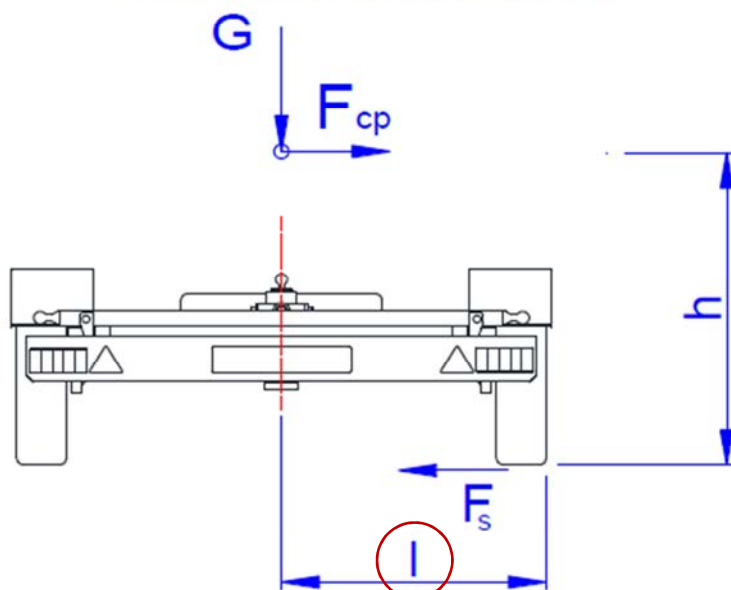
A TAPADÁSI TÉNYEZŐ ÉS A SÚLYPONT-MAGASSÁG KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉS BEMUTATÁSA A MÉRNÖKI DOKUMENTÁCIÓKBAN

A járművet, mint „rendszer” részleteiben vizsgálva, meg kell különböztetnünk a nagyobb tömegű felépítményt, mint rugózott tömeget, valamint a futóművet, mint rugózatlan tömeget. Ezen kettő tömeg közötti kapcsolatot a felfüggesztés biztosítja, amelyet paraméterekre „lefordítva” rugómerevséggel és lengéscsillapítási tényezőkkel (*aszimmetrikus csillapítás*) írhatunk le. A rugózatlan tömeg és az útfelület közötti kapcsolat a gumiabroncs modelltől függ, esetében is beszélni kell „rugómerevségről”, de nagyon fontos – *különösen oldalirányú terhelés esetén* – a futófelület „deformációja” is.

Ezen paraméterek azok, amelyek egy korszerű, járműdinamikai szimulációs programban a jármű mozgását meghatározó legfontosabb tényezőként szerepelnek, és amelyek egy része egy valós jármű esetében akár egyszerű súly- és távolság mérési módszerekkel is meghatározható, kivéve a lengéscsillapító ki- és berugózáshoz tartozó csillapítási tényezőjét. Amennyiben egy új – *kötelezően jóváhagyott* – tengelyre kerül ráépítésre az új vázszerkezet és felépítmény, a tengely gyártójának dokumentációjában annak tömege és súlypontmagassága meghatározottnak tekinthető. A tengely fölötti vázszerkezet méretezése során annak tömege és súlypontmagassága is könnyen kalkulálható, hasonlóan a felépítményhez, az annak összeállítása során felhasznált szerkezeti anyagok alapján.

A jármű legfontosabb paramétereként tehát a súlypontmagasság számítható. A felépítmény jellege meghatározza a terhelhetőséget, a hasznos teher – *amely a jármű öntömegének akár többszöröse is lehet* – súlypontja szintén kalkulálható, így a jármű össztömegéből adódó kombinált súlypontmagassága is pontosan megadható. Innen kell azonban visszakanyarodnunk oda, hogy ***a kombinált súlypontmagasságot a tapadási tényezőtől következő stabilitás-számítással korlátozni kell, ez pedig korlátozhatja az adott járműben elhelyezhető rakomány magasságát is.*** A következő szakaszban példát mutatok arra, hogy a 0,6 helyett 0,8-del számolt tapadási tényező milyen jelentős mértékben változtathatja meg pl. egy pótkocsi esetében a rakománymagasságot, de nagyon fontos kiemelni, hogy ***ezen számítás statikus***, tehát – *egy szimulációs programban használt járműmodellel ellentétben* – ***nem kalkulál sem a dőléssel, sem a gumiabroncs deformálódásával, amely tényezők pedig minden esetben csökkentik a súlypont és a keréktalp közötti távolságot, ezzel rontják a jármű stabilitását***, ebből kifolyólag fontos lenne kidolgozni egy dinamikus stabilitás-számítás módszertanát és kötelezően előírni a számítógépes szimulációt.

Maximális rakomány magasság meghatározása



Terheletlen jármű öntömege:

Terheletlen jármű tömegközéppont magassága:

Padló magasság:

Terhelt jármű össztömege:

Súrlódási tényező:

Nyomtáv:

Kerékméret:

Középvonal távolsága a kerék szélétől (dupla kerekes kivétel):

$m_{j+í} = 478$ kg

$h_{j+í} = 557$ mm

$h_{padló} = 783$ mm

$m = 3000$ kg

$\mu = 0,6$

$n_{y_h} = 1790$ mm

185 R 14 C

$l = 987,5$ mm

Önmagában egy megkérdőjelezhető paraméter, hiszen sem a jármű dőlését, sem a gumiabroncs deformációját, ezzel a súlypont és a futó-felületen a valós billenési pont közötti távolság drasztikusan csökkenő különbségét sem írja le!

A vizsgálat meghatározza hova eshet maximálisan a felrakott rakomány súlypontja, ezáltal meghatározva a maximális rakomány magasságot.

Az a súlypont magasság kerül meghatározásra, amin a jármű megcsúszik, tehát azt az esetet vizsgáljuk amikor a rakomány súlypontjának magassága olyan boruláshoz szükséges gyorsulást eredményez ami nagyobb mint a csúszáshoz szükséges gyorsulás.

A csúszáshoz szükséges oldalgyorsulás:

$$a_{\text{csúszás}} = \mu \cdot g = 5,886 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a_{\text{csúszás}} = \mu \cdot g = 0,8 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 7,848 \text{ m/s}^2$$

A boruláshoz szükséges oldalgyorsulás

$$m \cdot a_{\text{borulás}} \cdot h = m \cdot g \cdot l$$

$$h = \frac{g \cdot l}{a_{\text{borulás}}} = 1645,833 \text{ mm}$$

$$a_{\text{csúszás}} = a_{\text{borulás}}$$

Így a kombinált súlypontmagasság $h = 1234 \text{ mm}$,
és nem $1646 \text{ mm}!!!$

Rakomány súlypont meghat

$$h_{j+f} \cdot m_{j+f} + h_{\text{rakomány}} \cdot m_{\text{rakomány}} = \sum m \cdot h$$

$$h_{\text{rakomány}} = \frac{\sum m \cdot h - h_{j+f} \cdot m_{j+f}}{m_{\text{rakomány}}} = 1852,202 \text{ mm}$$

Így a megengedhető rakomány súlypontmagasság $h_{\text{rakomány}} = 1362 \text{ mm}$,
és nem $1852 \text{ mm}!!!$

Feltétel
„téglate

adóóán a megengedett maximális rakomány magasság:

$$t_{\text{rakomány}} = (h_{\text{rakomány}} - h_{\text{padló}}) \cdot 2 = 2138,404 \text{ mm}$$

Így a megengedhető rakománymagasság $t_{\text{rakomány}} = 1158 \text{ mm}$,
és nem $2138 \text{ mm}!!!$

A pótkocsi pl
magasság

A megengedett maximális jármű magasság

2,9 m

Így a megengedett járműmagasság mindössze 1941 mm ,
és nem $2,9 \text{ m}!!!!!!$

A számítással bizonyítható, hogy amennyiben a hasznos terhelést egy a rakfelületen elhelyezkedő homogén téglatestnek tekintjük, akkor a jármű rakomány-magassága közel 1 m-rel kevesebb kell legyen, ha a valós méréseknek megfelelő tapadási tényezővel kalkuláljuk a stabilitást, pedig ezen számításban még a gumiabroncs – oldalvezető erő hatására történő – deformálódása, ebből adódóan a kerék talppontján a valós „forgáspont” és a jármű dőléséből adódó súlypont közötti különbség drasztikus csökkenése még benne sem foglaltatik!!!

Elrettentő példa:



A korrekt alváz-segédváz súlypont magasság kb. 15 cm-rel magasabban!!!

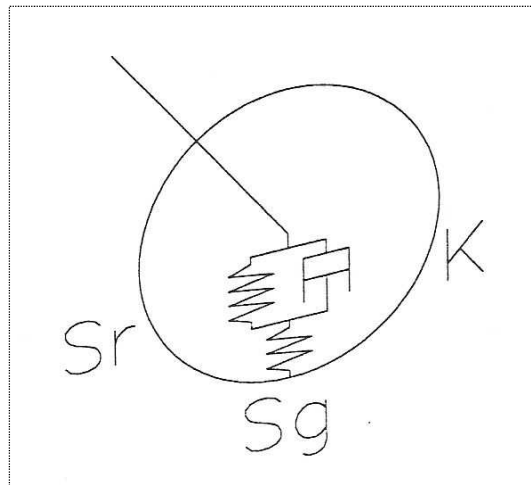
A mérnök által „meghatározott” alváz-segédváz súlypont magassága!



Ezen bemutatott „elrettető példán” látható, hogy mennyire „elszámolta” a részegységek, ezzel pedig a teljes jármű valós súlypontját a mérnök! *A téves súlyponttal elvégzett, statikus stabilitás-számítás is hamis eredményt ad, de a valós – dinamikus – mozgás leírásához szükséges tehetetlenségi nyomatékértékek tekintetében még nagyobb lehet a hibás számításból adódó eltérés*, hiszen a Steiner-tétel szerint a részegységek tehetetlenségi nyomatéka a súlypontjuk és a „rendszer” súlypontja közötti távolság négyzetével arányos!

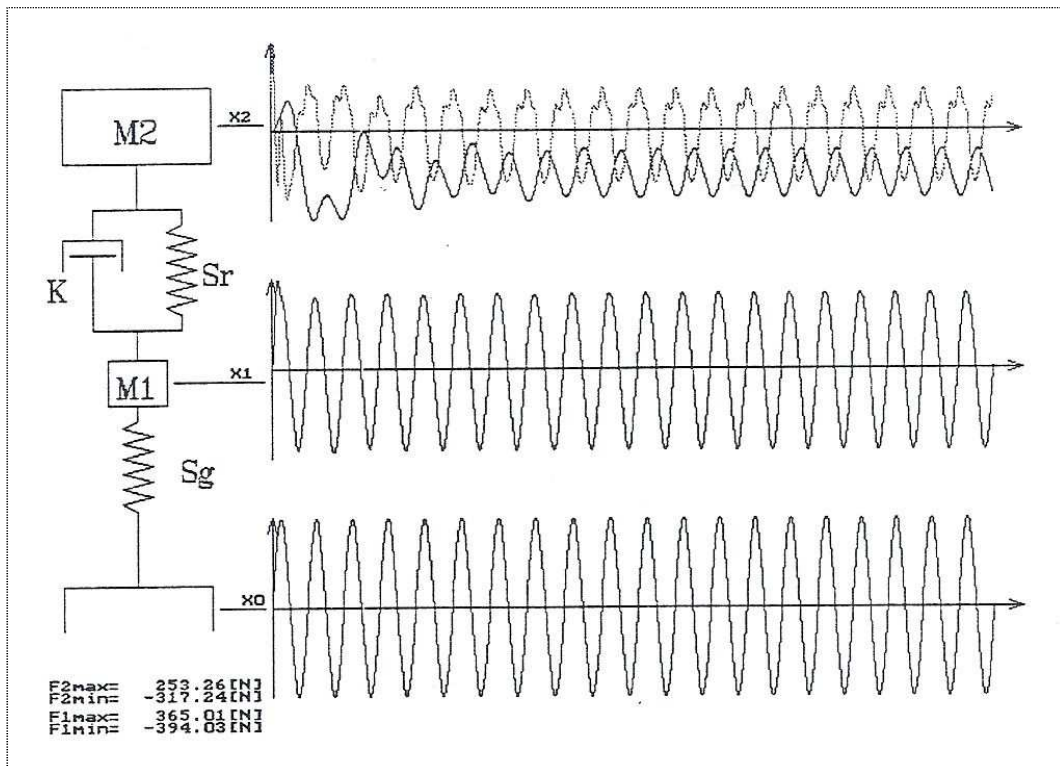
A példaként bemutatott jármű egy közlekedési vészhelyzetben felborulhat, ezzel balesetveszélyes helyzetet teremtve a közlekedés többi résztvevője számára!

A JÁRMŰ, MINT „RENDSZER” (ELMÉLETI ALAPOK)



A gumiabroncsot és a futóművet leíró – elméleti – fizikai modell és annak jellemző paraméterei.

Az úttest és a felépítmény – mint rugózott tömeg ($M2$) – közötti kapcsolat a **gumiabroncsot és a futóművet leíró fizikai modellel írható le, amelyet a gumiabroncs „rugómerevsége” (Sg), a futómű – mint rugózatlan tömeg ($M1$) – és a felépítmény között használt rugó függőleges irányú rugómerevsége (Sr), valamint a lengéscsillapítás tényezője jellemez (K). (Az $M1$ és $M2$ tömegeket az alábbiakban bemutatott szimulációs modellben mutatom be.)**



A „negyed járműmodell” leíró szimulációs modell és annak jellemző pontjai ($X1$ és $X2$) elmozdulása a gerjesztés ($X0$) hatására. (Forrás: Saját diplomamunka – BME – 1993)

Ahhoz, hogy a szimulációs modell megfelelően leírja a jármű-negyed mozgását, szükségesek *az előzőekben felsorolt paraméterek*, amelyekhez a mérnök hozzájuthat a konstrukció összeállítása során, és amelyek *megadását kötelezően elő is kellene írni ahhoz, hogy az összeépítési eljárást záró döntés megalapozott legyen*. A gumiabroncs külön tudomány, elegendő csak Dr.Gellény Józsefné Professzorasszony munkásságára, a témában született magyar kutatásokra vagy a részben magyar fejlesztésű szimulációs programokban használt fizika modellekre gondolni. Az abroncs egy külön fizikai modellel írható le, amelynek a függőleges terhelés hatására történő deformációjából a „rugómerevsége” (S_g), míg az oldalirányú erő hatására történő deformációjából az oldalkúszás következik, de a még fejlettebb elemzésekben véges-elemes gumiabroncs modellek használatosak már sok éve. Ugyanakkor ezen módosítási javaslatomhoz ennyire részletes gumiabroncs modellezés nem szükséges, hiszen akár a tapadási tényező rögzítésénél, akár a stabilitás-számításoknál jelentősen nagyobb biztonsági „ráhagyással” kell dolgozni, mint amely különbség az egyszerű és a véges-elemes gumiabroncs modell használatából adódik.

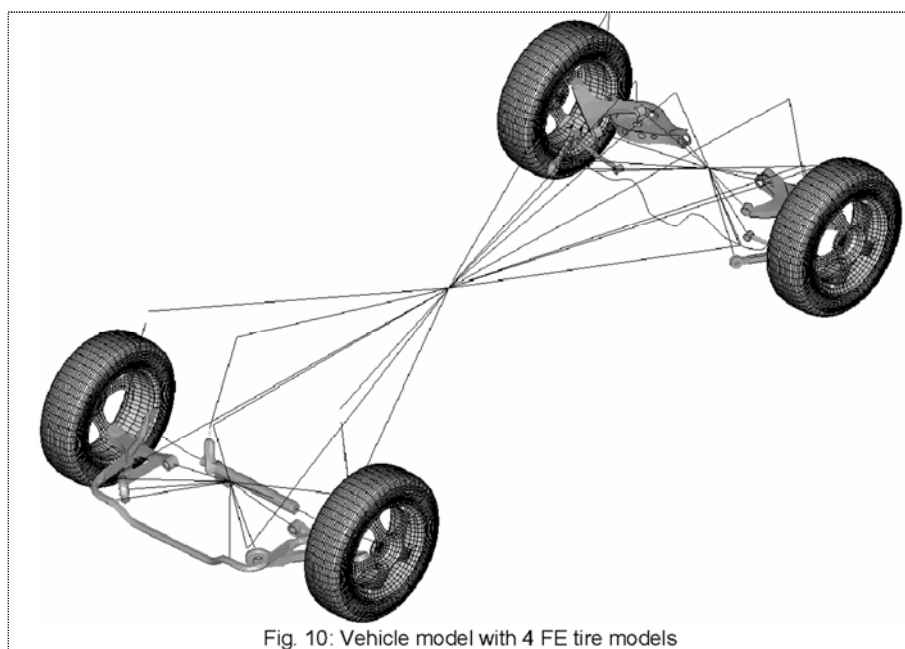


Fig. 10: Vehicle model with 4 FE tire models


Járműmodell, véges-elemes gumiabroncs modellekkel.

A rugózatlan tömeg (M_1) a jóváhagyott tengely dokumentációjában szereplő adatokból kinyerhető, hasonlóan a tengelyen használt rugó és lengéscsillapító paramétereihöz, úgy ahogyan az a következő oldalon rögzített adatlapokon bemutatásra kerül. A mérnök kötelessége az, hogy az adatlapokon szereplő paramétereket *függőleges irányú rugómerevségre (S_r) és a lengéscsillapítási tényezőre (K) számolja át*.


Ezen paraméterekkel *minden olyan adat megadottnak tekinthető, amely a járműnek egy korszerű szimulációs programmal (pl.: Virtual-Crash) történő stabilitásvizsgálatához szükséges* úgy, ahogy az ezen módosítási javaslatomban – a következő oldalakon – bemutatásra kerül. *A stabilitás-vizsgálattal kellene befejezni az összeépítési eljárást, amelynek határozatában milliméteres pontossággal rögzíteni kellene a jármű azon súlypontmagasságát, amelyet a mérnök is rögzített a dokumentációban, és amellyel a szimuláció végrehajtásra került.* Az összeépítést követő *műszaki megvizsgálás során a hatóság feladata lenne a gumiabroncs, a rugó, a rugózási és lengéscsillapítási paraméterek, továbbá a súlypontmagasság ellenőrzése*, elkerülendő az „elrettentő példában” bemutatottakat. Szükség szerint *a számítógépes szimulációval elvégzett stabilitásvizsgálatot akár átalakítási engedélyezési eljárásokhoz is elő lehetne írni.*

KÖTELEZŐEN ELŐÍRANDÓ (VAGY MÉRHETŐ) PARAMÉTEREK

A rugómerevség akár egy emeléses vizsgálattal is meghatározható (pl.: egy már kész, átalakítandó jármű esetében), de egy jóváhagyott tengely esetében rendelkezésre áll a tengelyben használt rugó adatlapja:




Optimális korrózióvédelem				
Eljárás	Részek	Rétegvastagság	Rétegvastagság kopása évente	Elméleti korrózióvédelem éveken
Tűzhorganyzás	Tengelyhíd, szíj, vonószárak, futótegyérségek háza	70 µm	2-5 µm	>10 év, 2mm négyzetirányú-örvszűrő folyamatos
Beindítóvezeték	Acélvezeték, amelyeknél a nagy pontosság megkövetelt, és amelyek csavaros hátsónak vannak kitéve	25 µm	2-5 µm	>5 év, Kerekített szíjvezeték 2mmg örvszűrő folyamatos
Galvanikus-horganyzás +sárga krómazot	Azok a részek, amelyeknél a nagy pontosság megkövetelt. Pl. a fékszerkezet és a futótegyérség háza	12 µm	2-5 µm	>4 év, de nincs áttago korrózióvédelem
Lúgáztartó-merítkező	Lengőkarok, belső cső, fékdob	-	-	Iszabodir törlésnél kb. 6-12 hónapig
Speciális utókezelési eljárás (víkoryado, beakasztás, minden pórusban egy finomszelet képest, vastagság, hosszú távú hatással)	Fékdob (különleges csavarmenetek, és fékszerkezet)	-	-	Iszabodir törlésnél kb. 6-12 hónapig



Optimális korrózióvédelem
A tengelyfest tűzhorganyzott, a fékalkaplap és a különböző alkatrészek galvanikusan horganyozottak, további sárgára krómazotáltak.

Nagy korrózióállóság, és az- beszt mentes fékporfák.

Lengéscsillapító- tartó B=beakasztható H=hegeszthető CS=osavarozható	Rugózás Rugóút névleges terhelesnél mm	Öncsillapítás azaz a hszterézis- görbe szélessége, névleges terhelesnél	Rugó lágy- ság Nimm	Kivétel tengelyhíd	Kivétel Fékszerkezet, galvánhorganyzás +sárga krómazot vagy alapkivétel
B	38	19	130	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	38	19	130	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	42	20	130	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	42	20	130	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	45	26	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	50	28	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	50	28	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	45	26	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
H	45	26	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
H	50	28	110	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	60	35	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	70	37	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	70	37	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
B	70	37	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
H	70	37	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
H	70	37	90	Tűzhorganyzott	galv. + krómazot
CG	40	26	110	Tűzhorganyzott	alapkivétel
H	55	28	110	Tűzhorganyzott	alapkivétel
H	55	28	110	Tűzhorganyzott	alapkivétel
H	44	∅ Lengéscsillapítót	110	Tűzhorganyzott	alapkivétel
H	44	∅ kell	110	Tűzhorganyzott	alapkivétel
H	37	∅ beépíteni	130	Tűzhorganyzott	alapkivétel



Dupla-radiál rézsütös (zárt) golyóscsapágy
Autópári színvonal.
400.000 km futási élettartamra méretezve, a Compact tengelyeknél 250.000 km-ig.
Gondozásmentes
Egész élettartamára speciális kenőanyaggal kezelve, amely víztaszító adalékot tartalmaz.
Szennyeződések és vízvédelem
Egy külső porlemez, (duplaszigetelés) akadályozza meg a szennyeződések bejutását.
Szerelésbarát a standardizált meghúzási nyomatékokkal.

Tengelyek

3

Egy jóváhagyott tengely műszaki adatlapja.

Lengéscsillapító-tartó B=beakasztható H=hegeszthető CS=csavarozható	Rugózás Rugóút névleges terhelésnél mm	Öncsillapítás azaz a hiszterézis- görbe szélessége, névleges terhelésnél	Rugó lágy- ság N/mm	Kivitel tengelyhíd	Kivitel Fékszerkezet, galvánhorganyzás +sárga krómátált vagy alapkivitel
B	38	19	130	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	38	19	130	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	42	20	130	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	42	20	130	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	45	26	110	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	50	28	110	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	50	28	110	Tűzhorganyzott	galv.+ krómátált
B	45	26	110		
H	45	26	110		
H	50	28	110		
B	60	35	90		
B	70	37	90		
B	70	37	90		
B	70	37	90		
H	70	37	90		
H	70	37	90		
CS	40	26	110		
H	55	28	110		
H	55	28	110		
H	44	0 Lengéscsillapítót	110	Tűzhorganyzott	alapkivitel
H	44	0 kell	110	Tűzhorganyzott	alapkivitel
H	37	0 beépíteni	130	Tűzhorganyzott	alapkivitel

**„Rugólágyság” =
Rugómerevség**
A N/mm egység
N/m-re, vagy
kN/m-re átváltandó!
*(Lásd a szimulációs
program
adattáblázatában
szereplő
mértékegységet!)*

A jóváhagyott tengely műszaki adatlapjáról kiemelt rugózási paraméterek.

8. Maße gelten für den Lieferzustand
 7. Abstandsmaße bezogen auf senkrechten Einbau $\pm 0'$ und max. zulässigem Verstellbereich $\pm 5,5'$ bei angezogener Sechskantmutter
 6. Sechskantmuttern bei Auslieferung handfest aufschrauben; Anzugsmoment bei Fahrzeugmontage: $87Nm \pm 10\%$

5. Finbaumaß bei angezogener Sechskantmutter
 4. Verstellbereich der Schrauben in den Gummi-Augen: $\pm 5,5'$
 3. Herstellernummer: Ziffer 2+3: Herstelljahr; Ziffer 4+5: Herstellwoche
 2. Herstellmonat und -jahr eingepreßt (AL-KO Hartha)
 1. Kennzeichnung eingepreßt:

AL-KO Germany 14 244086	AL-KO Ningbo/Fenghua AL-KO 244086 XXXXXXXX
----------------------------	---

Bestellzeichnung: CAD - Zeichnung
 m Anzugsmoment bei Fahrzeugmontage $87Nm \pm 10\%$ war $(80 \pm 2)Nm$
 l Aktualisierung gemäß ZM 04186/1
 k Umstellung in CR6-freie Ausführung
 i Schraube der oberen Befestigung war M12x65; Mat.Nr.: 700223
 h Angleichung Originale AL-KO - Gruppe; Rev5 "c" bis "g" in Hartha nicht vorhanden
 b Neue Buchsen mit neuen Ident-Nr. verwendet.

Horizontale	Vertikale	Abstand	Reibung	Reibung	Reibung
n. DIN ISO 1500	DIN ISO 2768	m	ca. 1,1 kg	1:1	(Farbe: 03)

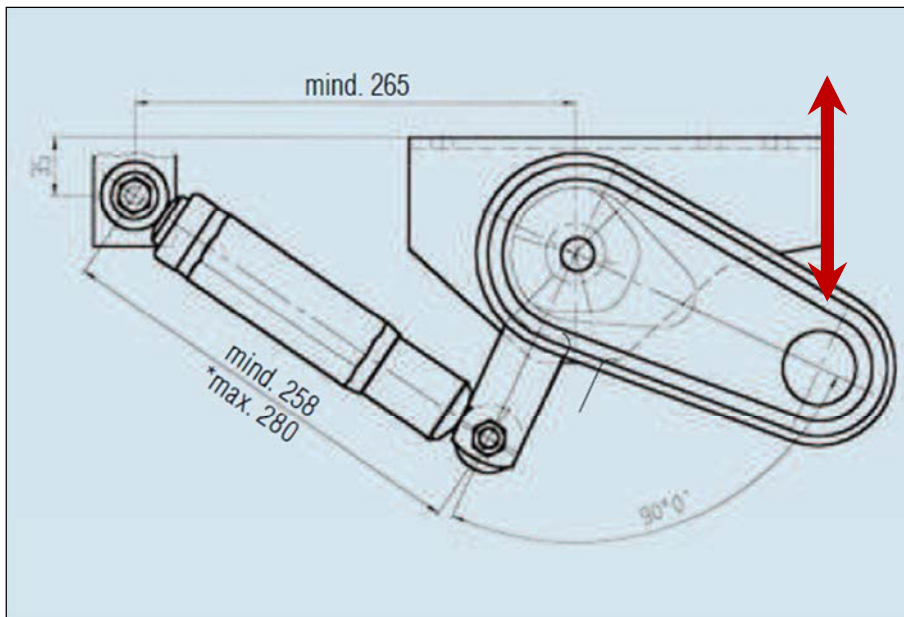
Stoßdämpfer	Octagon rot
-------------	-------------

AL-KO	Part.-Nr. 244086	Werkz.-Nr. 1.796.21
-------	------------------	---------------------

Kunde	AL-KO		
Fahrzeugeinbau	EA: 1300-2000kg; TA: 2500-3500kg		
Hinweis	Dämpfer ist nicht zur Achswegbegrenzung geeignet		
Prüfung	Parameter	Dämpfwerte nach Prüfbedingungen	
		100 %	Stichprobe
	Prüfhub	mm	40
	Prüfdrehzahl	min^{-1}	100
	Prüfgeschwindigkeit	mm/s	210
	Dämpfkraft	Zugrichtung	N
	Druckrichtung	N	2200 ± 300
Temperatur	$^{\circ}C$	20 ± 5	
Oberflächenschutz	Außenflächen außer Schutzrohr schwarz lackiert		
Lieferzustand	Lieferung unkonzerviert Kolbenstange eingefahren		
Sicherheitstechnische Forderungen	Entsorgungsvorschrift WN 70001/02		

Egy jóváhagyott tengelybe beépíthető lengéscsillapító műszaki adatlapja és az arról kiemelt lengéscsillapítási paraméterek.

Az adattáblában rögzített erő (N) és a sebesség (mm/s) hányadosaként megkapható – mind húzó- mind nyomóirányba – a lengéscsillapítási tényező, amely Ns/m-re átváltandó! (Lásd a szimulációs program adattáblázatában szereplő mértékegységet!)



Egy torziós rugós jóváhagyott tengely műszaki rajza és a beépített lengéscsillapító helyzete, amely helyzet alapján a lengéscsillapítási tényezőt – és a rugómerevséget is – függőleges irányúra át kell számolni.

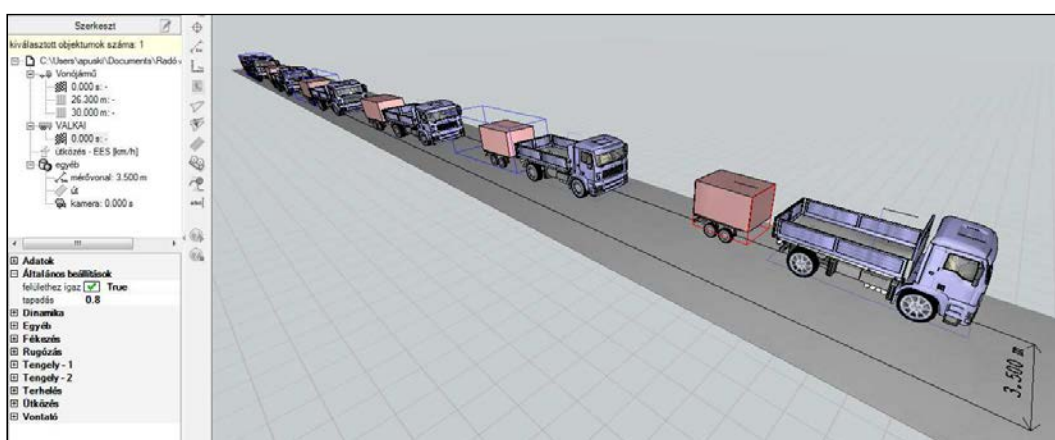
Az előzőekben rögzített rugózási és lengéscsillapítási paraméterek függőleges irányúra történő átszámítását követően azokat a szimulációs program – alábbiakban bemutatott – adattáblázatába kell betáplálni!

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Adatok</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>baleteti tömeg [kg]</td><td>12000</td></tr> <tr><td>hasmagasság [m]</td><td>1.17</td></tr> <tr><td>hosszúság [m]</td><td>9.4</td></tr> <tr><td>magasság [m]</td><td>3.09</td></tr> <tr><td>név</td><td>Pótkocsi</td></tr> <tr><td>saját tömeg [kg]</td><td>12000</td></tr> <tr><td>szám</td><td>1</td></tr> <tr><td>szélesség [m]</td><td>2.47</td></tr> <tr><td>tehet. nyomaték-x [kgm²]</td><td>12201.8</td></tr> <tr><td>tehet. nyomaték-y [kgm²]</td><td>94460.9</td></tr> <tr><td>tehet. nyomaték-z [kgm²]</td><td>94460.9</td></tr> <tr><td>tehetetlenségi nyomaték-x [kgm²]</td><td>12201.8</td></tr> <tr><td>tehetetlenségi nyomaték-y [kgm²]</td><td>94460.9</td></tr> <tr><td>tehetetlenségi nyomaték-z [kgm²]</td><td>94460.9</td></tr> <tr><td>tengelyek száma</td><td>2</td></tr> <tr><td>típus</td><td>SteeredTrail</td></tr> <tr><td>tömegközéppont magassága [m]</td><td>1.821</td></tr> <tr><td>vezető</td><td></td></tr> <tr><th colspan="2">Általános beállítások</th></tr> <tr><td>Dinamika</td><td></td></tr> <tr><td>Egyéb</td><td></td></tr> <tr><td>Fékezés</td><td></td></tr> <tr><td>Rugózás</td><td></td></tr> <tr><td>Tengely - 1</td><td></td></tr> <tr><td>Tengely - 2</td><td></td></tr> <tr><td>Terhelés</td><td></td></tr> <tr><td>Ütközés</td><td></td></tr> <tr><td>Vontató</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Adatok		baleteti tömeg [kg]	12000	hasmagasság [m]	1.17	hosszúság [m]	9.4	magasság [m]	3.09	név	Pótkocsi	saját tömeg [kg]	12000	szám	1	szélesség [m]	2.47	tehet. nyomaték-x [kgm ²]	12201.8	tehet. nyomaték-y [kgm ²]	94460.9	tehet. nyomaték-z [kgm ²]	94460.9	tehetetlenségi nyomaték-x [kgm ²]	12201.8	tehetetlenségi nyomaték-y [kgm ²]	94460.9	tehetetlenségi nyomaték-z [kgm ²]	94460.9	tengelyek száma	2	típus	SteeredTrail	tömegközéppont magassága [m]	1.821	vezető		Általános beállítások		Dinamika		Egyéb		Fékezés		Rugózás		Tengely - 1		Tengely - 2		Terhelés		Ütközés		Vontató		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Adatok</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><th colspan="2">Általános beállítások</th></tr> <tr><td>Dinamika</td><td></td></tr> <tr><td>Egyéb</td><td></td></tr> <tr><td>Fékezés</td><td></td></tr> <tr><td>Rugózás</td><td></td></tr> <tr><td>csillapítás - tengely 1 bal [Ns/m]</td><td>30709.5652</td></tr> <tr><td>csillapítás - tengely 1 jobb [Ns/m]</td><td>30709.5652</td></tr> <tr><td>csillapítás - tengely 2 bal [Ns/m]</td><td>28150.4348</td></tr> <tr><td>csillapítás - tengely 2 jobb [Ns/m]</td><td>28150.4348</td></tr> <tr><td>rugalmasság - tengely 1 bal [N/m]</td><td>307095.6522</td></tr> <tr><td>rugalmasság - tengely 1 jobb [N/m]</td><td>307095.6522</td></tr> <tr><td>rugalmasság - tengely 2 bal [N/m]</td><td>281504.3478</td></tr> <tr><td>rugalmasság - tengely 2 jobb [N/m]</td><td>281504.3478</td></tr> <tr><td>típus</td><td><input type="checkbox"/> Stiff</td></tr> <tr><td>Tengely - 1</td><td></td></tr> <tr><td>Tengely - 2</td><td></td></tr> <tr><td>Terhelés</td><td></td></tr> <tr><td>Ütközés</td><td></td></tr> <tr><td>Vontató</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Adatok		Általános beállítások		Dinamika		Egyéb		Fékezés		Rugózás		csillapítás - tengely 1 bal [Ns/m]	30709.5652	csillapítás - tengely 1 jobb [Ns/m]	30709.5652	csillapítás - tengely 2 bal [Ns/m]	28150.4348	csillapítás - tengely 2 jobb [Ns/m]	28150.4348	rugalmasság - tengely 1 bal [N/m]	307095.6522	rugalmasság - tengely 1 jobb [N/m]	307095.6522	rugalmasság - tengely 2 bal [N/m]	281504.3478	rugalmasság - tengely 2 jobb [N/m]	281504.3478	típus	<input type="checkbox"/> Stiff	Tengely - 1		Tengely - 2		Terhelés		Ütközés		Vontató	
Adatok																																																																																																			
baleteti tömeg [kg]	12000																																																																																																		
hasmagasság [m]	1.17																																																																																																		
hosszúság [m]	9.4																																																																																																		
magasság [m]	3.09																																																																																																		
név	Pótkocsi																																																																																																		
saját tömeg [kg]	12000																																																																																																		
szám	1																																																																																																		
szélesség [m]	2.47																																																																																																		
tehet. nyomaték-x [kgm ²]	12201.8																																																																																																		
tehet. nyomaték-y [kgm ²]	94460.9																																																																																																		
tehet. nyomaték-z [kgm ²]	94460.9																																																																																																		
tehetetlenségi nyomaték-x [kgm ²]	12201.8																																																																																																		
tehetetlenségi nyomaték-y [kgm ²]	94460.9																																																																																																		
tehetetlenségi nyomaték-z [kgm ²]	94460.9																																																																																																		
tengelyek száma	2																																																																																																		
típus	SteeredTrail																																																																																																		
tömegközéppont magassága [m]	1.821																																																																																																		
vezető																																																																																																			
Általános beállítások																																																																																																			
Dinamika																																																																																																			
Egyéb																																																																																																			
Fékezés																																																																																																			
Rugózás																																																																																																			
Tengely - 1																																																																																																			
Tengely - 2																																																																																																			
Terhelés																																																																																																			
Ütközés																																																																																																			
Vontató																																																																																																			
Adatok																																																																																																			
Általános beállítások																																																																																																			
Dinamika																																																																																																			
Egyéb																																																																																																			
Fékezés																																																																																																			
Rugózás																																																																																																			
csillapítás - tengely 1 bal [Ns/m]	30709.5652																																																																																																		
csillapítás - tengely 1 jobb [Ns/m]	30709.5652																																																																																																		
csillapítás - tengely 2 bal [Ns/m]	28150.4348																																																																																																		
csillapítás - tengely 2 jobb [Ns/m]	28150.4348																																																																																																		
rugalmasság - tengely 1 bal [N/m]	307095.6522																																																																																																		
rugalmasság - tengely 1 jobb [N/m]	307095.6522																																																																																																		
rugalmasság - tengely 2 bal [N/m]	281504.3478																																																																																																		
rugalmasság - tengely 2 jobb [N/m]	281504.3478																																																																																																		
típus	<input type="checkbox"/> Stiff																																																																																																		
Tengely - 1																																																																																																			
Tengely - 2																																																																																																			
Terhelés																																																																																																			
Ütközés																																																																																																			
Vontató																																																																																																			

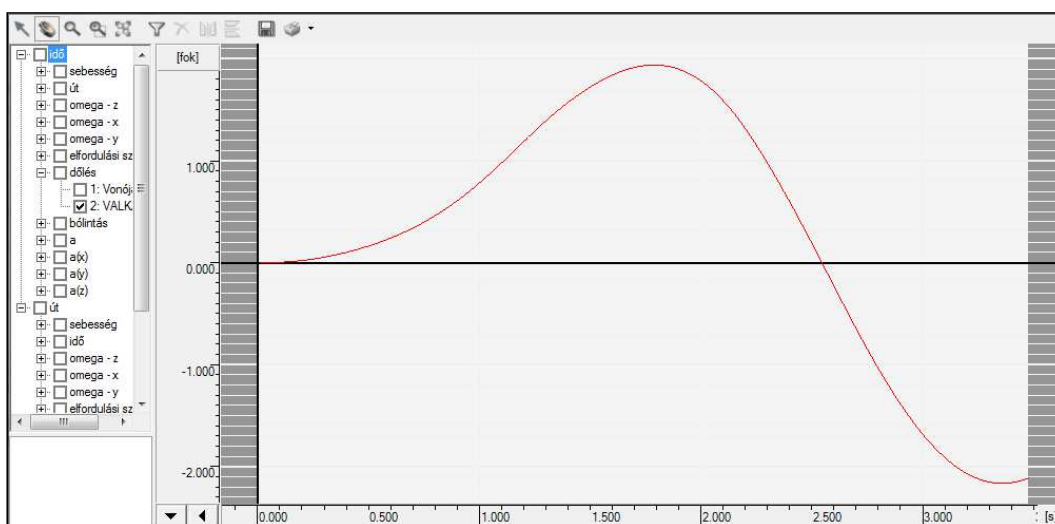
A Virtual-Crash szimulációs program járműparamétereit tartalmazó adattáblázatait.

A KÖTELEZŐ PARAMÉTEREK ALAPJÁN ELVÉGEZHETŐ SZÁMÍTÁSOK ÉS SZIMULÁCIÓK EREDMÉNYEI

Az alábbi példák már elkészített stabilitásszámítások eredményét mutatom be. Az első példa egy átlagos, míg a második egy intenzív sávváltási manőver elemzésének eredménye, a mérnök által megadott műszaki paraméterek alapján (*tömeg, hossz, szélesség, magasság, vonóháromszög hossz, nyom- és tengelytáv, súlypontmagasság, rugómerevség és lengéscsillapítási tényezők, stb.*). A jármű tehetetlenségi nyomaték értékeit a tömege és a fizikai paraméterei alapján a program automatikusan kalkulálja, amelyek szükség szerint – pl.: a lakóútánfutó esetében a berendezési tárgyak miatt a Steiner-tétel figyelembe vételével – módosítandóak. A tapadási tényező mindegyik esetben 0,8!

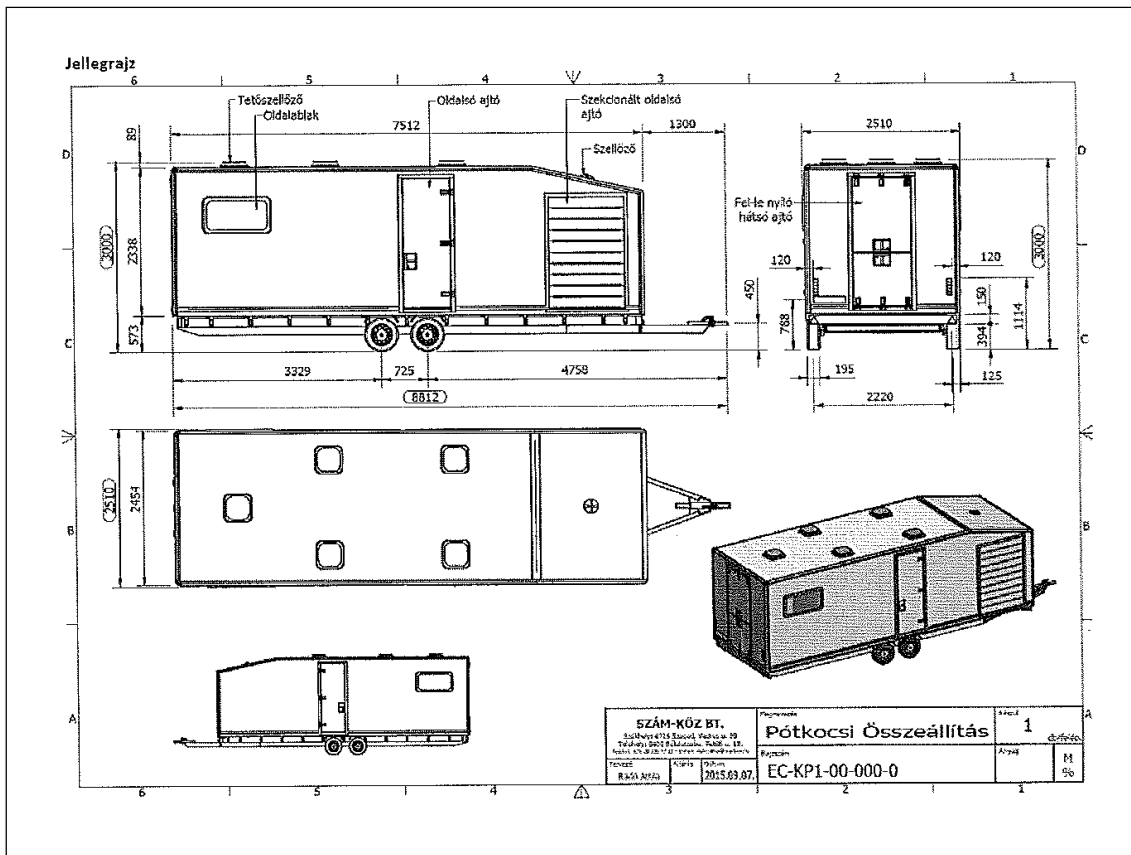


*Egy kábeldob-szállító pótkocsi mozgásának elemzése.
(Nem az „elrettentő” példaként bemutatott pótkocsi elemzése!)*



A vizsgált kábeldob-szállító pótkocsi hossz tengely menti dőlése a sávváltási manőver során.

A dokumentációban szereplő stabilitásszámításon túl, az elkészített „dinamikus” vizsgálat is a jármű megfelelő stabilitását támasztja alá, ugyanis a kalkulált sávváltási manőver során a jármű dőlése mindössze 2 fokra adódott, így az összeépítés engedélyezhető volt!



Egy vizsgált lakóautó futó műszaki rajza.

Közlekedési Osztály műszaki vizsgáztatási szakterülete

DINAMIKUS mozgásvizsgálat **balesetelemző program segítségével:**

- **70 km/h haladási sebesség**
- **Egy egyszerű, de intenzív sávváltási manőver végrehajtása**
- **Fékezés és ellenkormányzás nélkül**
- **Kulcskérdés a súlypontmagasság (1551mm)!**

A lakóautó futó stabilitás-vizsgálatát bemutató prezentáció peremfeltételeket tartalmazó oldala.



A lakóutánfutó stabilitás-vizsgálatának eredménye.



A módosított lakóutánfutó stabilitás-vizsgálatának eredménye.

A dokumentációban szereplő stabilitászámítás alapján a szerelvény instabil, ezért az adott, jóváhagyott tengelyhez elérhető legnagyobb csillapítási tényezőjű lengéscsillapítót kellett előírni az összeépítési eljárás során. (Engedélyezőként a jóváhagyott tengely gyártójának főmérnökével tartottam a kapcsolatot az eljárás során.)

Fontos még, hogy a használt szimulációs programmal egyéb számítások, pl.: far-söprés vagy útkanyarulat, körforgalom „átjárhatóságának” számítása is könnyen elvégezhető!

KONKLÚZIÓ

Ezen javaslatomban rögzített konkrét mérések alapján igazolható tehát, hogy a jelenlegi gyakorlatban alkalmazott 0,6-es tapadási tényezőnél jelentősen nagyobb tapadás érhető el a korszerű Radial abroncsokkal felszerelt járművek esetében, így ***a közlekedésbiztonság érdekében egyértelműen indokolt lenne a legalább 0,8-es tapadási tényező jogszabályban történő rögzítése a stabilitás-számításokhoz mind az átalakítási, mind az összeépítési hatósági engedélyezési eljárásokban.***

A járműmozgásokra vonatkozó elméletre alapozva bemutattam (*negatív példával is*), hogy ***a nagyobb tapadási tényező figyelembe vétele*** a stabilitás-számításokban milyen ***jelentős szerkezeti változást generál egy jármű esetében***, kiegészítve azzal, hogy a rugózott- és rugózatlan tömegek közötti kapcsolatot biztosító szerkezeti egységek – *a mérnökök számára is elérhető* – paramétereinek pontos megadásával, meghatározásával teljes értékű menetdinamikai számítások végezhetőek el korszerű szimulációs program segítségével.

Az előzőeken – *a legalább 0,8-es tapadási tényező jogszabályban történő rögzítésén és a stabilitás-számításokban történő felhasználásának előírásán* – túlmenően ***szükséges lenne egy olyan módszertani útmutató kidolgozása*** (pl.: *a Svédországban is használatos „jávorszarvas-teszt”-hez hasonló kettős sávváltási manőver részleteinek rögzítésével*), ***amellyel egységes keretbe lehetne foglalni a kötelező stabilitás-számítások feltételeit.***



Püski Attila

A javaslat elkészítésében közreműködtek:

Radó Attila, gépészmérnök

Bodzsár Mária, közlekedési hatósági szakügyintéző

Viczián Pál, közlekedési hatósági szakügyintéző

Papp János, Gábor Zoltán műszaki vizsgabiztosok