

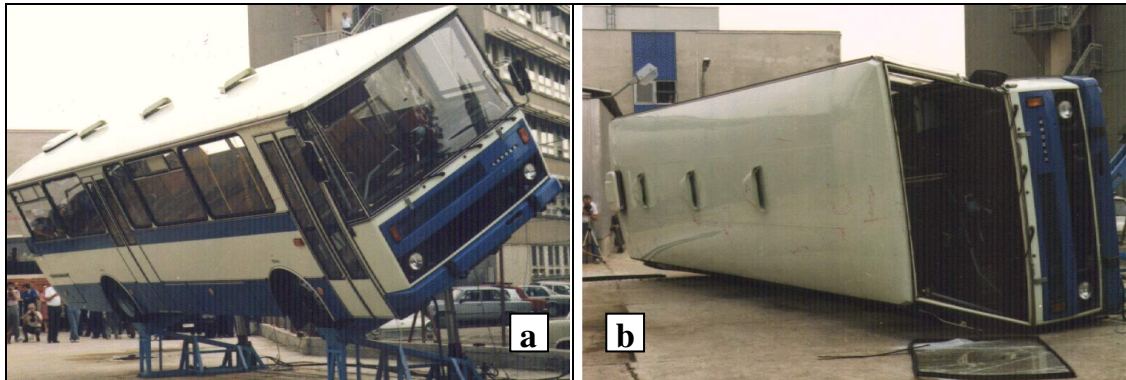
M4. Melléklet - Standard buszborításos vizsgálatok

M4.1 Az első vizsgálatok

Az első, alapelrendezést-ellenőrző vizsgálatok már 1983-ban megtörténtek az IK 255 autóbusz normál és boruló-keretekkel merevített változatával (ld. **M3.7 pont**), de az előírás szerinti első hivatalos minősítő vizsgálat a követelmény elfogadásának évében, 1986-ban volt egy IK 365 típusú távolsági busszal az AUTÓKUT telephelyén. (**3.3 pont**) A követelmény kötelező érvénnyel 1986 december 1-én lett hatályossá. (Standard buszborításos vizsgálatnak az alapbaleseti szituáció szerinti komplett autóbusz, „full-crash” vizsgálatát nevezzük.)

Már ekkor, ennél a borítóvizsgálatnál felmerült, hogy magas építésű buszok esetén, ha a felépítmény nem elég merev, akkor a szerkezet vizsgálat szempontjából mérvadó deformációja, a képlékeny csuklók működése, korábban, már akkor befejeződik, amikor mellől is talajt ér, felütközik, és a képlékeny csuklók mozgása megáll. A mellővnél létrejövő támasztóerő megakadályozza a felépítmény további deformációját.

M4.1.1 Karosa autóbusz borító vizsgálata



M4.1.a-b ábra

Cseh távolsági autóbusz borítóvizsgálata 1989-ben

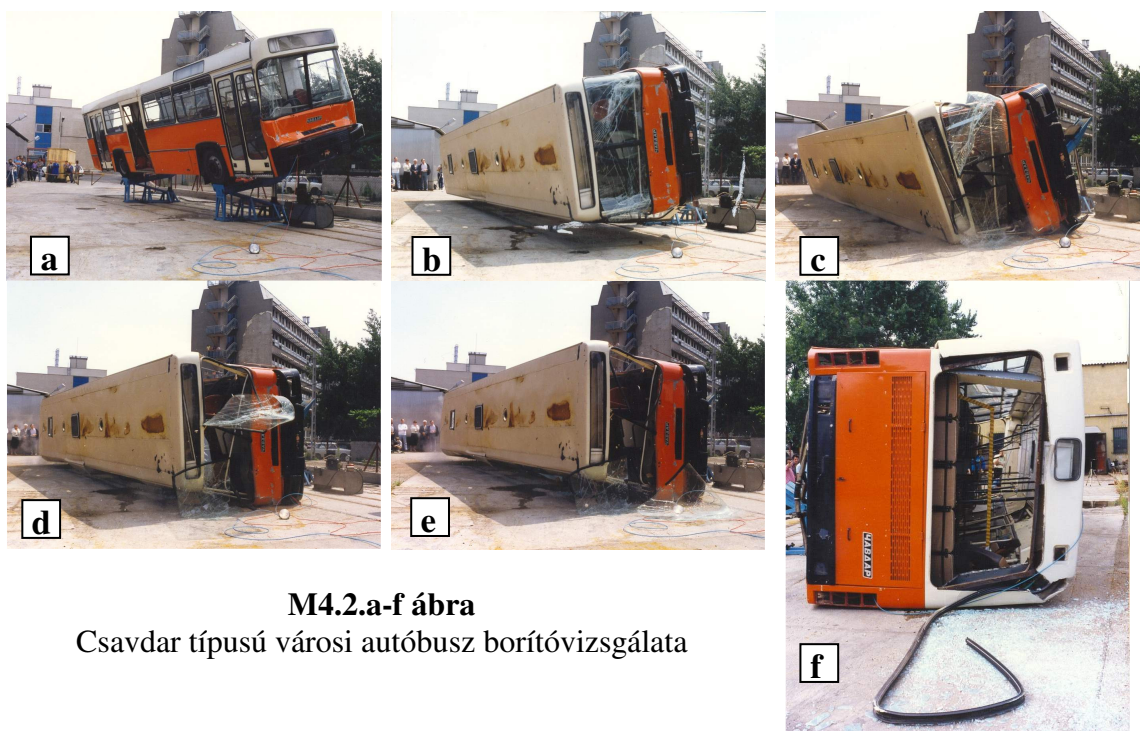
Az 5600 mm tengelytávolságú 12 m hosszú, 2,955 m magas C734.20 típusszámot viselő autóbusz menetkész, önsúlyos állapotában (tengelyterhelések: $m_a = 3430$ kg, $m_b = 6160$ kg) került vizsgálatra. A statikus billenési határszög $45,75^\circ$ -ra adódott, és a felfüggesztés, valamint a gumiabroncsok benyomódásait is figyelembe véve a súlypont magasságra 1098 mm-t számoltunk.

Három túlélési határt jelző keret került az autóbuszba beépítésre, az első, a második és a tizedik ülésor H-pontjának síkjában és a vizsgálat során akkora deformációkat szenvedett el az autóbusz, hogy már az első jelzőkeretet is érintette az oldalfal, a második már 10 mm-es nagyságrendű, a hátsó pedig 50 mm-es behatolást mutatott.

Az autóbusz vázszerkezete gyengének bizonyult. Nem csak a hátfala, hanem a homlokrésze is, mert csak a hátfalat erősítve, a rá jutó kisebb deformáció és az abból következő részben kisebb energiaelnyelés következtében az autóbusz mellső részére jutó elnyelendő energiahányad megnövekszik, ezáltal a mellfalhoz közeli első ülésnél kapnánk a korábbinál nagyobb deformációt.

Míndezekkel együtt, azt számoltuk ki, hogy a padlósík, és a hátsó sori, emelt szintű ülésor magasságának csökkentésével még ez a konstrukció is tudná a túlélési térsértetlenségére előírt követelményeket teljesíteni!

M4.1.2 Csavdar városi autóbusz borítóvizsgálata



M4.2.a-f ábra

Csavdar típusú városi autóbusz borítóvizsgálata

Az **M4.2.a-f ábra** felvételein látható bolgár gyártmányú 10 200 kg sajáttömegű Csavdar márkájú városi autóbusz borítóvizsgálatát a vázszerkezet fejlesztési folyamatában végeztük el 1990-ben, mint a busz meggyötört homlokfalán is látható, egy ingás homlok (és lökhárító) ütköztetés után. A buszba három, a túlélési tér határát jelző keretet építettünk be, egyet a mellső ajtó második oszlopa mögé, egyet a 2. és a 3. ablakoszlop közé, egyet pedig a hátsó ajtó második oszlopának síkjába. A statikus billenési határszögre $41,75^\circ$ -ot mértünk, amiből a súlypont magasságára –a gumiabroncsok deformációjával is korrigálva-, 1268 mm-t számítottunk. A mellső homlokfal (maradó) elcsavarodása 15° -ra, a hátfal maradé deformációs torzulása pedig 10° -ra adódott. A három jelző keret közül csupán az első jelzett sérülést, mert a kerékdobra helyezett ülések miatt itt a túlélési tér „magasabban” volt. A kerékdobra helyezett, egymásnak háttal fordított két ülés „R” pontjának 80 mm-rel történő csökkentésével az autóbusz megfelelt a követelményeknek. /⁴

A kezdeti vizsgálatokhoz fűződő lényeges észrevétel volt még az, hogy a ragasztott, többrétegű szélvédőknek merevségnövelő hatása van, és ez befolyásolja a mellső és hátsó részre jutó elnyelendő energiák arányát. (Ezt az IK 415(435) mell- és hátfali szegmenseinek statikus laborvizsgálatainál ki is használtuk, ld. **4.4 pont.**)

M4.2 IVECO 65C15 típusú alvázra épített autóbusz borító vizsgálata

A gyártó cég által vizsgálatra átadott jármű szerkezetileg megfelelt a komplett kiszereltségű autóbusznak. A hiányzó elemek a következők voltak:

- a légkondicionáló berendezés (80 kg);
- az oldalablakok (120 kg);
- a kalaptartó elemek (80 kg);

⁴ Csavdar 130 típusú autóbusz passzív biztonsági vizsgálata, V-262-27/90 számú AUTÓKUT Vizsgálati értesítő (1990), készítette: Vincze-Pap Sándor

- belső kárpitozás (50 kg).

Tengelytávolság (A-B)	4350 mm
Hosszúság:	7510 mm
Szélesség:	2350 mm
Magasság:	3100 mm
A jármű saját tömege:	4445 kg
A:	1940 kg
B:	2505 kg
Teljes maximális gördülő tömeg:	7000 kg
A:	2300 kg
B:	5000 kg

A tömeghiányokat egy ülésbe bekötött 75 kg-os bábuval, 14 db a járóközbe helyezett 25 kg-os súllyal és 30 kg össztömegű jelző keretekkel (2 db) és elmozdulásmérő egységekkel (2 db) pótoltuk. (M4.3-4 ábrák)

Míndezek után a vizsgálatra felsúlyozott autóbusz tengelyterhelési:

A tengely: 1962 kg,

B tengely: 2514 kg értékűre adódtak.

(Megjegyzés: a kalaptartó és a légkondicionáló tömegét gyakorlatilag nem kellett volna pótolni, mert ezen elemek tömegei az előírás szerint mért tetőszilárdságot kedvező irányban befolyásolják, tehát elhanyagolásukkal a biztonságot nem rontjuk! Ennek ellenére a járóközbe ezt a terhelést is belehelyeztük.)

M4.2.1 A vizsgálati körülmények

A borító vizsgálat az AUTÓKUT fedett laborhelyiségében került elvégzésre, a számítógéppel vezérelhető, háromlépcsős szervohidraulikus hengereket tartalmazó billentőmű alkalmazásával. A billentést számítógépes programmal vezéreltük. A billentőműre az autóbusz bal oldali kerekei alá erőmérő cellákat helyeztünk, hogy a kerékelemelkedéseket, a statikus billenési határszöveget pontosan meglehessen állapítani. A kerékterhelés mérésével pontosan meglehet határozni a borítás kezdősebességét is, amelyet lehetőleg 0-hoz közeli (előírás szerint $v < 5^\circ/\text{min}$) értékűre szoktunk választani.

Az első és a hátsó ajtó második oszlopaihoz (G1, G2 –ld. M4.3-5 ábrák) 1250x1930 mm befoglaló méretű, sárga színűre festett, túlélési teret jelző kereteket építettünk be, mereven a padlóhoz rögzítve és ugyanezekhez az ajtóoszlopokhoz 2-2 db 200 mm-es Hottinger úradót rögzítettünk 1:2 áttétellel, az oldaloszlopok deformációinak folyamatos rögzítésére (M4.3-6 ábrák). Az esetleges felütközések kijelzésére a túlélési keretek sarkaira (500 és 1250 mm magasságban) 1-1 mikrokapcsolót is rászertünk. (M4.3 ábra) Az autóbusz üléslekötéseit tekintve vízszintes síkú, üléseinek H-pontja azonos magasságban helyezkedik el.

Az úradók függőleges irányú beépítési magasságai az ülésdobogó szintjétől számítva:

Első ajtó keret alsó pontja: 700 mm Hátsó ajtó keret alsó pontja: 720 mm

Első ajtó keret felső pontja: 1400 mm Hátsó ajtó keret felső pontja: 1455 mm

Vízszintesen keresztirányban a padlószintben 2020 mm-re volt az úradók második rögzítési pontja.

Az utolsó kettős utasülés járóközi ülésébe egy 75 kg OGLE típusú próbababut ültettünk és a második ülésor mögé egy belső kamerát rögzítettünk. (M4.6 ábra)

A borítás merev, betonfelületre történt, amelyet sárga színűre festettünk, az M4.7-8 ábrákon jól látható módon.

M4.2.2 A vizsgálat eredményei /⁵

A borítási határhelyzet elérésig 5°/perc szögsebességgel történt a billentés. A hátsó tengely elemelkedése után a bal első keréken 400 N erőt mértünk 44,2°-os billenési szögnél, amelyet az autóbusz gyakorlati statikus billenési határszögének tekintünk. (Az elméleti határszög mindkét kerék elemelkedését jelenti.)

Ebből a helyzetből gyakorlatilag zéró kezdő szögsebességgel történt a továbbbillentés. Az M4.7-9 és M4.11 ábrák képei mutatják a borítóvizsgálat folyamatát és eredményét. Az útdókon mért elmozdulások az M4.10 ábrán tanulmányozhatók. (A jelekből látható, hogy az elsődleges deformációs szakasz kevesebb mint 0,2 s alatt lezajlik.) A mikrokapcsolók nem értek hozzá az autóbusz oldalfalához, az előírt túlélési tér sértetlen maradt az autóbuszban. Az autóbusz felépítményének szilárdsága az EGB 66. számú követelményeit kielégíti.

Az autóbuszon mért (G1, G2) oldaloszlop elmozdulásokból és a belső tér (szélső utasüléskor mért 1780 mm) magasságából számítható a busz vázdeformáció ill. a túlélési keret együttes összehasonlító képe. (M4.12 ábra.)

IVECO 65C15 alvázra épített autóbusz vázkeretei	Tetőél deformáció (mm)	Deformálódott oldalfal távolsága a túlélési tér felső .. alsó sarokpontjától (mm)	
G1 (első keret)	224	263	136
G2 (hátsó keret)	86	345	145

M4.1 táblázat

Iveco 65C15 alváz as autóbusz tetőél deformációi és a tetőél távolsága a túlélési tértől

A túlélési tér az autóbusz teljes hosszában sértetlen maradt, az autóbusz kielégítette a borulásbiztonsági követelményeket.

⁵ IVECO 65C15 típusú alvázra épített városközi autóbusz tetőszilárdságának EGB 66. számú előírás szerinti vizsgálata, VS-131/2004 számú AUTÓKUT Vizsgálati Jegyzőkönyv, 2004, készítette: Vincze-Pap Sándor



M4.3 ábra

Iveco 65C15 borító vizsgálat alapelrendezése



M4.4 ábra

A hátsó ajtó második ajtóoszlopához épített túlélési zónát jelző keret és az oszlop deformációját mérő úradók egysége



M4.5 ábra

A mellső ajtó második oszlopának deformációját mérő úradók egysége, kétpontos övvel bekötött 75 kg-os mögötte láthatók a járóközbe épített 25 kg-os egységsúlyok első része



M4.6 ábra

A jobboldali utolsó kettős utasülésbe kétpontos övvel bekötött 75 kg-os próbabábu és előtte a belső kamera

A túlélési tér az autóbusz teljes hosszában sértetlen maradt, az autóbusz kielégíti a borulásbiztonsági követelményeket.



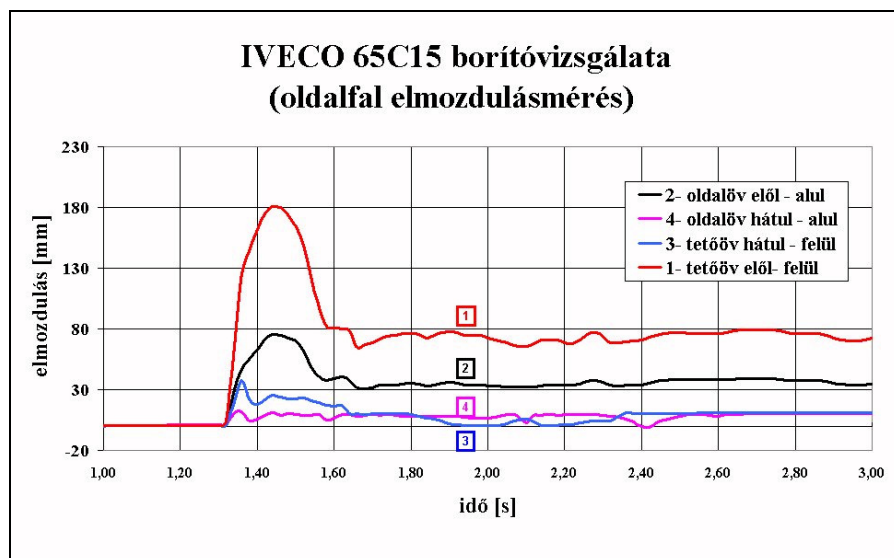
M4.7 ábra
A borítóvizsgálat kezdete



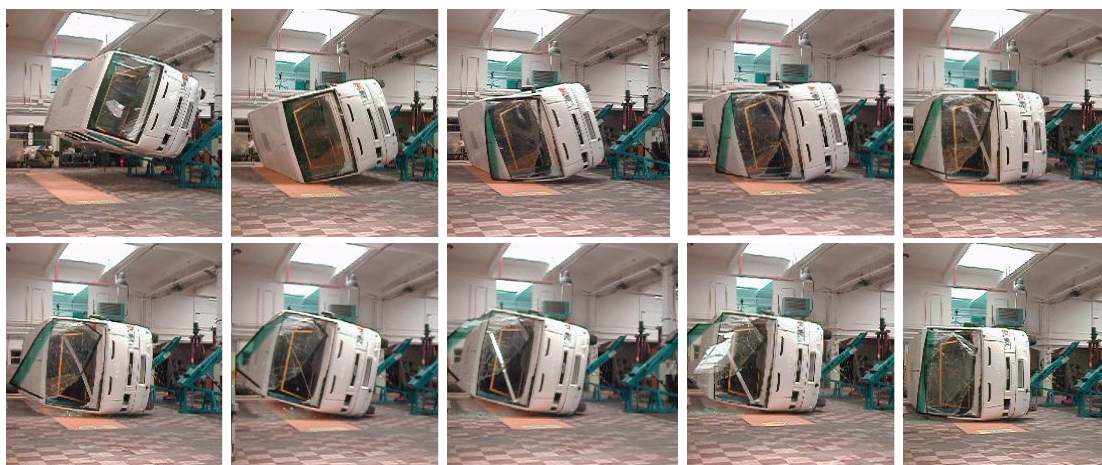
M4.8 ábra
A borítóvizsgálat befejezése utáni állapot



M4.9 ábra
Az autóbusz belseje az összetört első szélvédőn keresztül (A túlélési tér sértetlen maradt)
A hátsó szélvédő kitérés nélkül vészelte át az ütközést, a második ajtóoszlop felső sarokpontjának maradó deformációja mindössze 10 mm volt



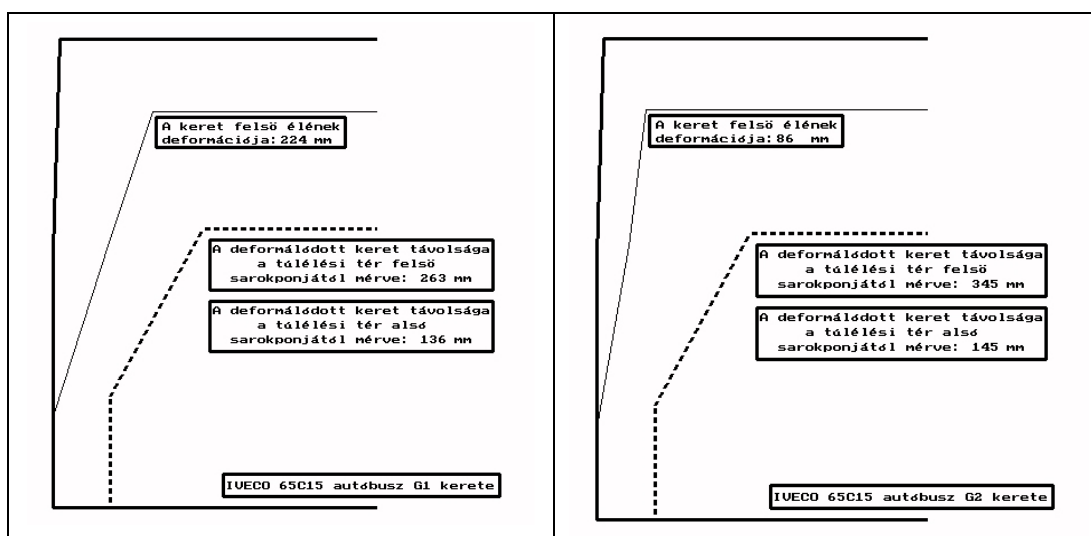
M4.10 ábra
A tetőélre és az oldalövre beépített útdókkal végzett elmozdulás mérések eredményei



M4.11 ábra

Digitális kamerával készített fényképsorozat az Iveco 65C15 autóbussz borításáról

A túlélési tér az autóbussz teljes hosszában sértetlen maradt, az Iveco 65C15 autóbussz kielégítette a borulásbiztonsági követelményeket.



M4.12 ábra

A túlélési keret síkjában mért maximális oldal deformációk ábrázolása

M4.3 Marbus B3 vázszerkezetű autóbussz borítóvizsgálata /⁶

Ésszerű és nagyon költséghatékony megoldás a futóműre állított, nem kiserelt állapotú, csak komplett vázszerkezetű autóbussz tetőszilárdságának ellenőrzése borítóvizsgálattal. A lemezelés, festés, belső kiserelés, üvegezés teljesen elhagyható, a hajtáslánc (motor, sebességváltó) megfelelő tömegek beépítésével pótolható. Az ilyen vizsgálat gyakorlati módszereit tekintve még modellborításnak is tekinthető, de szilárdsági ellenőrzés szempontból egyértelműen a komplett buszok borításos

⁶ Test Report on the roof strength of the tourist coach model type B3 090 TH built by TVM Maribor in accordance with the ECE 66 Regulation (Annex IV of 2001/85/EC Directive), JÁFI-AUTÓKUT Test Report, No. AV-52a/2005 (2005), written by Vincze-Pap Sándor

kísérleteihez tartozik. A szlovén TVM gyár megrendelésére és a mi javaslatunkra egy ilyen vizsgálatot végeztünk el. A kész autóbusz geometriai és tömegadatai:

Modell:	B3 090 TH
Tengelytáv (A-B)	4700 mm
Hosszúság:	9580 mm
Szélesség:	2460 mm
Magasság:	3590 mm
Üres tömeg:	10090 kg
A:	3080 kg
B:	7010 kg
Műszakilag megengedett terhelés:	14500 kg
A:	5000 kg
B:	9500 kg

A fenti tömegadatokhoz képest a 6.15 ábrán látható és vizsgálatra küldött autóbusz kerékterhelései a következők voltak:

Bal mellső kerék: 978 kg	Bal hátsó kerék: 1183 kg
Jobb mellső kerék: 802 kg	Jobb hátsó kerék: 1067 kg
(Összesen: 4030 kg)	



M4.13 ábra
A vizsgálatra felkészített váz-szerkezetű
Marbus B3 modell-autóbusz súlypont
megállapítási előkísérlete

Könnyen kiszámítható, hogy a teljes üres tömeghez képest szinte kilóra pontosan 6 tonnával kevesebbet nyom az üvegezés, lemezelés és a különféle aggregátok nélküli váz-szerkezetű modell szerkezet.

M4.3.1 Az autóbusz vázszerkezet előkészítése vizsgálatra

A fenékvázból hiányzó fő aggregátok megnevezését, tömegét és súlypontjának helyét a következő táblázat tartalmazza. (A hátsó keréktalppontokat összekötő szakasz közepe az origó és a jobbsodratú koordináta rendszer x tengelye a kocsí hossz tengelyével párhuzamosan előre mutat.)

	Tömegek (kg)					Koordináták (mm)		
	G ₁	G ₂	G ₃	G ₄	G ₅	X	Y	Z
Üzemanyagtartály	220	/	/	/	/	5540	0	630
Sebességváltó	/	143	/	/	/	-1150	-31,5	590
Motor	/	/	710*	/	/	-2080	31,5	620
Klíma	/	/	/	25	/	-2340	650	685
Akkumulátor	/	/	/	/	100	-1450	590	920

* hűtővel és radiátorral

M4.2 táblázat

A B3 busz aggregát tömegei és koordinátái

Az aggregátokon kívül a felépítmény sok-sok eleme is hiányzott, ezeknek összefoglaló felsorolása található a **M4.3 táblázatban**.

Megnevezés	Darab	Tömeg (kg)	Összesen (kg)
Vezetőülés	1	35	35
Kísérőülés	1	25	25
Dupla utasülés	17	38	646
Hátsó sorülés	1	75	75
Mellső szélvédőüveg	1	64	64
Hátsó szélvédőüveg	1	14	14
Hátfali rész, motortér burkolóelemei	1	250	250
Elektromos vezetékek, hidraulikus csövek, rögzítők, ragasztó	1	380	380
Oldal üveg – bal hátsó	1	28	28
Oldal üveg – jobb hátsó	1	28	28
Oldal üveg – bal	4	38	152
Oldal üveg – jobb	4	38	152
Mennyezet borítás + világítás	1	220	220
Csomagtartó	2	90	180
Oldal burkolat – külső, belső (műanyag, textil, fémlemez)	2	400	800
Hátsó tengely kettő kereke + pótkerék + fenékváz hiányzó fémelemei, borítólemezei	1	1350	1350
Padló és padlóborítás	1	310	310
Mennyezeti klíma aggregát	1	120	120
			4829

M4.3 táblázat

A modell busz felépítményének hiányzó tömegei

A hiányzó aggregátokat a pontos geometriai helyükre beépített, pontosan kimért súlyokkal helyettesítettük. A további hiányzó fenékváz és felépítmény elemeket az elméleti súlypont (1300 mm) felett 60 mm-rel a padlószintben rögzített 25 kg-os öntöttvas, un JÁFI súlyokkal pótoltuk. Minden, borulásbiztonságot befolyásoló tömeg pótlásra került, a felső tetőél (a borításkori ütközési hely) és az autóbusz elméleti súlypontjától mért távolságának fordított arányában. Ez azt jelenti, hogy a tetőre kerülő elemeket nem pótoltuk, míg a padlószinti elemek százszázalékosan kerültek beépítésre. Így a vizsgálatra felsúlyozott autóbusz tömege 8820 kg-ra adódott.

A belső filmezéshez még egy 75 kg súlyú Ogle típusú bábut is behelyeztünk, két pontos övvel rögzítve a hátsó ajtó utáni kettős ülés járóköz felé eső részén.

Az ülésvázaknak is van merevítő szerepe, ezeket 40/40x2 mm méretű zártszelvényekkel helyettesítettük. A hátfali rész előzetes kalkuláció alapján gyengének értékeltük, ezért a mi javaslatunk és tervünk alapján pótlólagos hátfali borulókeretet építettünk az autóbuszba.

Utólagos mérésellenőrzéssel a vizsgálatra felkészített, „üres” autóbusz kerékterhelései a következőképpen alakultak:

Bal mellső kerék: 1388 kg Bal hátsó kerék: 3125 kg
Jobb mellső kerék: 1252 kg Jobb hátsó kerék: 3055 kg
Teljes tömeg: 8820 kg
Mellső tengely: 2640 kg
Hátsó tengely: 6180 kg.



M4.14 ábra

A hátfali utólag beépített borulókeret és a motor-sebességváltó, valamint az akkumulátor beépített helyettesítő tömegei



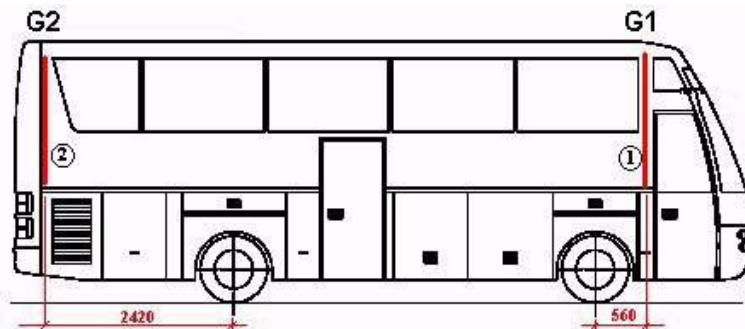
M4.15 ábra

A járóközben elhelyezett 25 kg-os JÁFI súlyok, az ülésvázak helyettesítő zártszelvény profiljai és az előtérben az elmozdulásmérő útdadó-egység



M4.16 ábra

A túlélési teret határoló (sárga színű) jelzőkeretek felső sarkához 1-1 db mikrokapcsolót is beépítettünk az esetleges érintkezés kimutatására, a közepén látható (kék színű) oszlop a belső kamera rögzítésére szolgált.



M4.17 ábra
A túlélési tér
jelzőkereteinek
(tengelyektől mért)
pontos helye a Marbus
B3 autóbuszban

A túlélési tér határát jelző keretek mellé, a padlóhoz ill. a hátsó padülés fémszerkezetéhez erősítve 1-1 db Hottinger típusú úradót is felszereltünk, az alsó ablaköv és a felső ablaköv elmozdulásának folyamatos mérésére, mert a követelmény szerint a maximális elmozdulást kell meghatároznunk és a felépítményben jelentős a rugalmas deformáció is. (A mérési pontok helye: 1-es jelzőkeretnél a padlószinttől számítva alul: 710 mm, felül: 1695 mm; a 2-es jelzőkeretnél a padlószinttől számítva alul: 755 mm, felül: 1695 mm. A tetőél belső, padlószinttől mért magassága 1830 mm, tehát a tetőél deformációjának kiszámításához a mért értékeket a mérési pontnak, ill a tetőélnek az adott keresztcsík képlékeny csuklójától mért távolságának arányában kellett számítani.

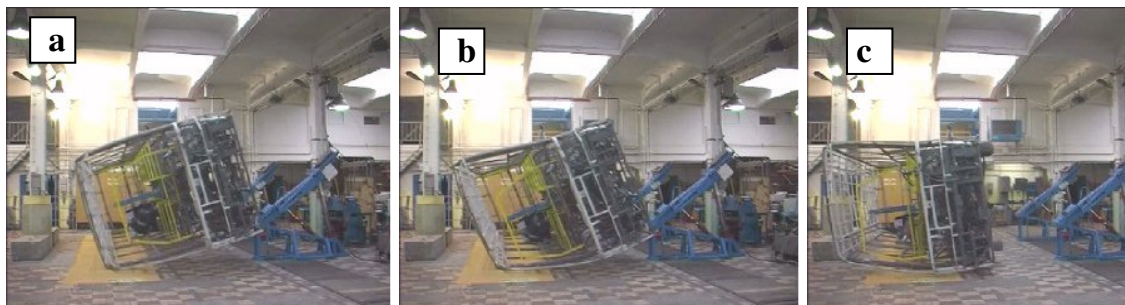
M4.3.2 A vázszerkezetű autóbusz vizsgálati eredményei

A számítógéppel vezérelt lépcsős hidraulikus hengerek a borítópadra helyezett buszmodellt 4°/min szögsebességgel billentették 35° elérése után. A statikus billenési határszög végül 41,2° volt, ekkor már nem lehetett terhelést mérni egyik bal oldali keréken sem. Ebből a helyzetből gyakorlatilag nulla kezdő szögsebességgel borult a merev beton talajra az autóbusz. A borulásról, felütközésről készült felvételek az **M4.18-19 ábrákon** tanulmányozhatók, az elmozdulás mérés eredményeit az **M4.20-22 ábrák** és az **M4.4 táblázat** mutatják.

Marbus B3 090 TH keretek	Tetőél deformáció (mm)	Deformált oldallal fal távolsága a túlélési tér	
		felső sarokpontjától (mm)	alsó sarokpontjától (mm)
G1 (mellső keret)	479	81	60
G2 (hátsó keret)	420	134	106

M4.4 táblázat.

Méret maximális deformációk

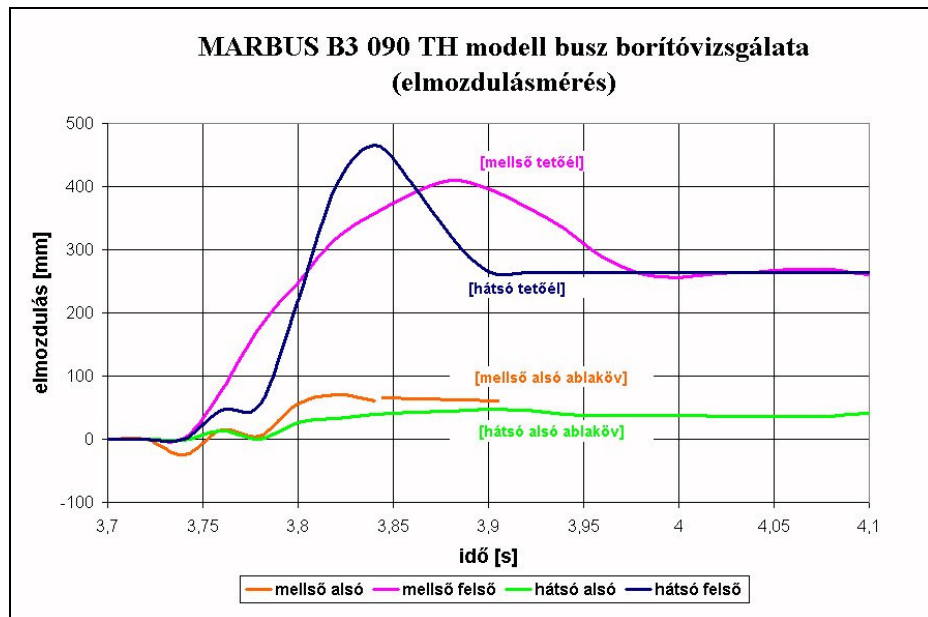


M4.18.a-c ábrák

Képsorozat a borító vizsgálatról előlről

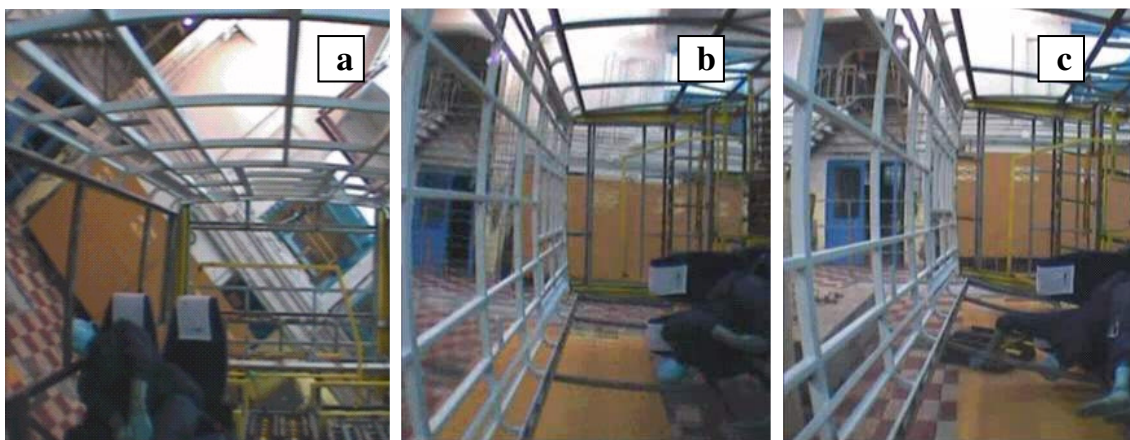


M4.19.a-c ábrák
Képsorozat a borító vizsgálatról hátulról



M4.22 ábra
A jelzőkeretek kereszt síkjában található 4 darab vázszerkezeti pont mért deformációja

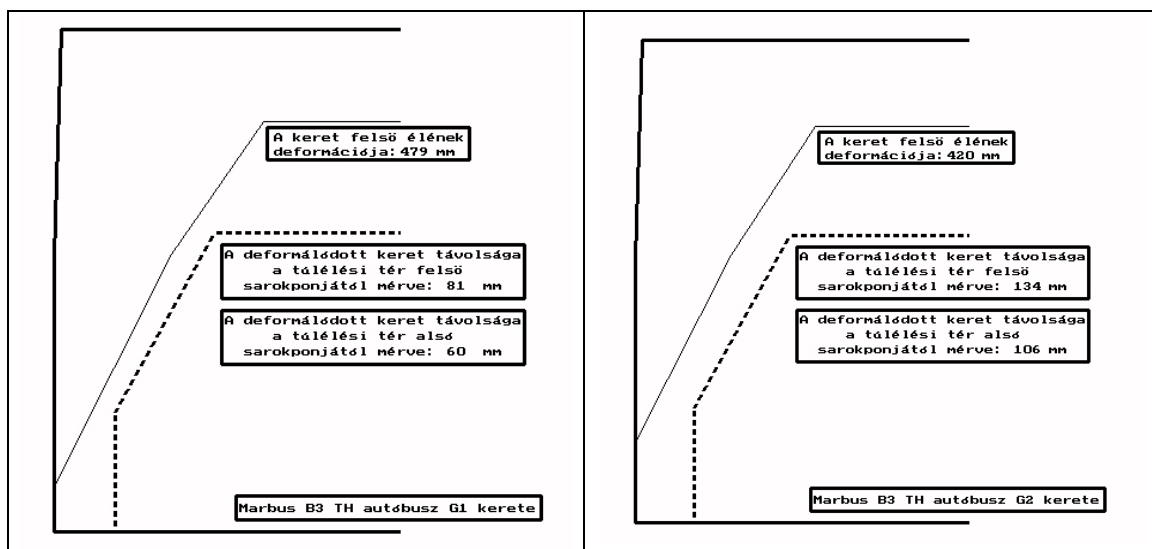
A felvételekből még egy fontos információ is kinyerhető. A betonozott, sárga színűre festett sáv szélességének (1,2 m) méretéből az autóbusz tetőélen történt elcsúszása (460 mm) is mérhető volt.



M4.21.a-c ábra
A kétpontos övvel bekötött bábu mozgásának belső kamerás felvételei

Az **M4.21.a ábrán** látható módon a járófolyosó melletti (nem az ablak melletti!) ülésen elhelyezett és kettőpontos biztonsági övvel szorosan az ülésbe erősített bábu már a statikus átfordulás kezdeti fázisában „kifejelt” az oldalfal síkjából. Az **M4.21.b ábrán** (a földet érés előtti fázisban) változatlanul ugyanez a bábu helyzete, ami beütközéskor – valós baleset esetén- súlyos fejsérüléseket eredményezne, egy a szimuláció szerint az utasfolyosó melletti ülésen ülő ember számára is.

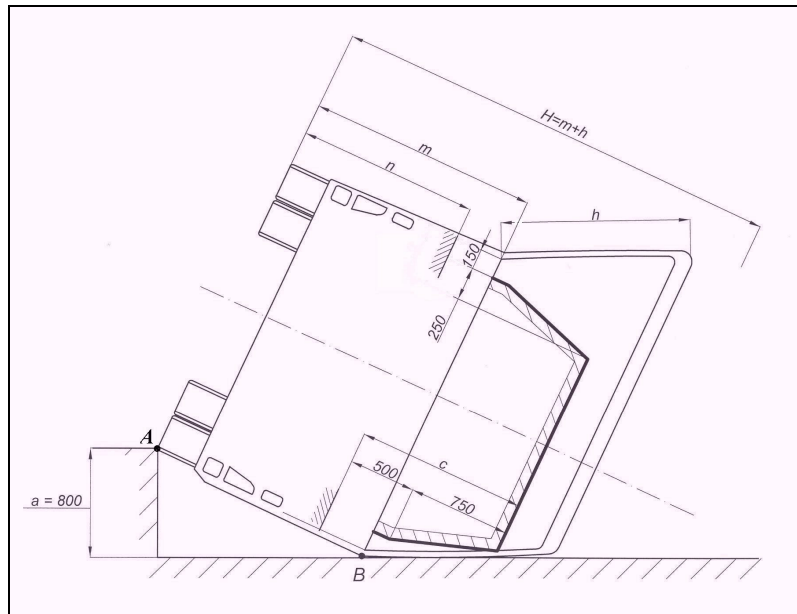
A gyártó szempontjából az ilyen típusú vázborítóvizsgálat nagy előnye, hogy lényeges költségmegtakarítást jelent a komplett busz borítóvizsgálatához képest, mert nem csak a kábelezést és a hajtáslánc kiépítését takarítja meg, hanem a felépítményt visszabontva a sértetlen alváz és futómű felhasználható egy komplett (az esetleges módosításokkal javított kivitelű) minősített autóbusz építéséhez. Gyártói költségben nem több mint egy rövidített vázmodell megtervezésének és összeállításának terhei, vizsgálati időtartamban és költségben viszont kevesebb a valós vázmodell kísérletekhez viszonyítva.



M4.22 ábra

Számítógépes kiértékeléssel kapott rajzok a G1 (1 jelű) és G2 (2 jelű) keresztmetszetekben mért deformációkról

M4.4 A mellöv felülés elkerülésének kritériuma



M4.23 ábra

A legalább 3000 mm magasságú buszok esetében fennáll a mellövön felütközés veszélye

Már az IK 365-ös vizsgálatokor 1986-ban felmerült, hogy a magaspadlós távolsági buszok esetében előfordulhat, hogy a talajtérés után az oldaloszlopokon a padlóív fölött vagy az ablakövnél olyan helyen alakul ki képlékeny csukló, hogy a busz alsó része egész egyszerűen feltámaszkodik a talajon és a vázszerkezet felső részének további deformációját megakadályozza. Az ilyen **(B)** képlékeny csukló képződés fölöslegessé teszi a borítóvizsgálat végrehajtását, a túlélési tér ugyanis ilyen esetben nem sérül. [S5] Az **M3.8 pont** (Egy kis mechanika) levezetése szerint az **M4.23 ábra** szerinti **(A)** talppont –általános kialakítású buszok esetén- gyakorlatilag éppen elemelkedik az állványtól, amikor a tetőél leér a talajra. Azzal a megfontolással, hogy az **A** és **B** pontok az oldalfal síkjába esnek, a túlélési tér alsó pontjának talajtól mért magassága (**n**), a kialakult képlékeny csukló talajtól mért magassága (**m**) között a következő összefüggés adódik a „felülés” esetén is érvényes megfelelésre:

$$n \leq m - 1250 + \frac{1}{2} \sqrt{m^2 - 800^2}$$

Ebben az esetben hipotetikusan feltételezhető, hogy még nem megfelelő gyenge felépítmény esetén is kielégíti a busz a követelményeket. Ez a veszély elsősorban a 3300 mm-nél magasabb buszok esetén áll fenn.

M4.5 Egyéb buszváz borítások

Voltak egyéb nem minősítő vizsgálatunk is, amikor más jellegű feladathoz kapcsolódóan, nem kifejezetten tetőszilárdság vizsgálati célra előkészített buszokat borítottunk. Ilyen kísérleteket mutat be a következő két alpont.

M4.5.1 Kompozit busz kísérleti borítása

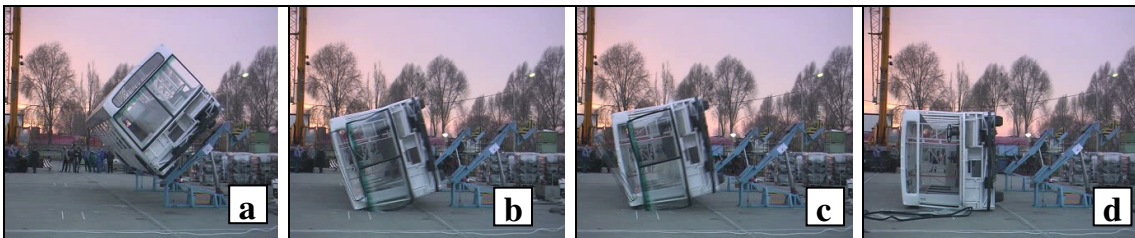


M4.24 ábra

12 m-es üres kompozit (műanyag) busz borítóvizsgálatának képei

A gyakorlatilag csak vázszerkezetében elkészített (USA előírás szerint statikus tetőterhelésre vizsgált) 4,1 tonna összsúlyú műanyag autóbusz kísérleti borítóvizsgálatánál a teljesen rugalmas energiaelnyelés, maradó deformáció nélküli viselkedés mellett a **M4.24.d ábrán** látható, jól észlelhető, mintegy 210 mm-es rugalmas visszapattanás volt emlékezetes.

M4.5.2 Alacsonypadlós, acélvázaz városi busz kísérleti vizsgálata



M4.25 ábra

12 m-es üres, rozsdamentes acélból készült városi autóbusz borítóvizsgálatának képei

Az 5 tonna tömegű, nem készre szerelt rozsdamentes acélból készült városi autóbusz borítóvizsgálati kísérleténél szintén tapasztalható volt egy mintegy 70 mm nagyságú rugalmas visszapattanás (**M4.25.c ábra**)



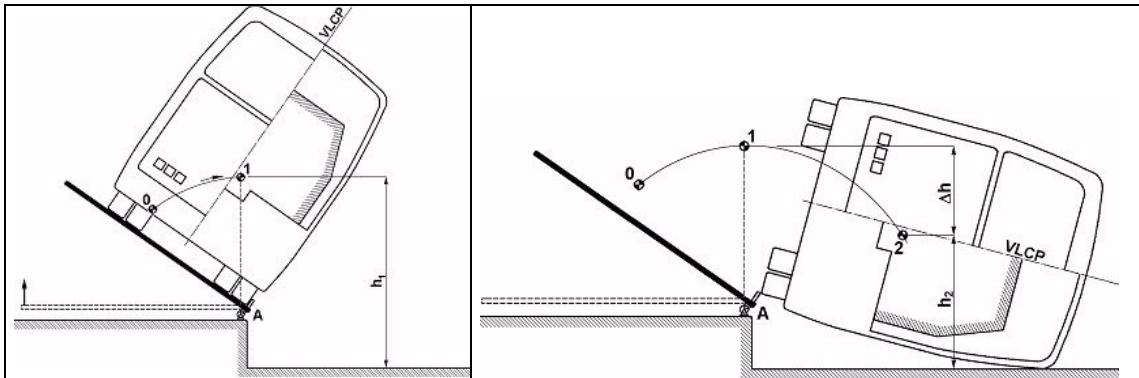
M4.26 ábra

A M4.24 ábra d) jelű és a M4.25 ábra c) jelű felvételének nagyított képei a rugalmas visszapattanásról

Ezek a vizsgálatok –és a bemutatott vizsgálatokról készült deformáció mérések, ld. **M4.12** és **M4.22 ábrák**-, azt mutatták meg, hogy milyen jelentős a borítóvizsgálatoknál is a vázszerkezet rugalmas deformációjából származó energiaelnyelés, és erre befolyással bír az ütközőfelület tulajdonsága is.

M4.6 EGB 66.01 számú módosított előírás 2005 novemberétől

Az EGB 66. számú előírás revíziós felülvizsgálata, amely a 01 számú módosításokat tartalmazza, 2005 november 9-én lépett érvénybe a 22 főnél több utast befogadó egyszintes buszokra vonatkozóan. Az eredeti vizsgálati alapelrendezés nem változott meg. (**M4.27 ábra**)

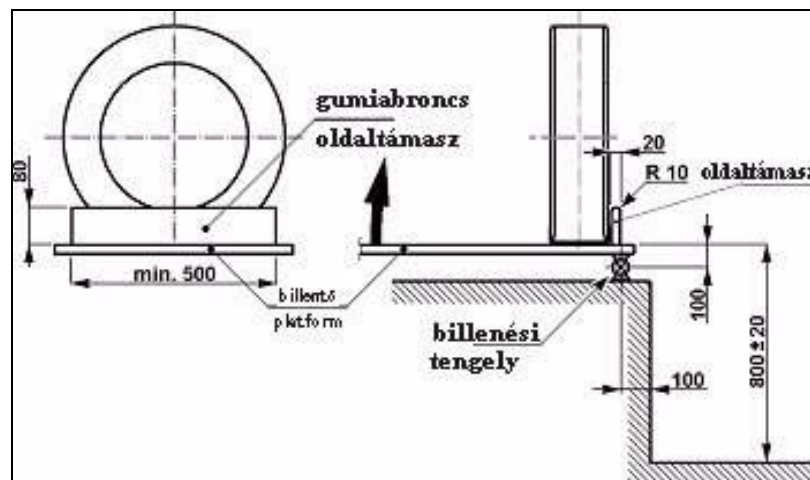


M4.27 ábra

Az EGB 66.01 számú előírás szerinti standard tetőszilárdság vizsgálati elrendezése

A vizsgálati elrendezést pontosította és gyakorlatilag a mi AUTÓKUT-ban használt borítóművünk paramétereit felhasználva (!) előírta az autóbusz kerekeinek oldalkitámasztását. A módosított előírás 1.4.1 pontja szerint az oldalkitámasztás

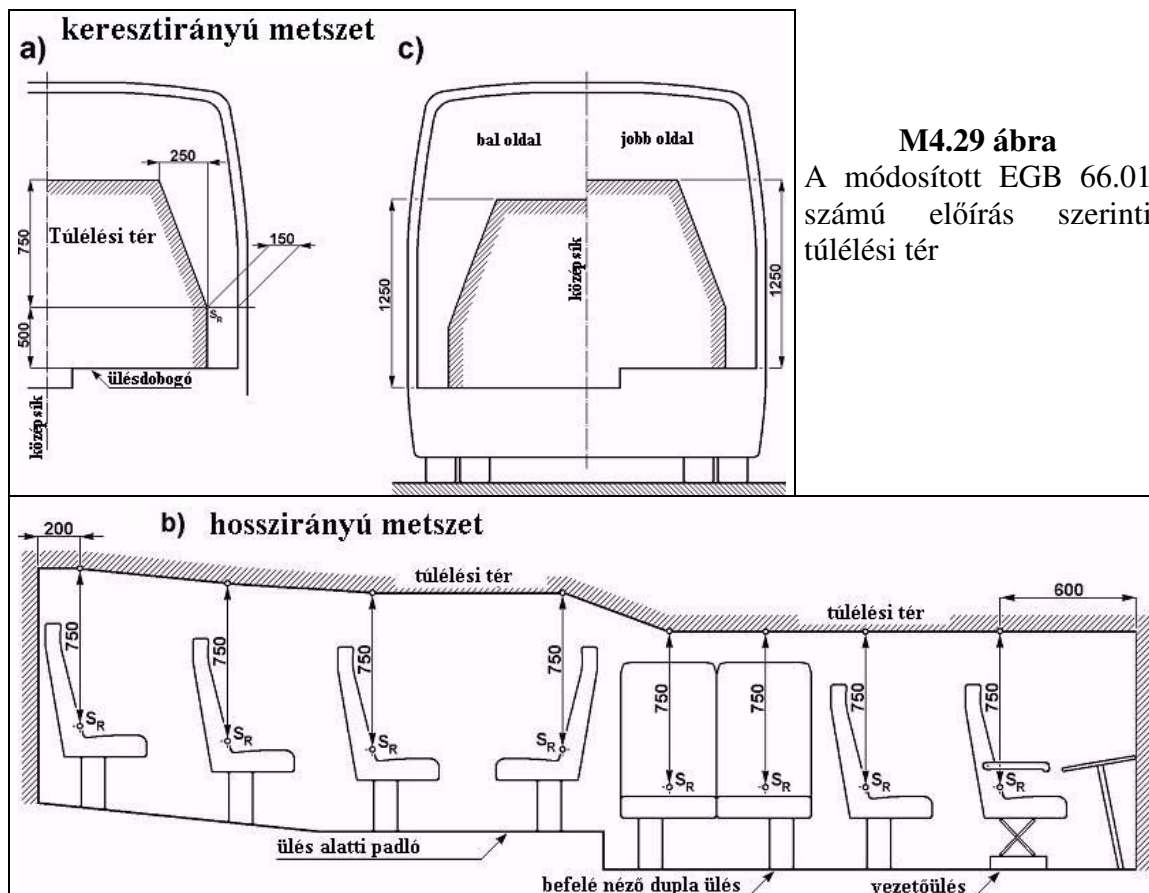
magassága	80 mm
szélessége	20 mm
élrádusza	10 mm
hossza	500 mm (minimum) legyen;



M4.28 ábra

Az EGB 66.01 számú előírás módosítás pontosította a borítómű kerékkitámasztását, gyakorlatilag az AUTÓKUT által használt megoldás alapján

Ugyanakkor korábbi javaslatunknak megfelelően törölte a lehetséges vizsgálati módzatok közül az ingás vizsgálati lehetőséget, mint reprodukálhatatlan és ellentmondó eredményekre vezető módszert.¹⁷



M4.29 ábra

A módosított EGB 66.01 számú előírás szerinti túlélési tér

A M4.29 ábra szerinti módosított túlélési tér szinte pontosan megegyezik az 1986-ban megfogalmazott túlélési tér definíciójával (ld. 3.2 ábra), pontosítás csak hosszirányban, az utolsó utasülés és a vezetőülés környezetében történt.

Az előírás módosításának leglényegesebb eleme azonban az, hogy a borítóvizsgálatok (komplett vagy szegmens vizsgálatok) végzésekor az elnyelendő energiára egy új elnevezést vezettek be, az un. „teljes effektív energia” elnevezést és jelölést, és ezt az energiát nem az autóbusz üres, menetkész tömegéből kell számítanunk, hanem biztonsági övekkel felszerelt ülések esetén az üres tömeget meg kell növelni a bekötött utasok 68 kg-os tömegének felével (34 kg-mal). Az előírás 6. fejezet (6-1) összefüggésének elnyelendő energia képletében az M üres jármű tömeg helyére az un. teljes effektív tömeg (M_t) kerül.

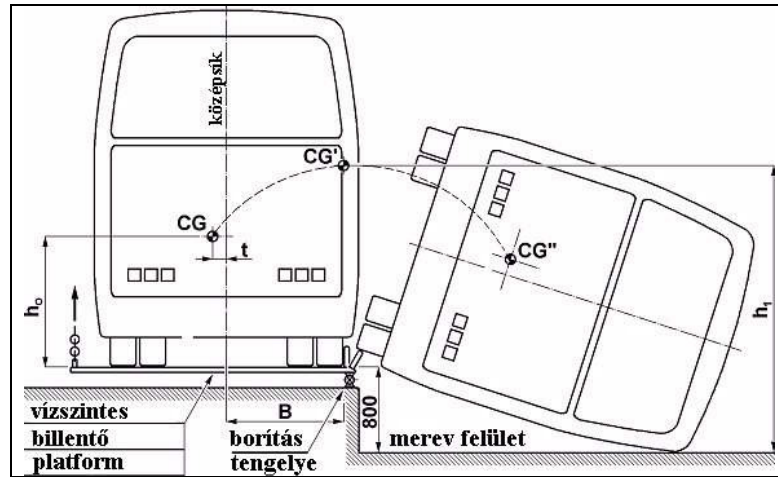
$$M_t = M_k + k \cdot M_m, \text{ ahol}$$

M_k – üres, menetkész tömeg,

M_m – utasok tömege (68 kg/utas)

$$k = 0.5$$

¹⁷ E/ECE/324- E/ECE/TRANS/505 (Add. 65/Rev.1): Regulation No. 66, 22 February 2006, <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs41-60.html>



M4.30 ábra

Az EGB 66.01 számú módosított előírás alapelrendezése

Így a módosítás szerinti ún. referencia energia a teljes effektív tömeg figyelembevételével és a **M4.30 ábra** jelöléseivel:

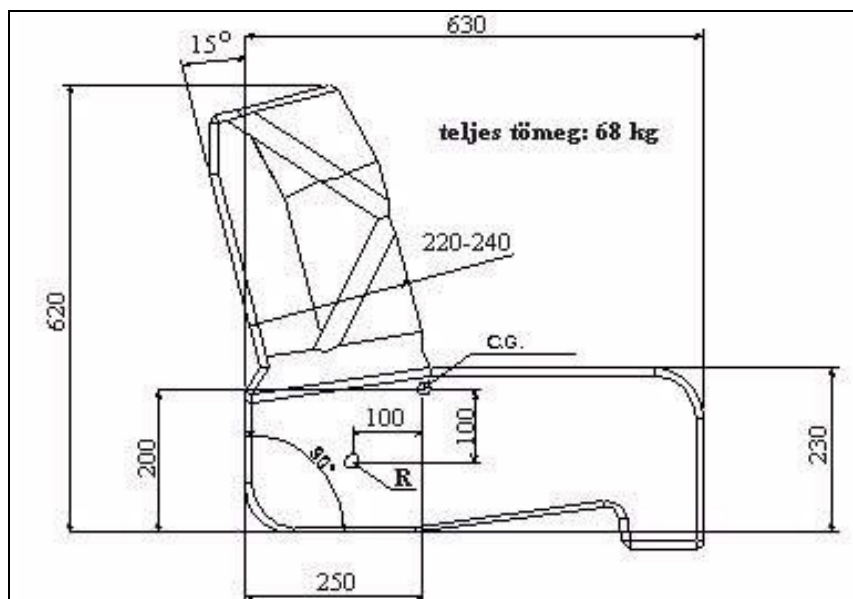
$$E_R = M_t \cdot g \cdot h_l = M_t \cdot g \left[0.8 + \sqrt{h_0^2 + (B \pm t)^2} \right]$$

ahol

- h_0 = a teljes effektív tömegű jármű súlypontjának magassága m-ben;
- t = a jármű súlypontjának távolsága keresztirányban a középsíktól;
- B = a borítóvizsgálati berendezés billenési tengelyének távolsága a középsíktól m-ben kifejezve;
- h_l = a jármű súlypontjának távolsága m-ben a talajtól a borítás instabil pozíciójában mérve.

A módosítás a biztonsági övekkel szerelt üléseket tartalmazó buszok esetén az utasterhelés elhelyezését úgy szabályozza, hogy azok súlypontjának az ülések „R” pontjához képest 100 mm-rel előre és attól 100 mm-rel magasabban kell lennie.

A módosítás furcsasága, hogy a gyártó kívánsága szerint az utasterhelés lehet 50%-os ill. nagyobb tömegű, 100%-os „felsúlyozás” is, utóbbi esetben a **M4.31 ábrán** látható 68 kg tömegű torzókat kell bekötni a biztonsági övekkel az ülésekbe ballasztként. (Az előírás alapján a 100%-os utastömeg = 68 kg.)



M4.31 ábra

A 68 kg-os utasterhelés geometriai kialakítása

mellkas szélesség:
 ≈315-322 mm
 derékszélesség:
 ≈290-310 mm
 csípőszélesség:
 ≈325-342 mm

Ez azt jelenti, hogy az előírás készítői nem akartak abban állást foglalni, hogy a bekötött utastömeg hány százaléka vesz részt a jármű deformációs munkájában boruláskor. (Megj.: a megrendelő vállalatok és a vizsgáló intézetek többsége nagy valószínűséggel a kisebb terhelést jelentő 50%-os terheléssel, vagyis 34 kg-os utasterheléssel akarják és fogják a vizsgálatokat elvégez(tet)ni.)

Ilyen terheléssel az első, módosított előírás szerinti vizsgálatra már 2006-ban sorkerült a JÁFI-AUTÓKUT-ban.

M4.7 A módosított EGB 66.01 számú előírás szerinti első borítóvizsgálat /⁸

2006 nyarán került sor az első teljes effektív tömeggel végrehajtott komplett borítóvizsgálatra az AUTÓKUT szakmai jogutódjának tekinthető JÁFI-AUTÓKUT-ban. Egy 8220 mm hosszú, MB O818 alvázra épített, szlovén autóbuszgyár által tervezett felépítménnyel ellátott jármű volt a vizsgálat tárgya. A plusz 34 kg-os terhelésekkel a vizsgálati tömeg 5442 kg volt. Az ülőpárnákat leszerelve 25 kg tömegű JAFI súlyokat erősítettünk az ülésvázakra (**M4.34-35 ábra**). A plusz 34 kg-os tömegek súlypontjának helyzete az előírtaknak megfelelően az ülés H pontjától előre és felfelé 100-100 mm-re volt. A túlélési tér határát jelző keretek és az oldalfal deformációt mérő úradók helyét a **M4.31 ábra** mutatja.

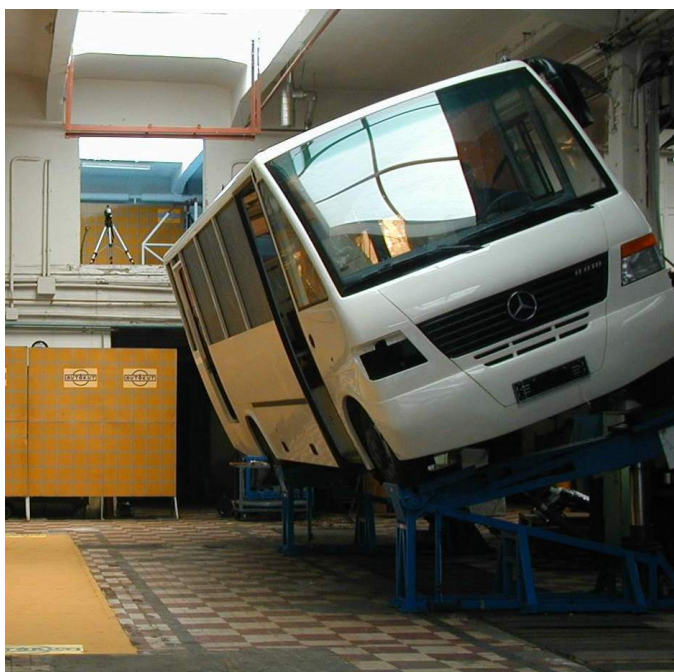
⁸ Test Report on the roof strength of the intercity bus built upon the MB O818D type chassis in accordance with the ECE 66 regulation, JÁFI-AUTÓKUT Test Report No.: AV-106a/2006 (2006), written by: Vincze-Pap Sándor

A mért deformációk és azok távolsága a túlélési tértől a következők voltak:

Beépített keretek az MB O818 alvázban	Tetőél deformáció (mm)	Deformálódott oldaloszlop felső / alsó sarokpontjának távolsága a túlélési tértől (mm)	
G1 (mellső keret)	156	304	141
G2 (hátsó)	51	366	147

M4.5 táblázat

MB O818 alváz autóbusz tetőél deformációi és a tetőél távolsága a túlélési tértől



M4.32 ábra

Az MB O818 autóbusz borítóvizsgálati alapelrendezése



M4.33 ábra

A túlélési tér határvonalát jelző hátsó keret a hátsó ajtó második ajtóoszlopának síkjában, valamint a 34 kg tömegű helyettesítő súlyok és egy az ülésbe bekötött próbabábu



M4.34 ábra

Az elmozdulás mérésre (áttétellel) használt Hottinger elmozdulás mérő padlószinti lefogása és a mellő túlélési határkeret



M4.35 ábra

A 34 kg tömegű helyettesítő súlyok geometriai pozíciója és felerősítése



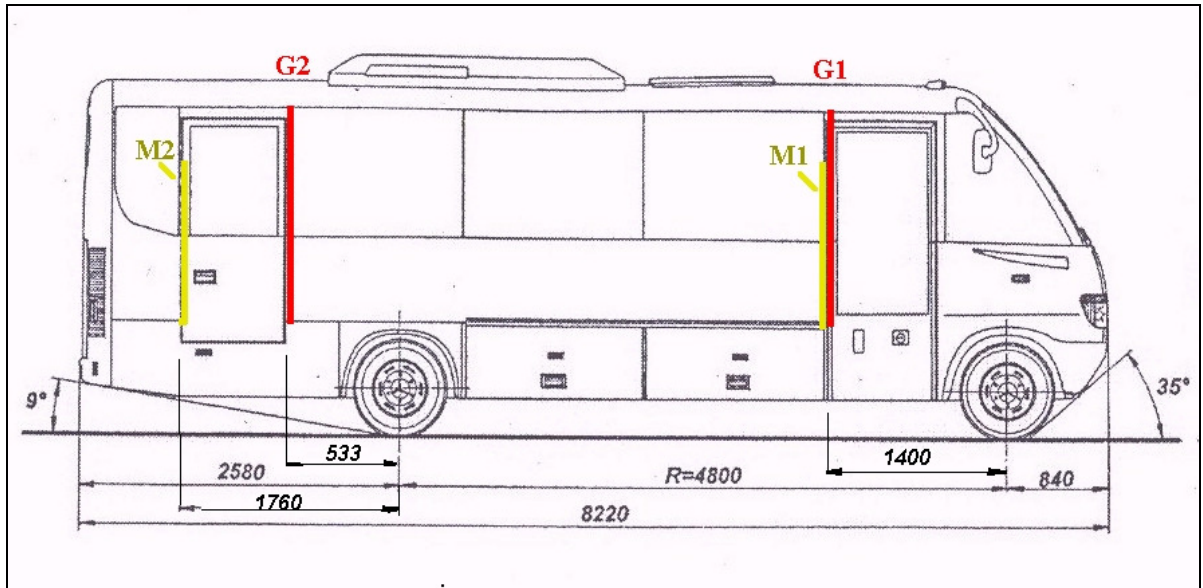
M4.36 ábra

Mellső nézet a vizsgálat után



M4.37 ábra

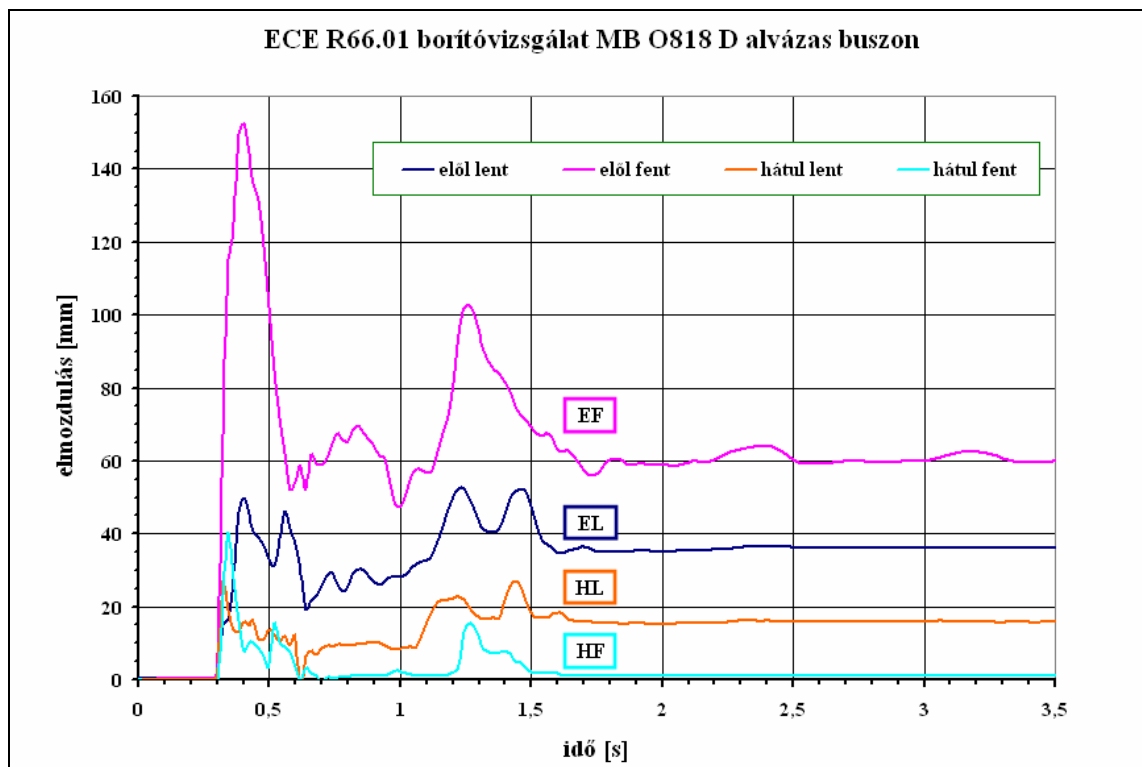
Hátsó nézet a vizsgálat után;
(a maradó deformációk csekélyek)



M4.38 ábra

Az elmozdulás mérők (G) és a túlélési teret határoló sárga jelzőkeretek (M) pozíciója (mindkettőből 2-2 db volt behelyezve)

A vizsgálatnál itt is figyelemreméltó, hogy a normál mértékű képlékeny alakváltozáshoz mellett jelentős rugalmas deformációja is volt a buszváznak, elől 92 mm és hátul pedig 38 mm volt a tetőélnél mért rugalmas deformáció. (M4.39 ábra)



M4.39 ábra

A beépített elmozdulás mérők által rögzített elmozdulás függvények

==== ... =====