

XXXII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia
Had- és Rendészettudományi Szekció
Gödöllő, 2015. április 15-17.
Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Nemzeti Közzolgálati Egyetem

**Magas súlypontú tehergépjárművek kanyarstabilitásának
növelése, különös tekintettel a tűzoltó gépjárműfecskendőkre**

Jelige: borulékony fecskendők

Pályamunka lezárásának időpontja: 2014.04.10.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés.....	3-4.
2. Tűzoltó gépjárművek definíciói	5.
3. Borulékonyság.....	6-16.
4. Javaslatok a borulékonyság csökkentésére	17-30.
5. Összegzés	31-33.

1.BEVEZETÉS

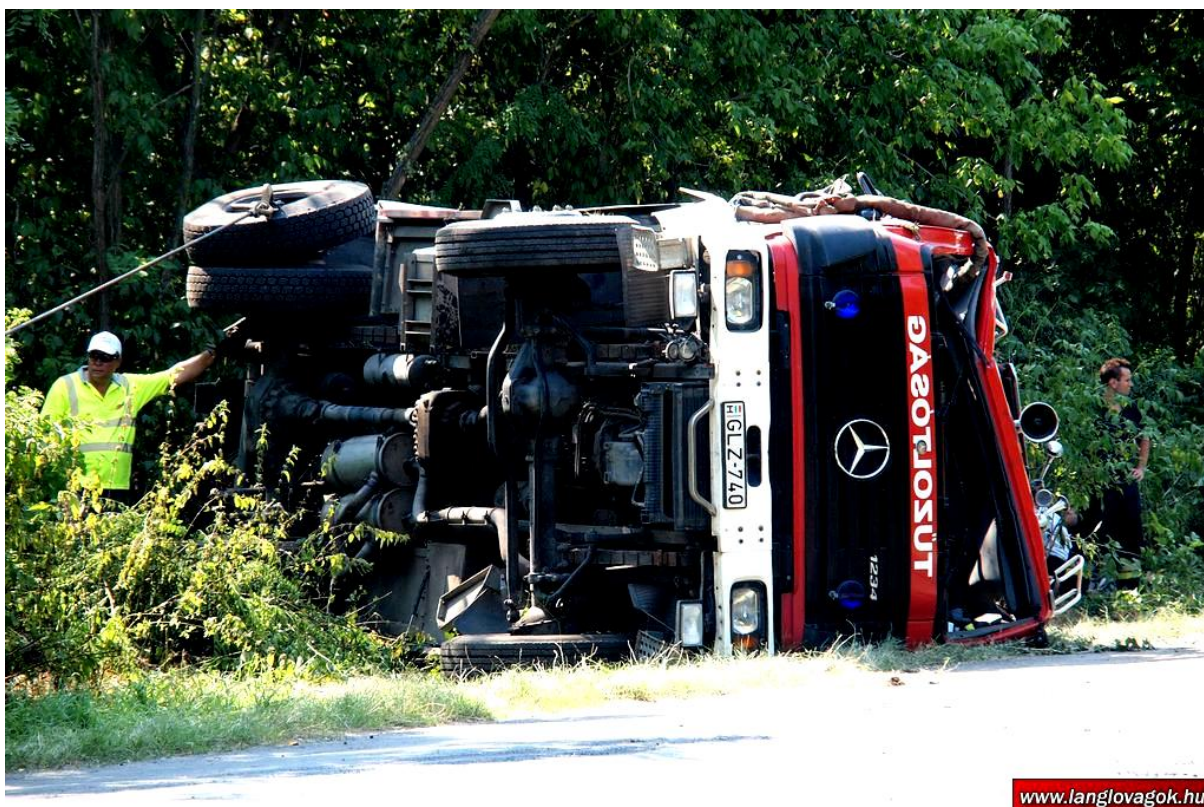
Jelen tanulmány témáját a hivatásom alapján választottam. Konkrétan a kanyarstabilitás kérdése már 2011-ben elkezdett foglalkoztatni, amikor majdnem a saját bőrömön volt szerencsém meg tapasztalni azt az alapvetést, hogy a KRESZ-nek szabályai vannak, de a fizikának törvényei. Egy kétszámjegyű főúton megkülönböztető jelzéseinket használva vonultunk a Mercedes Benz 1124 TLF 2000 AT szerrel, amikor egy előttünk haladó kisbusz hirtelen fékezése miatt a gépjárművezetőnknek át kellett hajtania az úttest menetirány szerinti bal oldalára, ahol éppen nem közlekedett egy jármű sem. Azonban bal kéz felől egy autós –miután meggyőződött arról, hogy balról nem jön senki sem; jobbra pedig nem nézett el- kifordult elénk. A gépjárművezetőnk intenzív fékezést, illetve gyors jobbra kormányzást hajtott végre. A manőver sikeres volt, hiszen nem ütköztünk a személyautóval; azonban megmutatkozott a gépjárműfecskendő magas súlypontjából adódó stabilitásbeli probléma -amely természetesen nem csak a fecskendők, hanem minden más, magas súlyponttal bíró gépjármű sajátossága is-: a jobb oldali kerek elemelkedtek a talajtól. Szerencsére a gyors ellenkormányzás következtében a járművünk nem borult fel; azonban az élmény maradandóvá vált. Több olyan esetet¹ lehetne említeni, amikor nem voltak ilyen szerencsések a kollégák...

A dolgozatomnak *nem tiszte* kiszámolt, letesztelt, mondhatni: konyhakész műszaki megoldást nyújtania a problémára; sokkal inkább az a célom, hogy felhívjam a figyelmet erre a témára, illetve arra, hogy a borulásos balesetek esetében nem szabadna csak a gépjárművezetők felelősségét hangsúlyozni, (ti. nem az út –és látási viszonyoknak megfelelő sebességgel vezetett) illetve azt, hogy a járművezetőnek számolnia kell a magas súlypont miatt könnyebben bekövetkező borulás veszélyével. A vonulások során sok olyan, a példában szereplőhöz hasonló szituáció fordulhat elő, amikor a gépjárművezető nem tud előre kalkulálni, nem tud felkészülni az adott manőverre. Ilyen esetekben a gépjármű stabilitása kiemelet szerephez jut; gyakorlatilag nagyban befolyásolja, hogy borulással fog-e végződni a manőver, vagy sem. A dolgozatban ezeket a stabilitást növelő lehetőségeket veszem számba. A későbbiek folyamán terveim között szerepel a javaslatok *mérésekkel*, illetve *kísérletekkel* történő alátámasztása is. A dolgozatban törekedtem arra, hogy a saját gondolataimat, elképzeléseimet írjam le, természetesen a fizika egzakt tudomány, így a 3.

¹ http://www.langlovagok.hu/cgi-bin/lang/index.cgi?view=keptar&function=kep_keres&szoveg=&orszagID=1&megyeID=&szervoID=&szervezoID=&galeria_kulcsszo=t%FBzolt%F3baleset&datum_tol_ev=&datum_tol_ho=&datum_tol_nap=&datum_ig_ev=&datum_ig_ho=&datum_ig_nap=&egysegID=&ajanlo=on&limit=0# letöltve: 2013-10-15

fejezet leginkább a szakirodalomra épül. A példában és a saját készítésű ábrákon szereplő jármű a FER Tűzoltóság Kft. állományában lévő Roham 2 szeren² alapul. Reményeim szerint felmerülnek ötletek, javaslatok, amelyek felhasználásával tovább lehet majd finomítani az elképzelést.

Kérem a Tisztelt Olvasót, hogy a fentiek figyelembevételével olvassa a pályaművet!



1. ábra Az Ópusztaszernél felborult fecskendő Forrás: http://www.langlovagok.hu/html/galeria/7071_1.shtml
letöltve: 2013-10-15

² Mercedes-Benz Actross 2036 4X4 ULF 4000/600/750 FER Tűzoltóság Kft., Százhalombatta, Dunai Finomító

2. TŰZOLTÓ GÉPJÁRMŰVEK DEFINÍCIÓI

A gépjárműfecskeendők a tűzoltási és műszaki mentési feladatok megoldásának első számú eszközei. Mindkét feladathoz rendelkeznek megfelelő szakfelszerelésekkel, felszerelésekkel, oltóanyaggal, habképző anyaggal, és természetesen magukkal viszik a beavatkozó állományt is.

A tűzoltójárművekkel kapcsolatos szabvány az MSZ EN 1846:2011.

Fogalom meghatározások³

Gépjármű: olyan, beépített erőforrással rendelkező, négy, vagy több kerekű, nem sín pályán közlekedő közúti jármű, melynek alapvető feladata a személy, vagy teherszállítás, járművek vontatása illetve valamilyen különleges alkalmazás.

Hordozó jármű: zárt kialakítású, személyzet és felszerelés szállítására alkalmas jármű.

Tűzoltó gépjármű: tűzoltásra, és/vagy mentésre alkalmas hordozó jármű.

Oltógépjármű: megfelelő tűzoltószivattyúval (MSZ EN 1028), rendszerint víztartállyal és más, a tűzoltáshoz szükséges felszereléssel ellátott tűzoltó gépjármű. Megkülönböztetjük a gépjárműfecskeendőket és a különleges oltó gépjárműveket.

Az MSZ EN 1846:2011 szabvány az alábbi kategóriákat adja meg a járművek össztömege alapján.

Kategória	Jele	Tömeg [t]
Könnyű (Light)	(L)	$3 < x \leq 7,5$
Közepes (Medium)	(M)	$7,5 < x \leq 16$
Nehéz (Super)	(S)	$x > 16$

Terepjáró képesség alapján a szabvány az alábbi kategóriákat különbözteti meg:

Közúti: épített környezetben, szilárd burkolatú utakon közlekedni képes jármű

Fél-terep: korlátozott terepjáró-képességgel rendelkező jármű

Terep: minden útviszonyok között közlekedni képes jármű

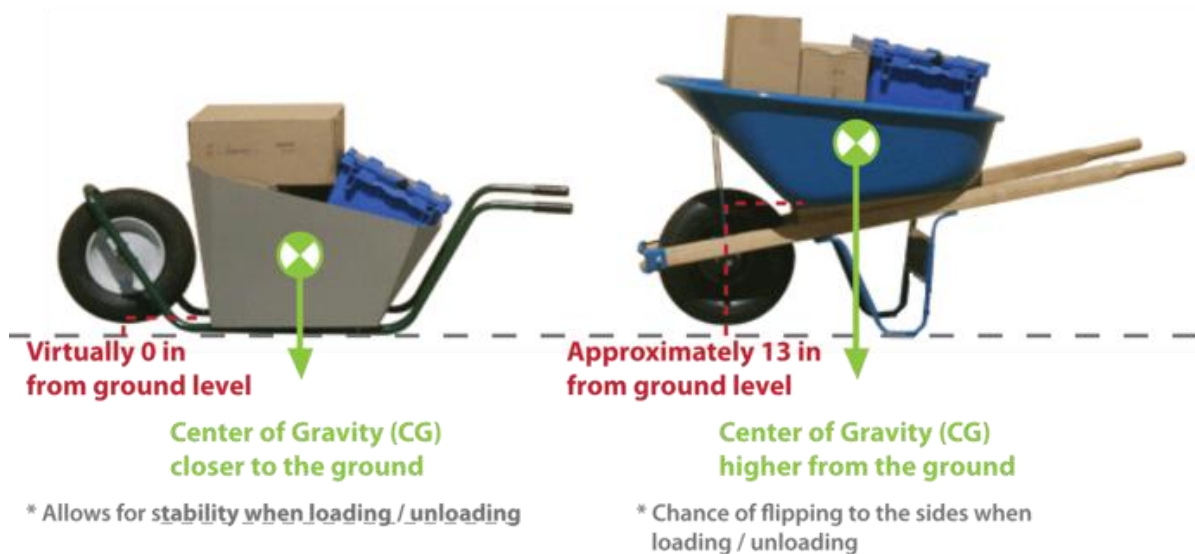
³ MSZ EN 1846-1:2011 Tűzoltójárművek 1. rész Szakszótár és megjelölések alapján

3. BORULÉKONYSÁG

A járművek mozgását meglévő tulajdonságaikon kívül sok egyéb, változó tényező is befolyásolja. Az egyenes vonalú, egyenletes mozgás esetén a jármű egységnyi idő alatt egységnyi távolságot tesz meg. Ilyen mozgással leginkább laborkörülmények között találkozhatunk; a tényleges közlekedésben nem. A vonulások pedig végképp azokat a szituációkat foglalják magukban, amikor a jármű folyamatosan sebességének növelésére, csökkentésére; illetve menetirányának gyakori, és nagymértékű változtatására van kényszerítve. Ilyen körülmények között a jármű stabilitása létkérdés. Elegendő, ha megnézzük a több mint 300 km/h sebesség elérésére képes Forma-1-es autók között zajló versenyeket. Viszonylag (mezei autós szemmel nézve) kis ívű kanyarban sem ritka a 100 km/h közeli sebesség. A nagysebességű, biztonságos kanyarodás alapfeltétele a jármű oldalstabilitása. Ezt pedig az befolyásolja, hogy a talajhoz képest milyen magasan található a jármű súlypontja. *„Bármely pontjánál fogva felemelt testre két külső erő hat, a nehézségi erő és a tartóerő. Ezek hatásvonalai függőlegesek és egybeesnek. Így mindkettőnek és az eredőjüknek is ugyanezen a függőleges egyenesen van a támadáspontja, tehát a test tömegközéppontja is. Ezért ha egy testet más-más pontjánál fogva emelünk, és minden ilyen esetben megjelöljük rajta a felfüggesztési pontokon átmenő függőleges egyeneseket, akkor ezek közös metszéspontja kijelöli a test tömegközéppontjának a helyét.*

*Az egyensúlyban levő, alátámasztott vagy felfüggesztett testek súlyának hatásvonalá is egybeesik a nehézségi erő és a tartóerő közös hatásvonalával. E három erő közös hatásvonalát ezért **súlyvonalnak** is szokás nevezni. A testek különböző helyzetéhez tartozó súlyvonalak közös metszéspontját – a tömegközéppontot – **súlypontnak** is mondják. A súlypont és a tömegközéppont tehát a testnek ugyanaz a pontja.*

A tömegközéppont, és így a súlypont helyét a test anyagának elhelyezkedése határozza meg. Ezért a szabályos, homogén testek tömegközéppontja egybeesik az ilyen testek szimmetria-középpontjával. [...] Egy test (pl. autó) annál nehezebben borítható fel, minél nagyobb szöggel kell kibillenteni ahhoz, hogy a súlypontján átmenő függőleges egyenes kívül kerüljön az alátámasztási felületen. Egy testnek ez az úgynevezett állásszilárdsága annál nagyobb, minél alacsonyabban van a test súlypontja és minél szélesebb az alátámasztási felülete⁴.”



2. ábra A súlypont szemléltetése Forrás:

http://s3.amazonaws.com/ksr/assets/000/060/203/3fc25cbcf0e3e36d3df3285978b4b3a9_large.png?1341759989
letöltve: 2013-11-09

A terepes tűzoltó gépjárműfecskenők esetében ritkán találkozhatunk alacsony súlypontú járművekkel⁵. Ennek okai a következők:

- Az összerék hajtású kivitel miatt magas alváz és nagy átmérőjű kerekek szükségesek.
- A víztartály viszonylag nagy térfogatú és nagy tömegű egység, amely magasan, az alváz fölé van beépítve. A tartály formáját a *magas-keskeny-rövid* hármasszelvény jelzővel illethetjük.
- A víztartályban a sebesség –és irányváltoztatások hatására a folyadék mozgásba jön, amely különösen nem teljesen feltöltött tartály esetében okozhat stabilitás-vesztést, rosszabb esetben borulást. A nagyméretű, nyerges tartánykocsik jellemző balesete akkor következik be, amikor a sofőr nagy sebességgel közelít meg egy körforgalmat, előtte nagyot fékez, majd miután

⁴ http://www.mozaweb.hu/Lecke-Fizika-Fizika_9-13_2_Tomegkozeppont_es_sulypont_Egyensulyi_helyzetek-100021 letöltve: 2013-11-09

⁵ Ellenben az Amerikai Egyesült Államokkal, ahol kifejezetten törekednek az alacsony felépítményű járművek alkalmazására. M.Á.

elhagyja a körforgalmat, intenzíven gyorsít. Ezt követően szoktak ezek a járművek az oldalukra fordulni a tartányban fellépő hullámjelenség miatt. (Megjegyzés: a hullámtörő lemezek szerepe nem elhanyagolható e kérdés tárgyalásánál!)



3. ábra Egy körforgalomban felborult tartányos jármű Forrás:

<http://www.250news.com/blog/view/20522/3/tanker+rolls++at+north+end+of+cameron+street+bridge+roundabout?id=&st=1560> letöltve: 2013-11-09

d) A málházott felszerelések viszonylag nagy súlya, és magasan történő elhelyezése.

e) A jármű nagy felületei oldalszélben rontják a stabilitást.

Kanyarban –többek között- a centrifugális erő hat, amely a sebesség négyzetével egyenesen, a kanyarodás sugarával fordítottan arányos.⁶ Az oldalerők hatására a gépjármű kerekei a külső ív irányába „kúsznak”, tehát az eredeti haladási iránytól is eltér. Ez a jelenség nem összetévesztendő a nagyobb oldalerők esetén fellépő csúszással. Ha a kerekek valamilyen oknál fogva nem tudnak megcsúszni (például a jeges-havas felületről jó tapadású felületre érkezik oldalazva, így a kerekek letapadnak) és amennyiben elég nagy az erő, a jármű felborul.

A kúzás mindig a súlyponthoz közelebb eső kerekeknél jelentkezik, illetve függ a gumiabroncsok nyomásától is.⁷

⁶

<http://www.autotempo.hu/kresz200954236mx8460y730915/tudbaz5jdhd58ghbsd%25gfhgdx54236hkzdrebk1fw569801/04 vez elm/kany oldszel borul.htm> letöltve: 2013-11-09

⁷ A lapos gumiabroncs nagyobb mértékű kúzást mutat. M.Á.

A kormányozottsági jelleg következik a fentiekből: A jármű

- a) alulkormányzott, ha az első kerekei kúsznak jobban, tehát a súlypontja is előrébb helyezkedik el.
- b) túlkormányzott, ha a hátsó kerekei kúsznak jobban, tehát a súlypontja is hátrébb helyezkedik el.
- c) semleges, ha nem jelentkezik különbség a kerekek kúszásában.⁸

A következő képek a Driving Camp vezetéstechnikai tanpályán⁹ készültek 2013 őszén. A videóból kivágott felvételeken látható különleges szer egy körpályán haladt. A körív fele csúszós bevonattal rendelkezett, plusz vízzel nedvesítették, így imitálva a jeges felület tapadását; a pálya többi része pedig fellocsolt aszfalt volt. A jármű túlkormányzott viselkedése miatt a hátsó kerekek lecsúsztak a „jégről”, oldalazva letapadtak az immár sokkal jobb tapadást biztosító aszfalton, melynek következtében az erőteljesen oldalra dőlt. Szerencsére nem következett be borulás.



4. ábra A FER Tartalék szere a körpályán Forrás:Brunecker Zoltán,szerkesztette.:M.Á.

⁸

http://www.autotempo.hu/kresz200954236mx8460y730915/tudbaz5jdhd58ghbsd%25gfhgdx54236hkzdrebk1fw569801/04_vaz_elm/kany_oldszel_borul.htm letöltve: 2013-11-09

⁹ <http://www.drivingcamp.hu/hu/tanpalya/> letöltve: 2013-11-10



5. ábra A hirtelen letapadás következménye Forrás: Brunecker Zoltán,szerk.:M.Á.



6. ábra A jármű billegése Forrás: Brunecker Zoltán,szerk.:M.Á.



7. ábra A jármű visszanyerte egyensúlyát Forrás: Brunecker Zoltán, szerk.: M.Á.

Az ilyen és ehhez hasonló körülmények között végrehajtott vezetéstechnikai gyakorlás éles helyzetekben nagy előnyére válhat a gépjárművezetőknek. Mindenképpen hasznos lenne, ha gyakori, és rendszeres felkészítésben vehetnének részt a megkülönböztető jelzést használó tűzoltó járműveket vezető sofőrök. A Driving Camp tanpálya alapötlete is e megállapítás köré épül, sőt, ők a civil sofőrök számára is minél szélesebb körben tartják szükségesnek a jármű vezetésnek extrém viszonyok közötti megismerését, gyakorlását. Ennek egyelőre határt szab a tréningek ára...



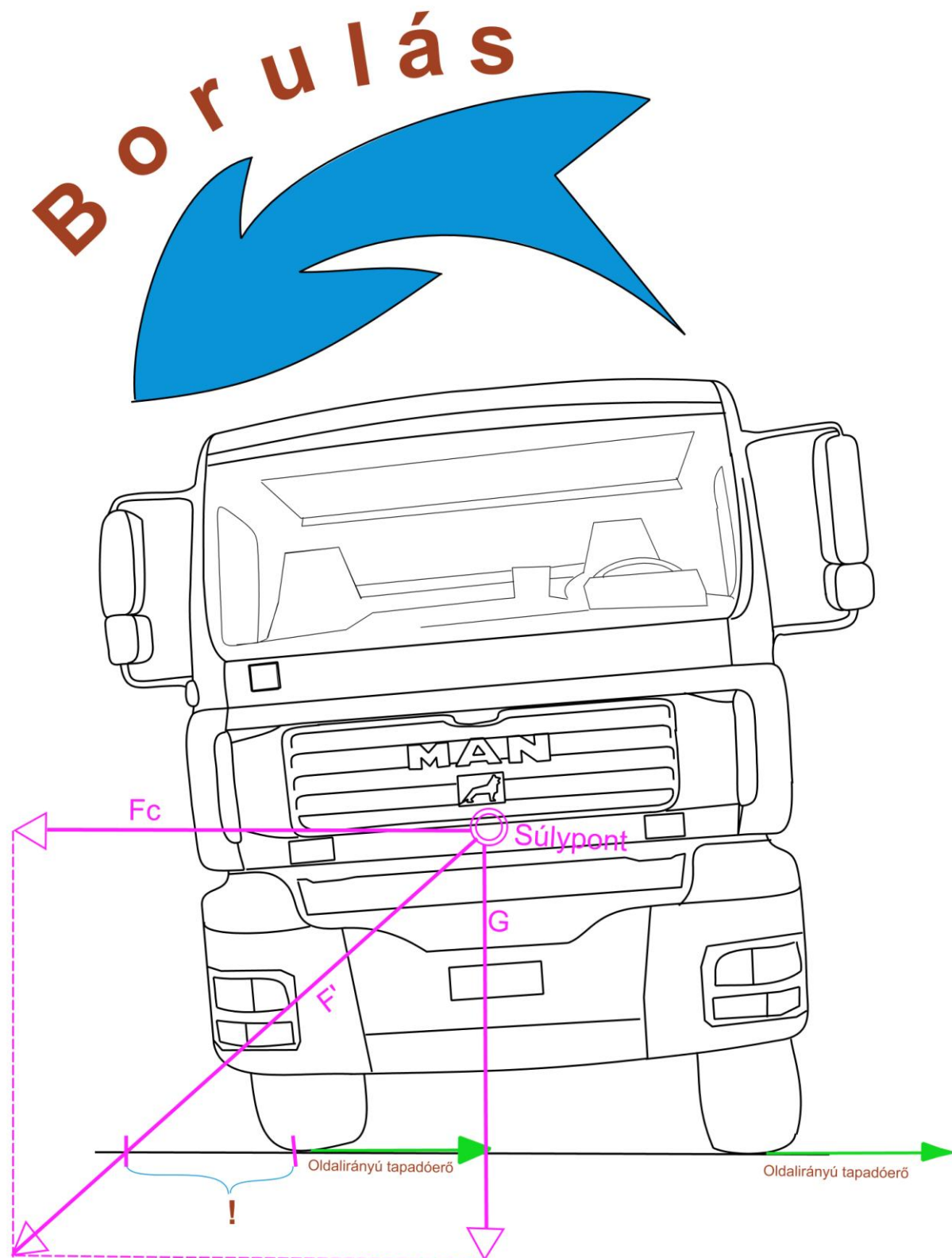
8. ábra A Driving Camp körpályája Forrás: <http://www.drivingcamp.hu/> letöltve: 2013-11-10

A fejezetben leírtakat a következő ábrákkal kívánom szemléletesebbé tenni:



9. ábra Az állásszilárdság szemléltetése Készítette: M.Á.

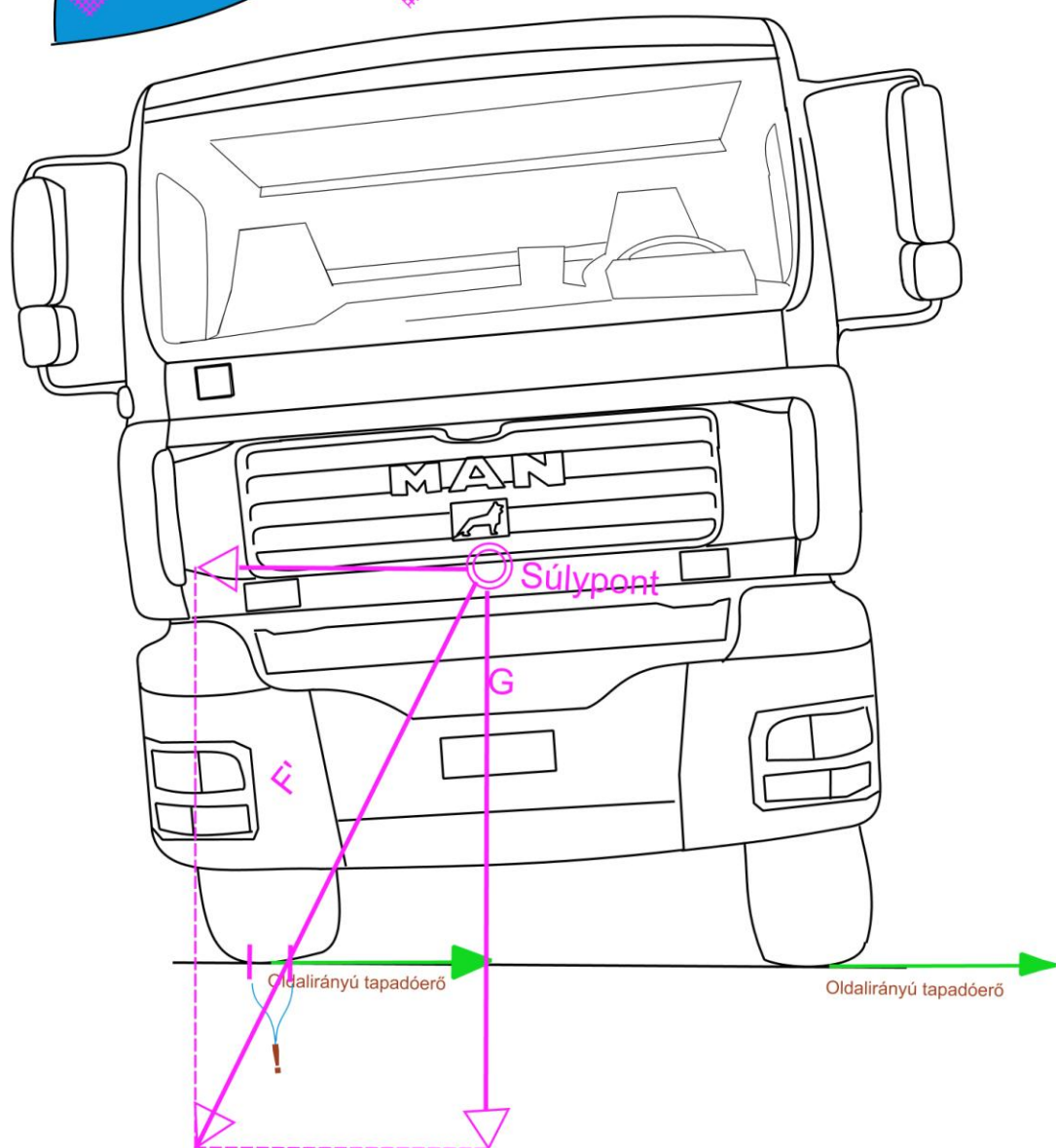
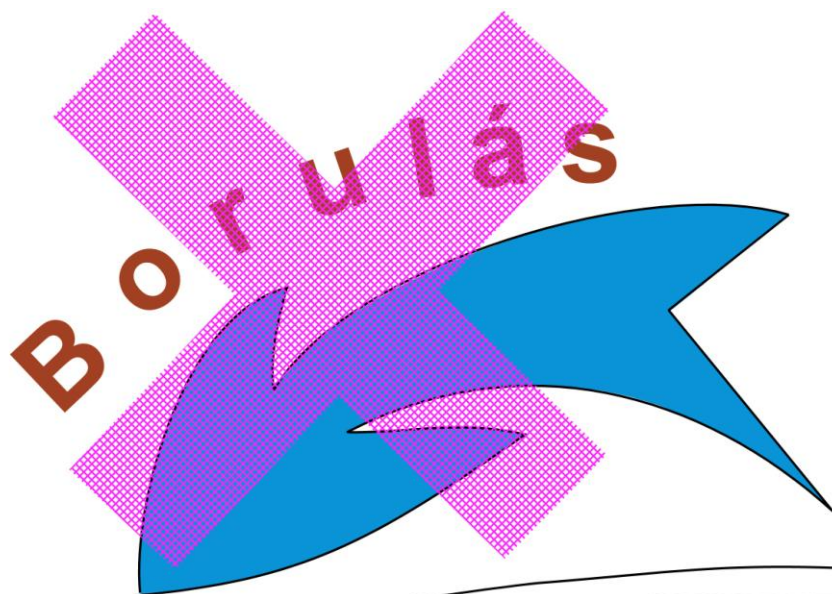
A képen egy adott járművön két különböző súlypontot (S.1. és S.2.) rajzoltam be. A jól látható különbség a két súlypont alátámasztási felülettől számított távolsága között jelentősen befolyásolja a jármű állásszilárdságát. Minél alacsonyabban van a súlypont, annál nagyobb szögben kéne a járművet megbillentenünk, hogy elboruljon. A súlypont a képen látható módon a valóságban is változhat, elegendő arra gondolnunk, hogy egy változtatható magasságú futóművel szerelt városi terepjáró futóművét a terepre szánt magasságra állítjuk, telepakoljuk a csomagtartót, és még egy tetőcsomagtartót is elhelyezünk a járművön. A súlypontja egészen biztosan feljebb lesz. Ezen elv alapján elképzelésem szerint a magasan lévő súlypontot kéne lejjebb hozni a tűzoltó gépjárműfecskendők esetében is.



10. ábra A borulás feltételei Készítette: M.Á.

A képen a jármű kanyarban halad. A G súlyerő és F_c centrifugális erő eredője a jármű alátámasztási felületén kívül érinti a talajt, így a jármű a kanyarban fel fog borulni. A centrifugális erő nagysága a körpályán mozgó jármű tömegétől (vele egyenesen arányos), a

körpálya sugarától (vele fordítottan arányos), és a jármű sebességétől (vele négyzetesen arányos) függ.



11. ábra A jármű nem fog felborulni a kanyarban Készítette: M.Á.

A képen a tehergépjármű ugyan abban a kanyarban halad, de az előzőhöz képest kisebb sebességgel, így a jármű súlypontjában ható F_c centrifugális erő jóval kisebb, mint az előbbi szituációban, így az eredőerő a feltámasztási szélességen belül érinti a talajt, tehát a járművünk jó eséllyel a saját kerekein tudja folytatni útját.

Röviden összefoglaltam a magas súlyponttal rendelkező járművek borulékonyságának okait, mely feltétlenül szükséges volt a következő fejezethez.

4. JAVASLATOK A BORULÉKONYSÁG CSÖKKENTÉSÉRE

A borulékonyság csökkentésének alapelve az, hogy a jármű súlypontja minél alacsonyabbra kerüljön. Elképzelésem szerint ezt **passzív**¹⁰ és **aktív**¹¹ módszerekkel lehetne elérni. A továbbiakban e két módszerben rejlő lehetőségeket fejtem ki.

A borulékonyság a gépjárműfecskeendők esetében több okból is nagyon jelentős, menetdinamikát befolyásoló tényező. A magasított, terepes alváz nagy átmérőjű kerekekkel; magasan elhelyezett nagy térfogatú, és tömegű feltöltött víztartály valamint a jármű málhatereiben elhelyezett felszerelések, szakfelszerelések súlya együttesen a jármű borulékonyságát növelik, hiszen a súlypont magasra kerül. *Passzív* módszerként ezen jellemző paraméterek módosításával lehet javítani a jármű stabilitását. Ezek a következők: *kisebb átmérőjű kerekek alkalmazása; hasmagasság csökkentése; nyomtávolság növelése; tartály kialakításának módosítása.* Ennél a pontnál szükséges feltennem azt a kérdést, hogy egy gépjárműfecskeendőnek mennyire szükséges összkerékajtásúnak lennie? Az élettartama alatt hányszor kényszerül olyan terepen haladni, ahol csak az összkerék hajtással tud boldogolni? Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt sem, hogy az összkerékajtású járművek fenntartási költsége magasabb; javításuk drágább, mint a nem összkerék hajtású járművek esetében. Véleményem és tapasztalataim alapján egy *hátsókerék hajtású, differenciálzárral szerelt, nem terepes* kivitelű gépjárműfecskeendő is megfelelő az *általános tűzoltói követelmények* teljesítéséhez. Előbbi gondolatmenet alapján megállapíthatom, hogy egy nagy tömegű, nagy fajlagos talajnyomású összkerékajtású gépjárműfecskeendő az összkerékajtás miatt önmagában nem fog kiemelkedően jó terepjáró képességekkel rendelkezni¹².

¹⁰ Meghatározásom szerint a jármű konstrukciójából adódó, eleve meglévő tulajdonság. M.Á.

¹¹ A jármű sebességével, súlyával, a kormányzott kerekek kitérítettségi fokával kapcsolatos változók számbavételével végrehajtott dinamikus korrekciókkal kivitelezett „stabilitás-javítás”. M.Á.

¹² http://www.langlovagok.hu/html/galeria/3047_1.shtml letöltve: 2013-11-08



12. ábra Ceglédbercel közelében elakadt vízzszállító. Terepjáró?! Forrás: http://www.langlovagok.hu/html/galeria/3047_1.shtml letöltve: 2013-11-08

Adott célra megfelelő kivitelű járművek beszerzésével érhető el a lehető legjobb hatékonyság. Példa erre a Mercedes-Benz Unimog erdőszerk rendszeresítése¹³, amellyekkel kifejezetten a nehéz terepviszonyok közötti beavatkozás lehetőségét teremtették meg. Nem mellékesen ezek a járművek –magas felépítésükből adódóan- szintén meglehetősen borulékonyak¹⁴. Természetesen, ha mindenképpen ragaszkodunk az összkerékajtáshoz, akkor meg lehet találni a megfelelő kivitelű, alacsony súlyponttal és jó terepjáró tulajdonságokkal rendelkező gépjárműfecskendőket is a piacon¹⁵. A továbbiakban azonban a Tatra fecskendőtől is eltérő, saját gondolatokon alapuló fecskendőt vázolk fel. Az általam felhasznált alváz összkerékajtású, meglehetősen nagy has magassággal. A számításoknál ezt vettem alapul, de egy hátsókerék hajtású, országúti alváz esetében jelentős különbség lenne az alvázak magassága, így a súlypontjuk között is. ***A célom az, hogy adott alváznál el tudjam érni a tartály alakjának módosításával, hogy a súlypont lejjebb kerüljön.***

¹³ http://www.vedelem.hu/index.php?pageid=hirek_reszletek&hirazon=246 letöltve: 2013-11-08

¹⁴ http://www.kisalfold.hu/dunantul/felborult_tuzoltoauto_a_soproni_gyori_uton_-_galeria/2234679/ letöltve: 2013-11-08

¹⁵ <http://www.tatratrucks.com/trucks/customer-segment-catalog/firefighting/> letöltve: 2013-11-08

A nagy térfogatú¹⁶, nagy tömegű víztartályok elhelyezésének módosításával szintén lehet javítani a jármű magas súlypontján. A tartály méreteinek megváltoztatásával – amely a súlypont alacsonyabbra helyezését eredményezné-, lehetne ezt kivitelezni. A módosítás nagymértékben érintené a málhaterekben található felszerelések, szakfelszerelések elhelyezését is. Elképzelésem szerint¹⁷ egy *0,5 m x 2,45 m x 3,4 m befoglaló méretekkel* rendelkező, *4 100 liter térfogatú*, segédvázal az alvázhoz rögzített, önhordó kivitelű víztartállyal és oldalanként egy darab (összesen két darab) *0,4 m x 0,5 m x 1,5 m befoglaló méretekkel* rendelkező, *300 liter térfogatú*, segédalvázhoz rögzített önhordó kivitelű habképzőanyag tartállyal rendelkezne a jármű¹⁸. A habképző anyag alsó elhelyezését a nagyobb sűrűsége indokolja (kb. 1,1-szeres a vízhez képest). A víztartály hátsó széle a hátsó tengely vonalában lenne rögzítve a tengelyterhelések megfelelő elosztása érdekében. A tartály lapos kialakítása miatt a szivattyú ráfolyásos táplálása a tartály elülső/alsó és hátsó/alsó részén összefolyó-szerűen kialakított csővezetékek segítségével valósulna meg. A jelenleg rendszeresített fecskendőkhöz hasonlóan fel lenne szerelve tartályfeltöltő csatlakozásokkal a gyors túlnyomásos táplálás biztosítása érdekében. A mai trenddel ellentétben a hibalehetőségek minimalizálása miatt mechanikus működtetésű elzárószervekkel tervezném meg a járművet.

A tartályok belső részében a hullámjelenségből adódó káros hatások kiküszöbölésére, alkalmas kialakítással hossz- és keresztirányú hullámtörő-lemezek kerülnének elhelyezésre. Ezeken túlmenően a tartályban megfelelően méretezett merevítéseket és terhelés felvételére alkalmas tartókat kéne elhelyezni a tartály felső részére szerelt málhatér súlyának felvételére. A tartály kialakításának köszönhetően a súly jól eloszlik az első és a hátsó tengelyeken.

¹⁶ 1 000; 2 000; 4 000 liter az általánosan használt tartálytérfogat a gépjárműfecskendők MSZ EN 1846-1 szabvány által meghatározott kategóriái esetében. M.Á.

¹⁷ A számítások hozzávetőlegesek, és a FER Tűzoltóság Kft. Mercedes-Benz Actross 2036 4x4 alvázra épített ULF 4000/600/750 Rosenbauer felépítménnyel rendelkező különleges szeren alapulnak, amely 4 000 liter vízzel, 600 liter habképzőanyaggal és 750 kg oltóporral rendelkezik. A paraméterek a járművön kerültek leérésre 2013 novemberében.

¹⁸ A méretek típusonként változóak. Jelen példa a tartály alakján keresztül szemlélteti a különbséget a most alkalmazott tartályokhoz képest. M.Á.

A szivattyú a létraváz között, süllyesztetten kerülne elhelyezésre. A hajtást nem a most használatos mellékajtóműről levett kardántengelyes; hanem hidromotoros hajtással képzelem el. A hidroszivattyú a gépjármű motorja közelében lenne elhelyezve; a szivattyú irányába az alvázhoz rögzítetten mindössze hidraulika tömlők vezetnének, amelyek a szivattyúra épített hidromotorhoz csatlakoznának. A rendszer olajtartálya a gépjármű alvázához kapcsolódna.

A gépjárműfecskendőn elhelyezett centrifugálszivattyú – a víztartályhoz hasonlóan- viszonylag nagy tömegű egységként kezelendő.

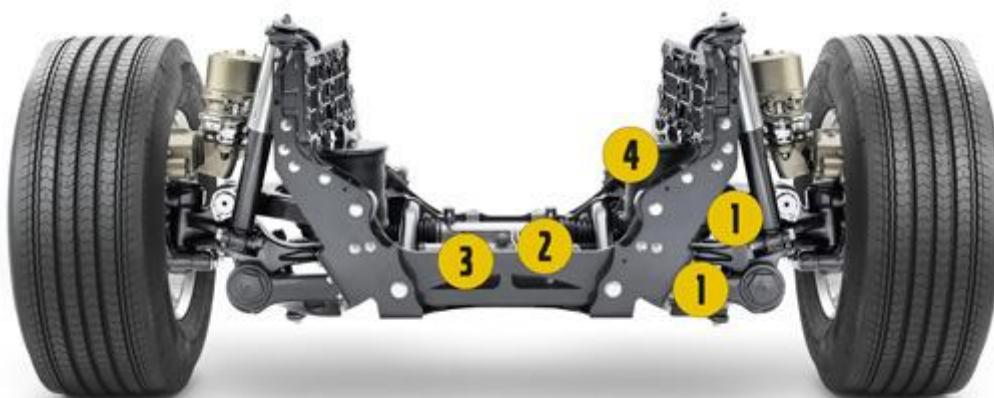


13. ábra Szívócsonk és nyomócsonkok a Mercedes-Benz ULF 4000/2000/1000 típusú járművön Forrás: saját felvétel

A fentebb vázolt módon az alvázhoz képest történő süllyesztésével a súlypont szintén alacsonyabbra kerülne. A szivattyú nyomócsönskjai a szivattyú test elhelyezéséből adódóan megfelelően alacsonyra kerülhetnének, rövid, kevesebb és kisebb mértékű töréssel rendelkező, következtetésképpen könnyebb vezetékek alkalmazásával, amelyek –nem mellékesen- előnyösebb áramlástanai tulajdonságokat biztosítanak.

A 60 m-es alaktartó tömlővel szerelt gyorsbeavatkozó a jármű hátuljában, a szivattyú fölött kerülne kialakításra. A következő ábrák szemléltetik a jelenlegi és az elképzelt jármű kialakítását. A számítások a gyári adatok (tengelyterhelések, tömegadatok) alapján készültek. Az eredeti ULF különleges szerre épített 750 kg töltetű porrendszer súlyával nem kalkuláltunk, mivel a hagyományos gépjárműfecskenél ilyen rendszer nincs.

A járművet az új Volvo FH nyerges vontatóknál alkalmazott független első kerékfelfüggesztéssel szerelném fel, amely a merev tengelyes megoldáshoz képest jelentősen jobb úttartást, jobb kormányozhatóságot és jobb stabilitást eredményez. A nyomtáv is növelésre kerülne, így ezzel együtt a jármű alátámasztási felülete is nőne. Ez az állásszilárdságot javítaná.



14. ábra Volvo FH első felfüggesztése Forrás:

<http://www.volvotrucks.com/SiteCollectionImages/VTC/Market/Trucks/volvo-fh-series/Key-features/Volvo-FH-Series-how-individual-front-suspension-works.jpg> letöltve: 2013-11-11

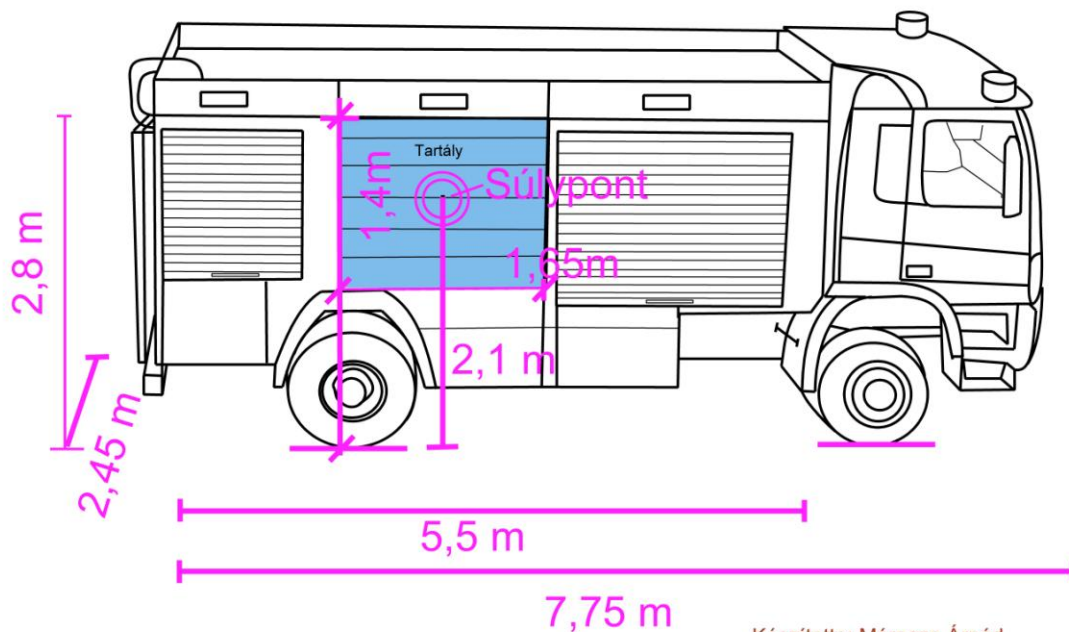
Számítások

A számításokban kizárólag a jármű vertikális súlypontja került meghatározásra. A horizontális súlypontot és a tengelyterhelést nem vettük figyelembe.

Az első esetben az eredeti járműsúlypontját számoltuk ki, mely az alábbiak szerint alakul:

Rosenbauer Mercedes- Benz 2036 ULF 4000/600/750 Vertikális súlypontja

$$\frac{\sum R \cdot F}{\sum F} = \frac{1,8 \cdot 159\,000 + 2,1 \cdot 4\,600}{20\,500} = 1,8673 \text{ m}$$

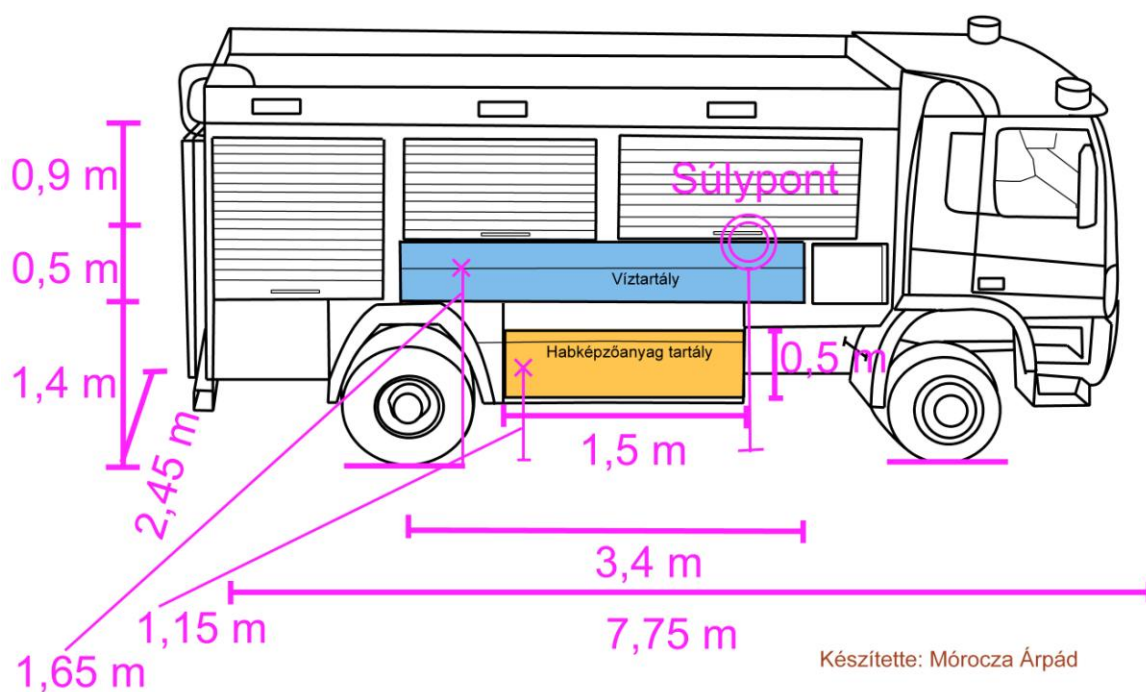


Készítette: Mórocz Árpád

A következő lépés a módosított tartállyal szerelt járműsúlypontjának meghatározása volt:

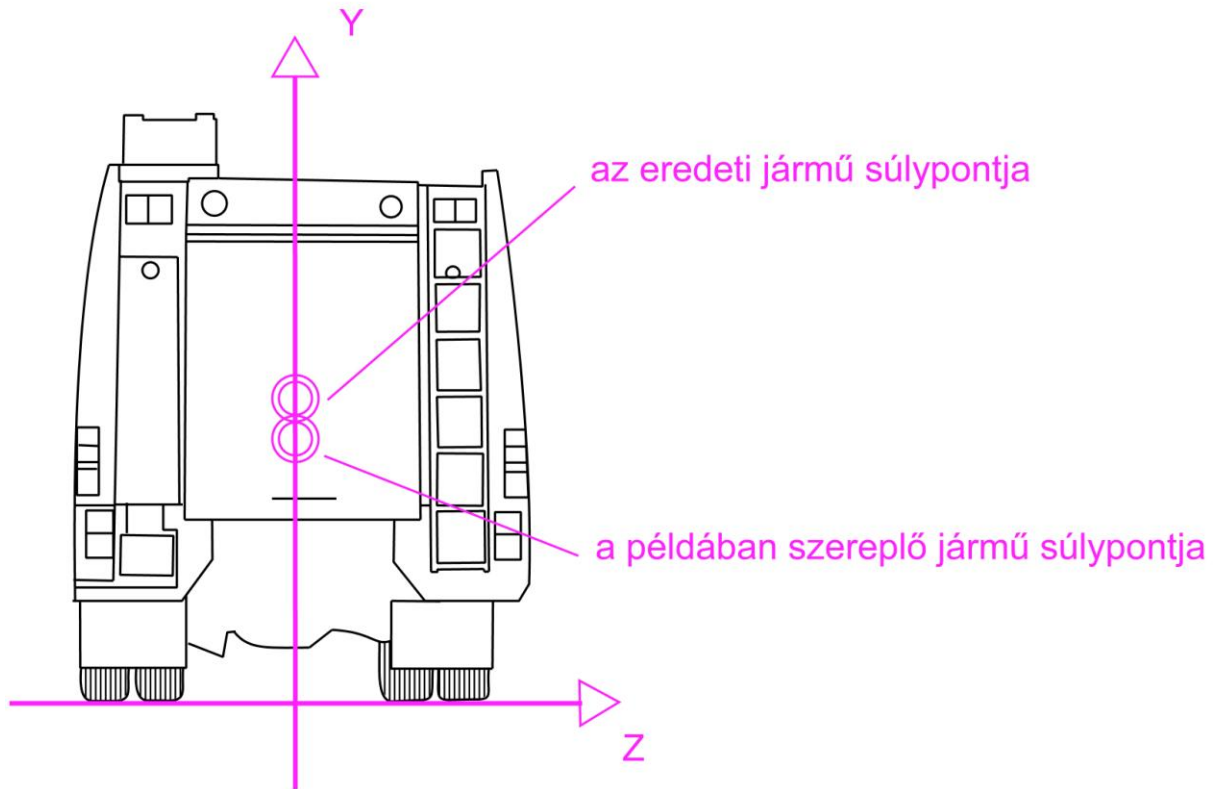
Mercedes-Benz 2036 a leírás szerinti tartályokkal

$$\frac{\sum R \cdot F}{\sum F} = \frac{1,8 \cdot 16\,000 + 1,65 \cdot 4\,100 + 1,15 \cdot 600}{20\,700} = 1,75144 \text{ m}$$



Különbség az eredeti és a példában szereplő jármű súlypontja között

$$1,87 \text{ m} - 1,75 \text{ m} = 0,12 \text{ m}$$



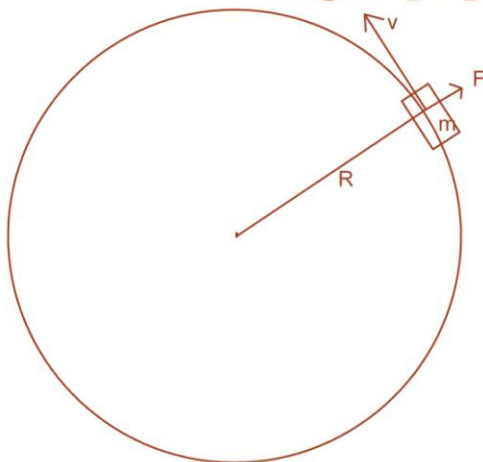
A súlypontnak a jármű kanyarban való haladásakor van nagy szerepe, ezért volt szükséges a következő lépés, adott ívű, adott sebességű kanyarodás esetére kiszámolni a centrifugális erő nagyságát. Az első ábrán az eredeti jármű 30 km/h-val, 10 m sugarú körön való fordulásának centrifugális ereje látható. Megjegyezném, hogy egy derékszögű kereszteződés lehetne a példában szereplő forduló, melyhez mérten a 30 km/h sebesség igen nagy.

Centrifugális erő

Rosenbauer Mercedes-Benz 2036 ULF 4000/600/750

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

m tömeg [kg]
 v sebesség [m/s]
 R sugár [m]



$$v = 30 \text{ km/h} = 8,333 \text{ m/s}$$

$$m = 20\,500 \text{ kg}$$

$$R = 10 \text{ m}$$

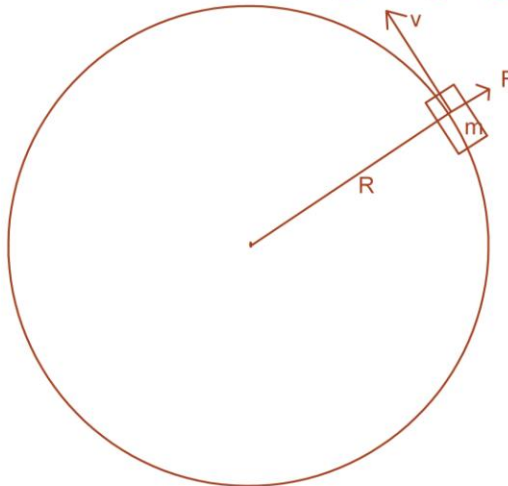
Súlypont magasságában ható centrifugális erő

$$F \cdot h = 142\,349,7225 \cdot 1,8673 = 26,58 \text{ kN}$$

Centrifugális erő Példában szereplő jármű

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

m tömeg [kg]
v sebesség [m/s]
R sugár [m]



v=30 km/h=8,333m/s
m= 20 700 kg
R=10 m

Súlypont magasságában ható centrifugális erő
 $F \cdot h = 143\,738,5002 \cdot 1,75144 = 25,17 \text{ kN}$

A fenti ábrán a példában szereplő jármű, azonos körülmények közötti kanyarodása esetén fellépő centrifugális erőt jelenti. Mindkét esetben a járművek súlypontjában értendő az erő nagysága. A különbség 1,41 kN az utóbbi jármű javára.

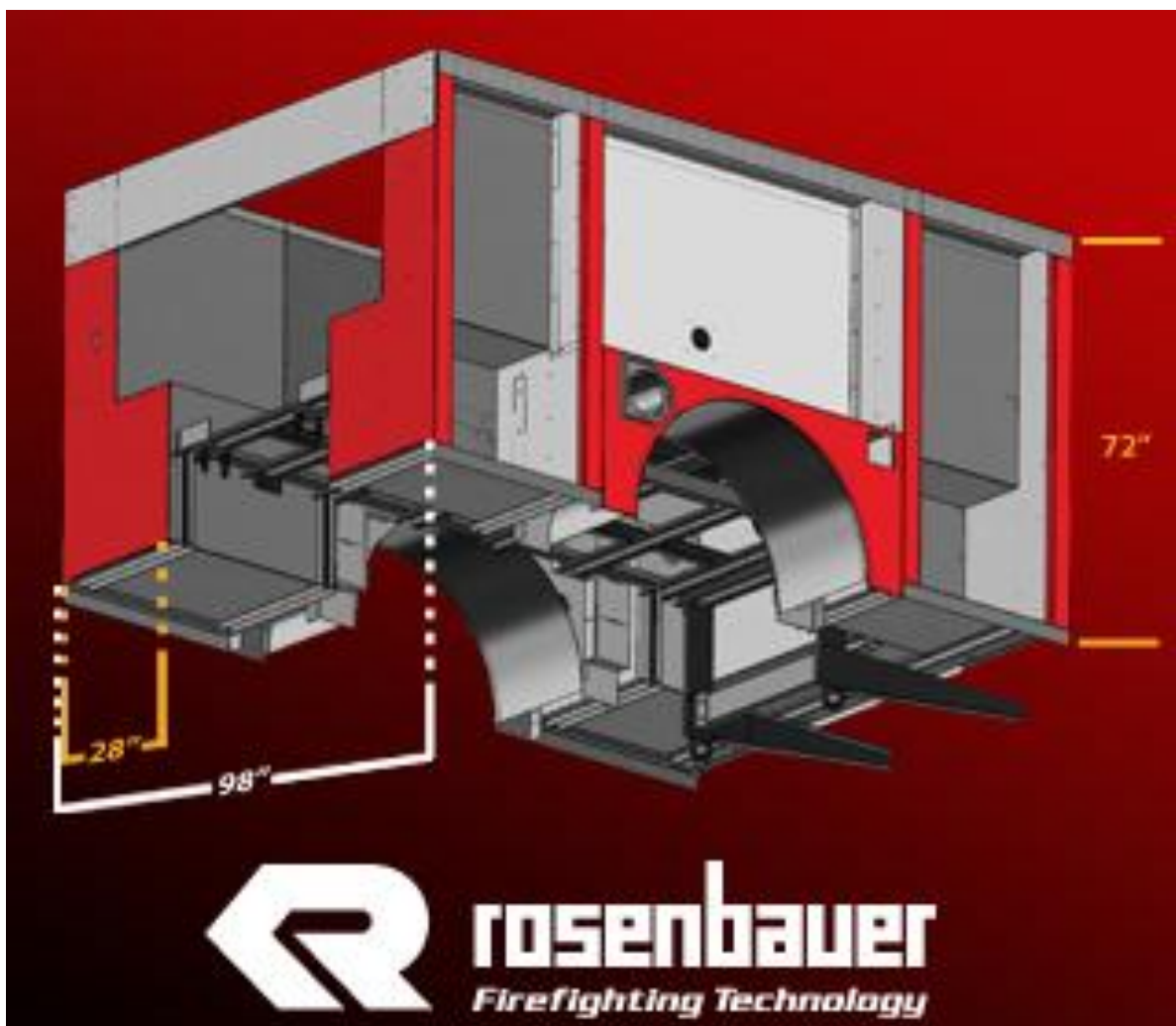
Látható, hogy a tartály süllyesztésével elért súlypont-magasság csökkenés jelentős stabilitásbeli javulást eredményez.

A továbbiakban az általam „aktív módszerek”-nek nevezett lehetséges stabilitás-javító megoldásokat írom le. Ezek alatt azokat a dinamikusan változtatható rendszereket értem, amelyek adott viszonyok (kúszás, csúszás, dőlés, sebesség, centrifugális erő, terhelés, kormányzott kerekek kitérítettségi foka, stb.) között stabilizálják a járművet, mégpedig a súlypont áthelyezésével. Mindenki ült már kanyarban haladó magas építésű járművön, például buszon. Ilyenkor a jármű, a fenti teherautós-ábrán látható módon a kanyar külső íve felé próbál kitörni, így maga a karosszéria is erre fog dőlni. Ha a külső íven futó felfüggesztést emeljük/ rugó előfeszítést állítjuk, akkor a teljes jármű kisebb mértékben fog megdőlni a kanyarban.

Jelenleg a Katasztrófavédelemben alkalmazott fecskendők *általában* rendelkeznek fülkestabilizálással: kanyarban a fülke kisebb mértékben dől meg. Ennek a megoldásnak a hosszútávú közlekedésben nagy szerepe van a vezető komfortjának biztosításánál, azonban veszélyes is, mivel a járművezető nem érzi a felépítmény dőlését. Ebből következtethetünk arra, hogy ez a rendszer ténylegesen komfortjavító; nem pedig a futómű állításával befolyásolja a teljes jármű (fülke, felépítmény, alváz) viselkedését. Véleményem szerint ez utóbbi rendszert kell előnyben részesíteni a tűzoltó gépjárműfecskendők esetében, nem pedig a komfortjavító fülkestabilizátort. Természetesen ez a felfüggesztés az alváz és a fülke közötti rugalmas kapcsolat biztosításához elengedhetetlen; mindössze az arányokat kell megtalálni: a fülke olyan mértékben dőljön, mint a felépítmény.

Úgy gondolom, hogy az összes különféle felépítmény és az ezekhez tartozó alvázak tulajdonságait össze kell hangolni. Adott szériába (értsd: hajtás, kivitel, motorozottság) tartozó alvázak azonos tulajdonságokkal rendelkeznek. Azonban az ezekre kerülő felépítmények közel sem azonosak! Elég, ha arra gondolunk, micsoda különbség jelentkezik egy tűzoltó felépítmény, egy tartányos felépítmény, és mondjuk egy darus felépítmény között! Ideális esetben maximálisan sikeres tűzoltó gépjárművet úgy kaphatunk, ha a felhasználás sajátosságainak szem előtt tartásával tervezzük meg a járművet; nem pedig úgy, hogy a rendelkezésünkre álló elemekből próbáljuk megalkotni a lehető legjobbat. Az USA-ban alkalmazott fecskendők kifejezetten tűzoltó gépjárműnek készülnek; eleve alacsony felépítménnyel, alacsony alvázzal, nem terepes kivitelben, erősített, korrózióálló fülkével.¹⁹ Érdekesség, hogy a hivatkozásban szereplő felépítmény teljes (!) magassága mindössze 72”, azaz 1,83 m!

¹⁹ <http://www.rosenbaueramerica.com/products/bodies/centurion/> letöltve: 2013-11-11



15. ábra Rosenbauer Centurion felépítmény Forrás:
<http://www.rosenbaueramerica.com/products/bodies/centurion/> letöltve: 2013-11-11



© Chris Allen 2009

16. ábra Amerikai fecskendő Rosenbauer Centurion felépítménnyel Forrás: <http://www.indianafiretrucks.com/pictures/allen/hoagland/engine-132-os.jpg> letöltve: 2013-11-11

A képen látható amerikai fecskendő, és egy jól ismert 4000-es 1234-es Mercedes-Benz közötti különbségek még a laikusok számára is jól észrevehetők...

Aktív stabilizálásra két példát hoznék: az első a Mercedes-Benz által kifejlesztett Active Body Control (ABC) [*aktív járműtest stabilizálás*], a másik pedig az Axle Control System (ACS) [*felfüggesztés szabályzó rendszer*]. Mindkettő közös jellemzője, hogy a teljes jármű stabilitását javítják különböző szenzorok adatai alapján, légrugó és hidraulikus felfüggesztés segítségével. Konkrét leírások az alábbi linkeken találhatók a rendszerekről:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Active_Body_Control letöltve: 2013-11-11
2. <http://www.creuat.com/Trucks%20and%20Vans.html> letöltve: 2013-11-11

Elképzelésem szerint a hagyományos gépjármű fecskendők esetében a nagy tömegű, homogén egységet képező víztartály oldalirányú döntésével is nagyban lehetne javítani a stabilitást. A tartály egy segédvázhoz rögzített, a jármű hossz tengelyével párhuzamos, központosított tengelyre támaszkodna, melyen oldalirányba jobbra és balra tudna „billenni”. A billenés mértékét a jármű sebessége (centrifugális erő miatt lényeges), csúszása, és a kormányzott kerekek kitérítettségi foka függvényében tudná szabályozni a rendszer. A felfüggesztést oldalanként elől és hátul rögzített elektro-pneumatikus munkahengerekkel

képzelem el, melyek kellően gyorsak, valamint a működtetésükhöz a jármű légrendszere is rendelkezésre állna.

5. ÖSSZEGZÉS

Jelen tanulmányban összefoglaltam a gépjárműfecskendők stabilitásbeli hiányosságainak okait, egy adott járművön alkalmazott tartály-módosítás példáján keresztül pedig bemutattam, milyen módon lehetne ezeken változtatni. Törekedtem arra, hogy a sok, saját készítésű ábra segítségével minél szemléletesebbé tegyem a járművek között lévő különbségeket. Láthatjuk, hogy kb. 10 cm-es súlypont-magasságcsökkenés is –azonos körülmények között- nagymértékben csökkenti a járműre kanyarban ható centrifugális erő nagyságát. A dolgozat további részeiben az aktív stabilizálás kérdését is érintettem. A dolgozatban két fő elv jelenik meg:

1. A különleges felhasználásra szánt járműveket, az adott tevékenységi kör specialitásainak megfelelően kell megtervezni, kezdve az alvázról, egészen a felépítményig. „Cipőt a cipőboltból...”. Érdekes példa, hogy a széles körben alkalmazott Rosenbauer Mercedes-Benz 1234 AF TLF 4000 AT gépjárműfecskendő alvázának tervezett össztömeg 12 tonna (a típusjelben az első két szám az össztömegre, a második kettő pedig a jármű motójának teljesítményére /340 Le/ utal), ehhez képest azonban 15,5 tonnával közlekedik! Tapasztalataim, és az ismerős kollégák elmondásai alapján a jármű fékezhetősége a közel 4 tonna túlterhelés miatt nem kifejezetten jó. Nem szabad figyelmen kívül hagynunk azt sem, hogy a gépjárműfecskendők folyamatosan terhelt állapotban vannak (oltóanyag, felszerelések), amely fokozott terhelést eredményez, így a teherviselő elemek fáradása hamarabb következik be. Ez a féderek és az alváz repedését majd törését okozhatja. Jobb lenne, ha inkább –ésszerű keretek között- túlméretezett alvázra építenék a tűzoltó felépítményeket...

2. Csak a terepes felhasználásra szánt járművek (erdőtüzes fecskendő például) esetében kellene alkalmazni az összkerék hajtást. A terepes alvázak kivitelükből adódóan jelentősen magasabbak az országúti kivitelűeknél, ebből kifolyólag természetesen a súlypontjuk is jóval magasabban van. Ez nagy sebességű, gyors manővereknél nagy hátrányt jelent! Nem mellékesen az összkerék hajtású járművek fenntartási költségei jóval (alkatrészigény, szervizigény, fogyasztás) magasabbak a csak hátsókerék hajtású társaikénál. Megfelelő lehet egy hátsókerék hajtású, differenciál zárral szerelt hajtási mód alkalmazása is.

Hiszem, hogy gondos tervezéssel, és a tűzoltói felhasználás követelményeinek *gazdasági-költséghatékonysági* érdekek elé történő helyezésével olyan gépjárműfecskendőket lehet gyártani, amelyek teljesen biztonságosan, és gyorsan juttatnák el a tűzoltókat a segítségre szorulókhhoz.

A tanulmányt ajánlom minden, a téma iránt érdeklődő hallgatónak, szakembernek, tűzoltó bajtársnak.

Köszönetem fejezem ki a dolgozat elkészítésében való segítségért Dr. habil Horváth Tibor okl. mk.ezredesnek; ifj. Bodó Lászlónak, Végvári Krisztián mk.hadnagynak, Balatoni Balázsnak, Páj Attila Miklósnak és Brunecker Zoltánnak.

Mercedes-Benz 2036 a leírás szerinti tartállyal

