

# BRT

## Bus Rapid Transit a jövő közösségi közlekedésének alternatívája

### Doktori Értekezés

*Szerző:* **Balvin Nándor,**  
formatervező

*Témahirdető:* **Simon Károly,**  
Ferenczy Noémi-Díjas formatervező, egyetemi tanár

*Konzulens:* **Habuda Pál,**  
mérnök, NABI Gyártó és Kereskedelmi Kft. főkonstruktőre



## Mottó:

„A huszadik század jellemzően az urbanizáció százada volt. Világszerte megfordult a falusi és a városi lakosság aránya, és a városok gyakran nem kívánt mértékben felgyorsuló növekedésnek indultak... Három kulcsfontosságú kérdéssel kell foglalkozni: a mobilitással, a fenntarthatósággal és az identitással. **A mobilitás jövője a felszíni közlekedés. Nem várhatnak egész generációk egy metróvonal elkészülésére, miközben két év alatt egész hálózatokat lehet kiépíteni a felszínen...**”

*(Jaime Lerner, braziliai Parana tartomány volt kormányzója, és Curitiba polgármestere)*



## Tartalomjegyzék:

Extract:.....	5	Összegzés, konklúzió:.....	104
Bevezető:.....	7	Köszönet nyilvánítás:.....	112
Az első BRT:.....	10	Témához kapcsolódó saját publikációk jegyzéke:.....	114
Egy jövőben történő BRT fejlesztés kilátásai:.....	18	Előadások a doktori iskola három éve alatt:.....	116
A Los Angeles-i Orange Line:.....	25	Források jegyzéke:.....	118
Autóbuszok Magyarországról:.....	35	Képek forrásának jegyzéke:.....	122
Az első műanyag buszok:.....	53	Tézisek:.....	126
Kaposvári kompozit autóbuszok:.....	60	Abstract of the Thesis:.....	128
Autóbuszok passzív biztonsága:.....	84	Szakmai önéletrajz:.....	130
Mestermunka tervezésének követelmény specifikációi:.....	98	Főbb munkák kronológiája:.....	132



## EXTRACT:

A XXI. sz.-i elővárosi tömegközlekedési szerveződések optimális alternatívájaként létrejött BRT vizsgálata a hatékonyság, a pénzügyi megtérülés, a biztonság és az egyedi design kialakítása szempontjából.

### Az elemzés célkitűzései:

1. Az elővárosi Bus Rapid Transit utasforgalmat bonyolító szisztéma kialakulásának története.
2. A Los Angeles-i Orange Line viszonylat kialakulása.
3. Egy jövőbeni BRT tervezésének, telepítésének pénzügyi paraméterei.
4. Az Orange Line vonalon teljesítő NABI 60 BRT típusú jármű, tervezési, kivitelezési körülményei.
5. A SCRIMP eljárással készített kompozit autóbusz gyártási technológiája.
6. Autóbuszok passzív biztonsága, járműbiztonságot szavatoló vizsgálatok.
7. BRT rendszerbe illeszthető új kompozit jármű formatervének ismertetése.

The examination of the BRT that came to existence as an optimal alternative of suburban public transport organizations in the 21st century from the point of view of efficiency, the financial return, safety and the forming of the unique design.

### The objectives of the analysis:

1. The story of the development of the Suburban Bus Rapid system complicating passenger traffic.
2. The development of the LA Orange Line relation.
3. The financial parameters of the planning and setting up of a BRT in the future.
4. The planning and implementation circumstances of NABI 60 BRT type vehicle performing on Orange Line.
5. The production technology of the composite coach prepared with SCRIMP procedure.
6. The passive safety of coaches, examination vouching for vehicle safety.
7. Outlining of the form plan of a new composite vehicle which can be joined to the BRT system.





## Bevezető:

A mértékadó *U.S. Census Bureau*<sup>1</sup> 2010. január 4-én közölt adatai szerint, földünk lakosságának összlétszáma 6.794.238.722 fő volt. Ez a szám percenként mintegy 4,2 lélekszámmal gyarapszik. A növekedés folyamatos, ugyanakkor több éves periódusokat figyelembe véve a népesedés folyamata százalékosan lassuló tendenciát mutat. Feltehető, hogy 2050 környékén a stagnálás időszaka fog bekövetkezni, vagyis ugyanannyi ember fog születni, mint amennyi elhalálozni. Ekkor az össznépeség valószínű el fogja érni a 9 milliárd főt. Az ENSZ, *Department of Economic and Social Affairs*<sup>2</sup> hivatala szerint, jelenleg az összlakosság fele városokban koncentrálódik. Természetesen a népesség lakhely szerinti megoszlása kultúránként, földrészenként változik. Példának okáért: Ázsia lakosságának 41 százaléka, míg Afrika lakosságának csupán 39 százaléka választja lakhelyéül a városokat. A világ gazdaságilag legfejlettebb országainak populációja 70 százalékban már jelenleg is város lakó. A városok lélekszámának gyarapodása folyamatos. Egy évtized múlva a vidéken élők létszámának erőteljes fogyat-

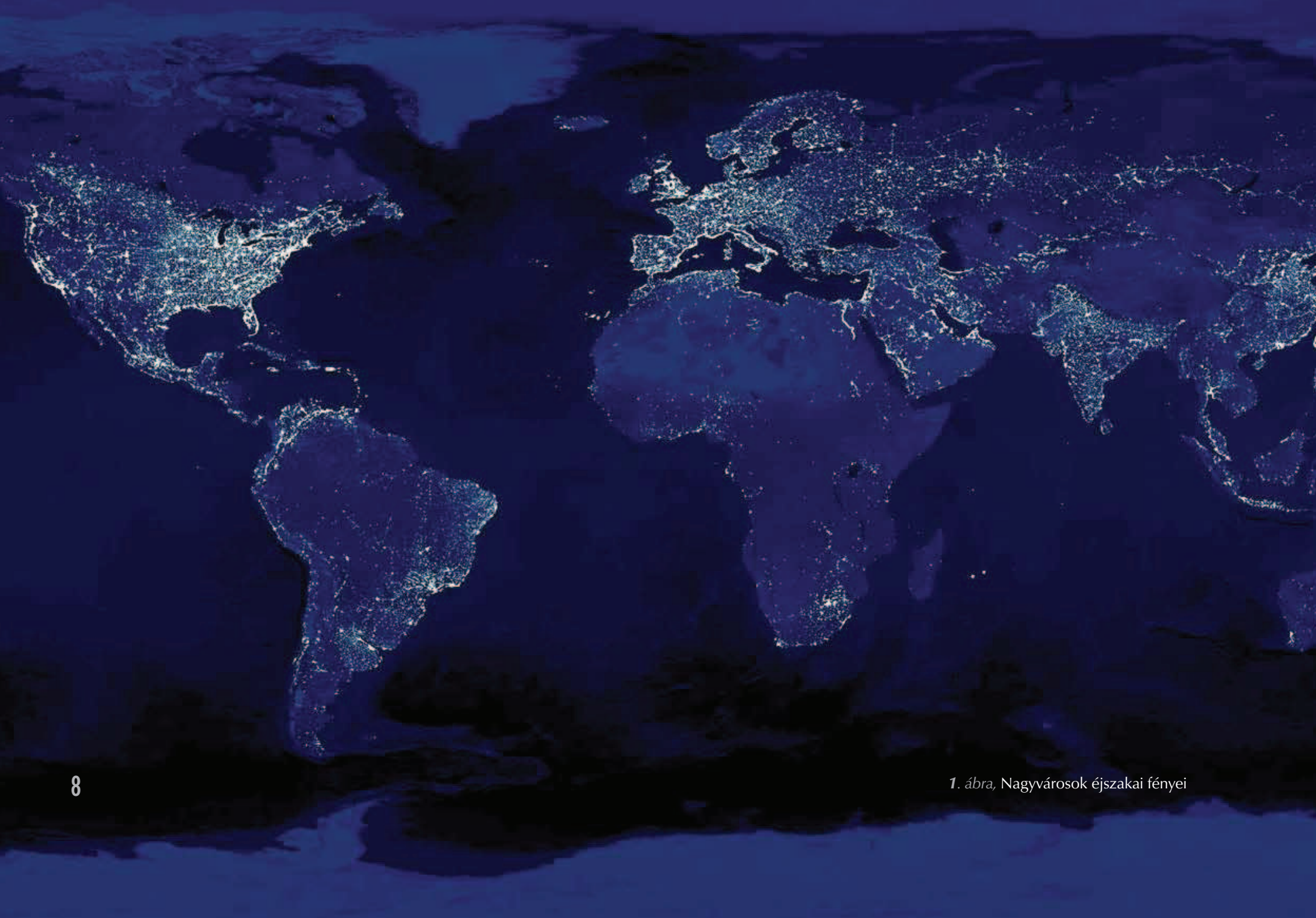
kozása jósolható, minden lélekszám növekedést magukba fognak integrálni a városok. A prognosztizált jövőkép számos megoldandó problémát vet fel, többek közt a véges biokapacitással rendelkező Föld eltartó képességének kérdését. Becslések szerint a 9 milliárd ember szükségleteinek kielégítésére három föld-méretű bolygóra lenne szükség. Rendkívüli kérdés a megnövekedett lélekszám élelmezése, ivóvízzel történő ellátása, kellő mennyiségű energia biztosítása, egészségügye, közbiztonsága,...stb. A számos megoldandó problémák egyike az óriásira duzzadó városi lakosság mobilizálása, közlekedése, a mindennapi munkahelyre jutás biztosítása. A jövőbeni forgalom lebonyolításában még mindig számottevő tényezőként fog szerepet játszani a személygépkocsi, de a tömegközlekedés fejlesztése kiemelt jelentőséggel bír majd.

E tanulmány a tömegközlekedés egyetlen szegmensével az elővárosi vonalak jelenleg működő alternatíváival foglalkozik. Bemutatja a legegyszerűbben telepíthető, ugyanakkor a leghamarabb megtérülő megoldások egyikét a *BRT-t*.<sup>3</sup> A téma aktualitását támasztja alá, hogy a

1: Az USA Törvényhozás Gazdasági Hivatalának része, mely kutatja és közzéteszi a világ valamennyi országának népesedési és gazdasági adatait.

2: Az ENSZ Gazdasági és Szociális Bizottsága, melynek fő feladata a világ gazdaságilag elmaradott régióinak felzárkóztatása.

3: Bus Rapid Transit: kötött-pályás közösségi közlekedés szisztémája alapján szervezett közlekedési forma, de autóbusszokkal történik az utasforgalom bonyolítása.



világ nagyvárosaiban lezajlott dezurbanizációs folyamatok eredményeként, a városi lakosság preurbánus érába történt migrációja következtében az agglomerációk övezetének lélekszáma jelentősen felduzzadt. A megnövekedett létszám ingáztatása a perem területek és a város centruma közt, jelentős terhet ró egy adott város vezetésére. A munkahelyek gyors megközelítését szolgáló, jó megoldás helyes kiválasztása minden esetben az adott terület gazdasági potenciáljának jelentős fellendülését eredményezi. Természetesen nem mellékes az adott utazó célközönség elégedettségi szintjének emelése sem. A BRT viszonylatok jelentőségének világméretű térhódítását jelzi, hogy a New York-i székhelyű ITDP,<sup>4</sup> Kína harmadik legnagyobb városát, Guangzhou-t<sup>5</sup> jutalmazta idén a Sustainable Transport Award<sup>6</sup> elnevezésű kitüntető címmel. A város az elismerést a 22,5 km hosszú nyomvonalon létrehozott korszerű, Ázsia legjelentősebb BRT vizolatának telepítése révén érdemelte ki. Figyelemre méltó és elgondolkodtató az ITDP, BRT-t preferáló döntése, mivel előző évben ugyanezt a díjat az indiai Ahmedabad városa kapta meg, ugyancsak BRT pálya létesítéséért. Az események jelzik, és előre vetítik, hogy a buszok még sokáig jelentős szerepet fognak játszani a jövő közösségi közlekedésében.

A ma már több mint harminc éves múlttal rendelkező BRT, számos földrészen működik eredményesen. A rendszer létrejöttét nem előzték meg hosszas tervezések, a szisztéma elindulásához a szűkös, korlátozott gazdasági lehetőségek közt egy innovatív ötlet adta meg a kezdő lökést. Az egyszerű, de ésszerű megoldási javaslat hamar összetett szisztémává nőtte ki magát és mára szilárdan beágyazódott a közösségi közlekedés választható alternatívái közé.

4.: Szállítási, Fejlesztéspolitikai Intézet, mely kutatja az új városi közlekedési rendszereket, eredményeikkel segítik a városok döntéshozóit. Céljuk: üvegházhatás káros következményeinek minimalizálása a városok fejlődésének segítése, szegénység megszüntetése.

5.: Korábbi neve: Canton.

6.: Az ITDP által évente kiadott, Fenntartható Közlekedés Díj.

## Az első BRT

7.: American Public Transportation Association, egy nonprofit szervezet, mely a közösségi közlekedés fejlesztése érdekében fejti ki tevékenységét. Tagjai számára érdekképviseletet biztosít, valamint tájékoztat az aktuális közlekedéssel kapcsolatos innovációkról és információkról.

8.: 1988-ban létrejött szervezet, mely a nemzetközi trendekkel összhangban szabályozza és szervezi Porto Alegre szállítási és közlekedési feladatait.

9.: Light Rail Vehicle: elővárosi tranzit forgalmat bonyolító kötöttpályás, vasúti közlekedési szisztéma.

„ – A Bus Rapid Transit, egy harmonikusan rendezett és rugalmas csomagja a szolgáltatásnak” – jelentette ki Alice H. Kang és Roderick B. Diaz tervezési menedzserek az APTA<sup>7</sup> 2000 vasút konferencián tartott módszertani előadásukban. Bemutatták, hogyan jött létre ez a tömegközlekedési szállítási rendszer, 1979-ben a brazil Porto Alegre-ben. A Public Enterprise of Transportation and Circulation (EPTC)<sup>8</sup> tervezte meg a város új vonalának beruházását. Természetesen minden fejlődésnek induló nagyváros elővárosi forgalmának bővítésekor, először kötöttpályás, vasúti hálózatban gondolkodik, mivel telepítésének költsége kevesebb mint egy metró rendszerű földalatti pálya létrehozása, de drágább mint egy tradicionális autóbusz vonalhálózat beruházása. Porto Alegre-ben az elképzelt LRV<sup>9</sup> beruházási munkálatok tervezési stádiumában kiderült, hogy a rendelkezésre álló finansziális források szűkösek és közel sem fedik le egy új elővárosi kötöttpályás vonal létrehozásának költségeit. Ekkor született meg az ötlet, hogy hozzanak létre, egy a vasút szisztémáján alapuló, de a hagyományos buszközlekedési

rendszert magában foglaló új tömegközlekedési eszközt. A viszonylatokat buszjáratokkal fednék le, de működtetést egy vasút szintű kiszolgálási környezetbe helyeznék. Az ötlet elképesztette a döntéshozó testületet minden tagját. Rövid hezitálás után a beruházás számszaki adatainak ismertetését követően azonnal megszületett a döntés. Az elképzelések hamarosan konkrét dokumentációvá váltak, a város vezetése jóváhagyta a kivitelezést, így a beruházás hamar megvalósult. Porto Alegre-ben nevesítették először az új rendszert Bus Rapid Transitnak és mára ezt a megkülönböztető elnevezést használják az egész világon hasonló szisztémájú hálózatok megjelöléseként. Az akkori újítási ötlet mára igazolta létrejöttének jogosultságát. A viszonylag alacsony költségvetéssel létrehozott szolgáltatás nem azt jelentette, hogy egy mesterségesen amortizált LRV-t állítottak üzembe, hanem azt, hogy egy addig sehol sem ismert új, korszerű rendszer állt a tömegközlekedés szolgálatába. Az új szállítási szisztéma hamar elfogadottá vált, és minősége a felhasználók vevőelégedettségi szintjével rövid időn belül mérhető volt.

## A Porto Alegre-i vonal tervezésének alappillérei a következők voltak:

1. Speciális autóbuszok üzembe helyezése.
2. Magasabb peronok alkalmazásával könnyítsék a be-, és kiszállást a terminálokra és az állomásokon.
3. Olyan elektronikus irányítórendszer alkalmazása, amely növeli az utas biztonságot és redukálja a menetidőtartamot.
4. Elektronikus viteldíjfizetés lehetővé tétele.
5. Járat prioritást biztosító elektronikus berendezések alkalmazása.

Porto Alegre a beruházással növelte szolgáltatásainak minőségét a piac és a felhasználói igényeknek megfelelően. Természetesen az új rendszer elfogadtatása és üzembe helyezése nem ütközött akadályokba, hiszen könnyű olyan helyen telepíteni új szolgáltatást, ahol annak előtte egyáltalán nem volt tömegközlekedési vonal.

## Részletes definíció

Mára a BRT rendkívüli átalakuláson ment keresztül A Porto Alegre-i Viszonylatok minőségileg teljesen új dimenzióba léptek. A fejlődést részben a brazil gazdaság potenciáljának erősödése, részben a BRT utasok közti sikere és nem utolsósorban a fenntartás gazdaságossága indukálta. A fejlesztési lehetőségeiből adódóan mind máig rugalmasan korszerűsödik. A fejlesztésekkor a legkorszerűbb komponenseket építik be a rendszerbe. Példának okáért, 2011. decemberében debütál Porto Alegre-ben a Volvo által fej-

lesztett új, kimondottan BRT vonalra kialakított autóbusz. A világ számos pontján létrehozott és működő BRT vonalak alapszisztemének mintájául szolgált a Porto Alegre-i viszonylat. A kiinduló brazil szisztéma mára számos technikai és újítással egészült ki. Vizsgáljuk meg milyen egy mai, korszerű BRT technológiájának öt fő összetevője.

### 1. Szállítás

A BRT rendszerének legfontosabb összetevője amely meghatározza a szolgáltatás gyorsaságát, utas kényelmét és felhasználó baráti tulajdonságát. A szállítási technológia minőségét az alkalmazott jármű műszaki tartalma határozza meg. Számos autóbusz típus választható, amelyek a meghajtásukat tekintve lehetnek: dízel, alternatív, elektromos vagy hibrid erőforrásúak. Hosszméretük szerint alkalmazhatunk: 30-40 ft<sup>10</sup> egy szekrényes, illetve 60-80 ft hosszúságú egy-, vagy kétcsuklós járműveket.

### 2. Útvonal

Az útvonal határozza meg merre haladhatnak a járművek. A haladás hatékonyságát nagymértékben növelni tudjuk, ha az útvonal teljes hosszában jármű prioritást biztosítunk. TPS (Transit Priority System)<sup>11</sup> rendszert alkalmazunk. Ez az elektronikus forgalomirányító műszaki megoldás biztosítja, hogy az autóbusz a kereszteződéseken áthaladva mindenkor elsőbbséget élvezzen. A hatékonyságjavítás csúcsa a gyémántvonal, ahol minden más közlekedési eszköz számára korlátozott, vagy tiltott az út használata. Ezek az elkülönített utak tudják biztosítani a magasabb fokozatú alkalmazást. Főbb

10,: 1ft (1 láb=30,48 cm)

11,: Autóbusz homlokfal alá szerelt jeladó (Transponder) és a viszonylat aszfaltjába ágyazott vevő (Loop sensor) segítségével működtetett jármű elsőbbséget biztosító rendszer.

11; Automated Traffic Surveillance and Control System (ATSAC) egy számítógép alapú forgalomirányító rendszer, amely a kihelyezett utcai szenzorok alapján küld információkat egy központi forgalomirányító diszpécser központba. A kapcsolódó program segítségével szabályozzák a csomópontok zsillipelését a forgalomirányító lámpák jelzéseivel. A rendszer hatékonyságát először az 1984-es Los Angeles-i Olimpia ideje alatti forgalomszervezésben mutatta be.

kereszteződésekben felüljáró vagy aluljáró közbeiktatása ajánlott. Az út azonban lehet teljes hosszában megemelt.

### 3. Vezérlő rendszer

Meghatározza merre és mikor mehetnek a járművek. Az irányító rendszer funkcionálisan két irányban osztott. Részben a forgalmat irányítja, másrészt az utazóközönség felé küld információkat. A forgalomirányító rendszer, ATSAC<sup>11</sup> küld jelzést és engedélyezi az autóbuszvezetők részére az indulás pillanatát, pontossága segíti a járat megbízhatóságát az előrehaladás következetességét.

### 4. Utas gyűjtő rendszer

A megemelt peronok segítik a könnyű és gyors beszállást az autóbuszokba, ezzel csökkentik a járművek állomáson töltött inaktív idejét, ami hatékony módszere a

### 5. Utas információ

A rendszer limitált információt nyújt real-time szolgáltatásban. Az utas folyamatosan érzékeli saját helyzetét a mozgó járművön. Hiánya kritikus akadályt jelentene a vonalat használóknak, mivel a tájékozódás nehézsége nagyon bonyolulttá tenné az utazást. Ez az egyszerű felhasználói csatolófelület az utasok felé összetett információk átadását teszi lehetővé. Az információs jelzés tájékoztatja az

utasokat, hogy mikor melyik járművel utazhatnak, valamint útbaigazító információkkal szolgál, jelzi az átszállási lehetőségeket más vonalakra. Az információs rendszer bluetooth-on keresztül jelzést küld a vonalat igénybevevő utas mobiltelefonjára és tájékoztatást ad a soron következő jármű beérkezéséről az állomásra. Ez a fajta média kommunikációs kapcsolódási lehetőség, nagyban hozzájárul egy közlekedési vállalat hatékony marketing munkájához.

Hogy egy közlekedési vállalat viszonylat hálózata zavartalanul és jól jövedelmezően működjön számtalan szolgáltatásnak kell egyszerre összhangban dolgoznia. Ezek közül hat kiemelten fontos.

#### 1. Viszonylatok felépítése

Lényeges eleme a BRT szolgáltatás tervezésének. Meghatározza, hogy térben milyen területek közt teremtünk kapcsolatot.

#### 2. Szolgáltatás gyakorisága

Meghatározza, hogy milyen gyakran közlekedjenek a járatok. Kíváncsi vagyok, hogy a hagyományos szisztémában működő más buszjáratokhoz képest a várakozási idő lényegesen rövidebb legyen. A sűrűbb járatindítás célja az utas bizalomvesztés elkerülése.



2. ábra, Curitiba BRT terminálja



3. ábra, Curitiba BRT terminálja és az emelt padlójú autóbuszok



4. ábra, Curitiba BRT termináljának mozgássérülteket segítő liftje.



### 3. Megálló kiosztása

Kijelöli az utazóközönség hozzáférését a járatokhoz. BRT esetében tipikus, hogy a megálló távolsága nagyobb egy normál autóbusz viszonylatnál alkalmazott kiosztási közöknél. Természetesen nagyobb a menetsebesség és rövidebb az állomáson tartózkodás.

### 4. Szolgáltatás időbeli kiterjesztése

Meghatározza, hogy a nap mely periódusában milyen járatindítási sűrűséggel kell a BRT-nek működni. A rendszer folyamatosan rögzíti a nap minden szakában a járatokat igénybevevők számát. A beérkezett adatok ismeretében ritkítják, vagy sűrítik az induló autóbuszok számát.

### 5. Hálózat felépítés

Kialakítja a BRT járat rendszerének struktúráját, egy nagyváros térbeli kapcsolódási pontjainak viszonyát.

### 6. Kapcsolódás más közlekedési vállalatokhoz

Meghatározza, hogy az utasok hogyan érhetik el céljukat, egy kiindulási és egy célpont közti utazást egyszerűsíti és gyorsítja.

A tömegközlekedés fejlődésének történetét ha végignézzük és az átalakulás folyamatát elemezzük, igazolódni

látjuk, hogy a BRT rendszer szükségszerűen jött létre. Az iránta megmutató igény azonban olyan vállalati stratégia alkalmazását követeli meg amely biztosítja a fejlődéséhez szükséges utas megtartó képességét. Azonban nem elég csupán elérni a felszállók állandósuló számát, hanem olyan működési stratégiát kell választani amely bizonyosan utas elégedettséggel párosul. Ez pedig csak az utas kényelem állandó fokozásával érhető el. A BRT ez irányú marketingjét három alapelem határozza meg.

#### 1. Biztonság

A BRT rendszere több biztonsági megoldást alkalmaz mint egy hagyományos autóbusz hálózat. Szolgáltatása ezáltal összetettebb, de megbízhatóbb. A rendszerben speciálisan a BRT részére tervezett csökkentett zajszintű járművek<sup>12</sup> közlekednek, amelyeket alacsony káros anyag emissziójú motorokkal szerelnek fel. A biztonságot nagymértékben növeli a járatprioritás, valamint a BRT-nél alkalmazott útminőség, amely a közlekedési balesetek számának csökkentését segíti.

#### 2. Információs stratégia

Ez csak fejlett informatikai háttérrel oldható meg. A real-time információs rendszer hatékonysága nem kérdőjelezhető meg. A korszerű utas tájékoztató kiegészítve a jól áttekinthető, logikusan felépített térképekkel az utasok kényelmét szolgálják.

<sup>12</sup>; Federal Transit Administration Noise Impact Criteria (Szövetségi Közlekedési Hatóság Zajhatás Kritériumai-ban meghatározott zajszint mérési paraméter limitek betartására vonatkozó utasítások.)

### 3. Építészet és design

13; Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority 100.000 Dollár költségvetésű jelenleg is működő projectje. A pályázati úton érkező művekről egy három fős grémium dönt és tesz javaslatot azok kivitelezéséről és kihelyezéséről.

Az elővárosi vasutak épületei innovatív és reprezentatív design hordozói. A BRT szintén alkalmazza ezt az arcultati megjelenést. A terminálok és várók közelítenek az LRV-nél megszokott építészeti megoldásokhoz. Gyakran jelennek meg a high-tech építészeti stílus jegyei. A különböző vonalakat előszeretettel jelölik egyedi színekkel amelyek egyedi formavilágú, specifikus információs jelekkel egészítenek ki.

A dekorativitás fokozását a BRT üzemeltetői rugalmasan kezelik. Erre jó példa amikor az Orange Line vezetői felkérték tizenöt kaliforniai képzőművészt, hogy alkotásaikkal segítsék az állomások egyedi megjelenését és terveikkel emeljék szolgáltatásuk színvonalát.<sup>13</sup> A művészi alkotások célterületeként kijelölték a fedett váró járófelületének mozaikját, valamint egy az úttestre merőleges de a járda felületére épített tárolót amely alkalmas kétdimenziós munkák befogadására. A művek elkészültek és ha valaki végállomástól végállomásig utazik egy komplett képzőművészeti kiállítás részese lehet.



5. ábra, LA Orange Line megállóinak képzőművészeti alkotásai

## Egy jövőben történő BRT fejlesztés kilátásai

14.: Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991

15.: The Transportation Equity Act for the 21st Century 1998

16.: Jacksonville Transportation Authority

A BRT vonalak elterjedésük kezdetén elsősorban a fejlődő országok részéről élveztek megkülönböztetett figyelmet. Mára ez a kép jelentősen változott a viszonylatot manapság a gazdaságilag legfejlettebb országok döntéshozói is előszeretettel preferálják. Az Amerikai Egyesült Államok közlekedési hatóságainak részéről is megmutatkozik ez a fajta nyitás, ugyanis a kormányzat azoknak az indítványoknak, melyek vasúti, kötöttpályás vonalak telepítését célozzák meg, 75 százalékát utasították el az ezredforduló óta. Napjainkban több mint 150 projekt létezik BRT vonalak telepítésére az USA-ban, ezek egy része tervezési, de számos vonal már kivitelezési fázisban tart. Az Amerikai Egyesült Államok közlekedés, közösségi közlekedés terén rendkívül előrelátó politikát igyekszik folytatni. Az ISTEА,<sup>14</sup> valamint a TEА 21<sup>15</sup> nevű törvényekben, lefektette a XXI. század első harminc évére vonatkozó elképzeléseit a közlekedés fejlesztésére vonatkozóan. A törvények megalkotása után az amerikai közlekedési vállalatok számára megnyílt a lehetőség nagy összegű állami támogatások lehívására, melynek eredményeként,

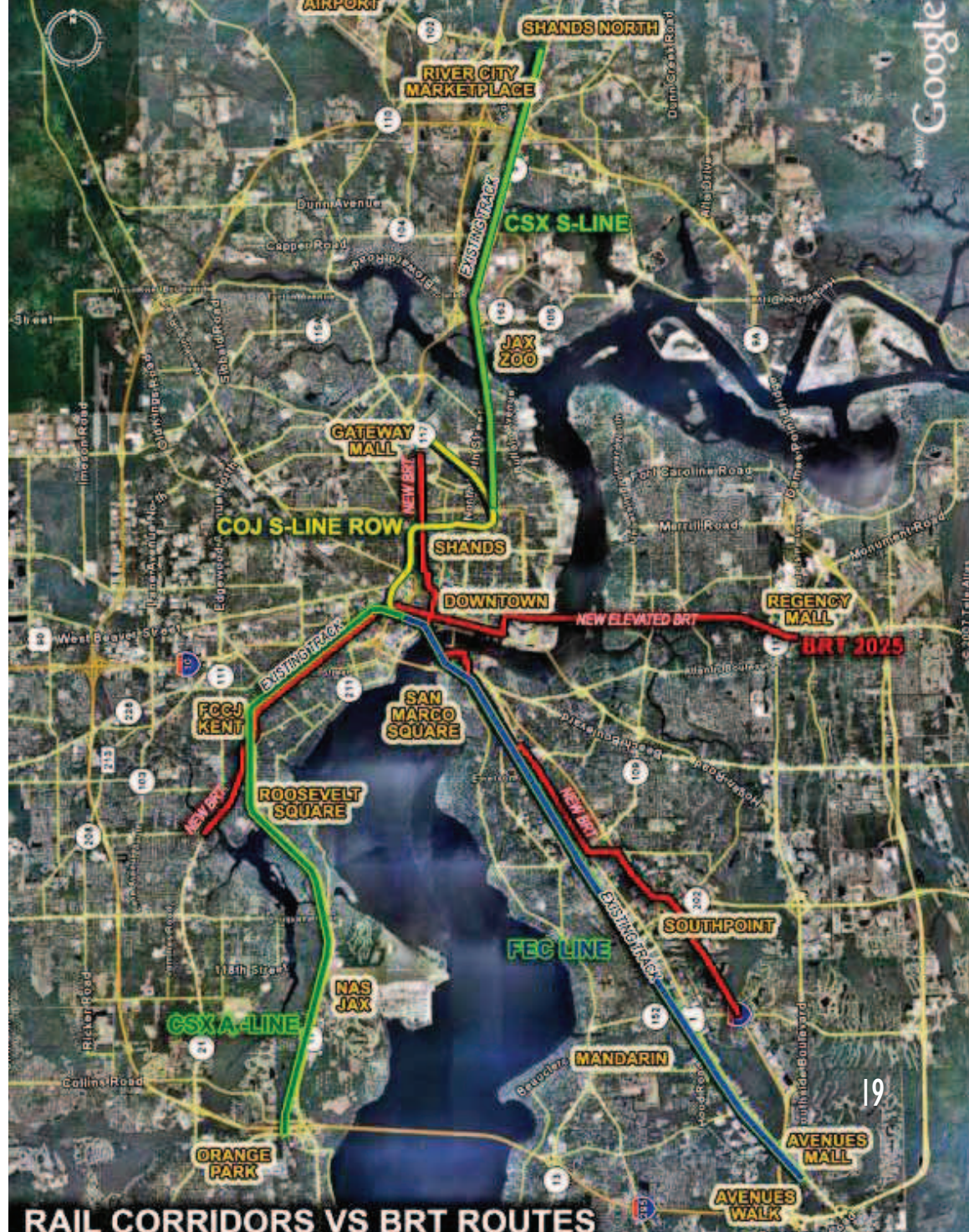
a fejlesztések minden korábbi mértéket meghaladóan, lendületet kaptak. Természetesen egy viszonylag korszerű közlekedési infrastruktúrával rendelkező amerikai nagyváros döntéshozóit nagy dilemma elé állítja a probléma, ha a meglévő tömegközlekedési rendszert szükségszerűen korszerűsíteni, fejleszteni szükséges. Hasonló feladat számos nagyváros vezetésének asztalán fekszik megoldásért kiáltva. Ezek közül egy példa a következő.

Florida állam Jacksonville városának közlekedési hatósága (JTA)<sup>16</sup> átfogó regionális közlekedési reformra készül. A már-már végletekig zsúfolt és közúti forgalomtól túlterhelt város számára kíván megnyugtató közlekedési fejlesztéseket végrehajtani. Természetesen a város vezetése is és a közlekedési hivatal egyaránt pontos elképzelésekkel rendelkeznek az átszervezésekről és a tömegközlekedés új viszonylatainak telepítéséről. Mára az ehhez szükséges bázisstervek elkészültek és mindenki számára hozzáférhetőek. Az elképzelések komplex kivitelezésének

előírányzott céldátumaként a 2025-ös évet jelölték meg. A távoli befejezési időpont két tényezőt sejtet. Érzékelteti a feladat bonyolultságát, jelesül egy város történelme során kialakult forgalmi rendjének megváltoztatása hatalmas vállalkozás és felelősségteljes kihívás. Másrészt jelzi a vállalkozás kivitelezésének rendkívüli finansziális terheit. A beruházás idejének hosszú intervalluma lehetőséget nyújt a vezetők számára, hogy igazolják a meglévő terv valóban a legjobb elképzelés, és számot tudjanak adni a project csillagászati költségeinek minden egyes elköltött centjének jogosultságáról. A fejlesztések szükségszerűségét senki nem kérdőjelezi meg, de az üggyel foglalkozó és rendelkezésre álló fórumok lapjain olvasható vélemények érzékeltetik a város hatóságainak és polgárainak hatalmas dilemmáját. A bizonytalanságukat aziránt, hogy milyen műszaki tartalommal töltsék fel az elképzelt nyomvonalakat.

Jelenleg a város üzleti negyede a peremkerületek felől leginkább vasúton közelíthető meg. Ezt a forgalmat részben ingázó vonatok (Commuter Rail), illetve elővárosi vasutak (Light Rail Vehicle) segítségével bonyolítják. Az ingázó vonatok nagyteljesítményű, dízel erőforrású, kötőtpályás vasúti szerelvények. Az LRV szintén kötőtpályás, de felső vezetékes, elektromos erőforrású személyszállító vonatok. A Commuter Rail az LRV-hez képest nagyobb sebességű, viszonylatán ritkább kiosztású megállókat alkalmaznak. A külvárosból három irányból haladnak nyomvonalaik a centrum felé aközponti metszéspontjuk belefut az öreg S-

6. ábra, Florida állam Jacksonville városának tervezett BRT viszonylatai



17.; 23 államban működő szállítási vállalat.

18.; Florida East Cost Railway 351 mérföld hosszúságú áruszállító vasúti rendszeren működő vállalat.

19.; Norfolk Southern Company 22 államban működő szállítási vállalat. Ipari termékek, bányászott nyersanyagok szállításával foglalkozik.

Line-nak nevezet kanyargós LRV vonalába. A külterületekről bejövő három vonal a CSX<sup>17</sup> a FEC<sup>18</sup> és a Norfolk-Southern.<sup>19</sup> Nevezett vonalak átszervezésére, kiegészítésére számos elképzelés született már.

A tervezetek közül talán a legmerészebb, hogy az egyik magánkézben lévő vasutat vásárolja meg a város, szüntessék meg, helyén pedig létesítsenek zöldövezeti vonalat, amely rekreációs területként funkcionálna a továbbiakban a sétáló közönség a sportolni vágyók és kerékpárosok nagy öröme. Az elképzelés sokakban pozitív visszhangra talált, azonban a tervre a jelenlegi tulajdonos csupán annyit mondott: „- Nem!” A Florida East Cost Railway (FEC) természetesen hamar tisztázta a kérdéses felvetést és kijelentette, hogy nem áll szándékában eladni a vonalat, Azonban ha valaki használni szeretné, mint szolgalmi utat szívesen bérbé adja. A jelenleg is leterhelt vasúti közlekedés újabb neuralgikus ponttal gyarapodott, miután a Jax Port-nál bejelentették a teherszállítás bővítését amelyet a délről érkező CSX vonalon kívánnak lebonyolítani. Így a növekvő teherforgalom a jövőben kizárja a személyforgalom bővítésének lehetőségét ebből az irányból. Nyilvánvalóvá vált, hogy a jelenlegi vasúti rendszer lehetőségein jóval túlmutató megoldásra van szükség.

Ha Jacksonvillében (talán bárhol az Amerikai Egyesült Államokban) e probléma remélt megoldásaként a közvélemény kutatás eszközéhez nyúlnánk, majd feltennénk a kérdést:

– Ön milyen terv megvalósulásával orvosolná a jelenlegi közlekedési káoszt? Valószínű a legtöbben a vasútfejlesztést választanák. Részben emocionális okokból, hiszen ki ne gondolna vissza némi nosztalgiával gyermekora ked-

venc játékára? Másrészt a döntés oka a mélyen megbúvó tradicionális gyökerekben érhető tetten. A vonat mindig megkülönböztetett és jelentős szerepet játszott Amerika történelmében. Természetesen a vasút nem volt minden esetben a legjobb választás. A JTA (Jacksonville Transportation Authority) jelenleg sem tett le a meglévő vasútvonalak fejlesztésével kapcsolatos elképzeléseiről, sőt közlekedés innovációs terveiben figyelembe veszi az LRT-t az ingázó vonatot, és a villamost is amelyek együttesen alapját képezik a hosszú távú, összetett szállítási rendszer jövőbeni kiépítésének.

„- Én látom az ingázó vonatot ahogy az utasok Palatkából, Green Cove-ból és Orange Parkból utaznak a városba minden harmincadik, vagy hatvanadik percben. Aztán az emberek éjszaka érkeznek vissza otthonaikba. Mi a BRT gyors forgalmú autóbusz rendszert alkalmaznák az ingázó vonat kiegészítéseként, amit beintegrálnánk a meglévő rendszerbe.” – jelentette ki Ed Castellini a JTA mérnök tanácsadója, majd létrehozták a fejlesztés bázisát.

A várost kelet-nyugati és észak-déli irányban szelnék négyfelé gyorsforgalmi buszpályák új nyomvonalai. A keleti irányból a centrumba tartó viszonylat különlegessége, hogy a vonal a szakasz teljes hosszában emeltpályán futna. Ezt a megoldást az elképzelt pálya szintjének jelenlegi beépítettsége teszi indokolttá. A város közlekedési hatósága a terv döntés előkészítési szakaszában adatokat gyűjtött egy már működő BRT szisztémáról. A vizsgálat tárgya: Amerika második legnagyobb városában Los Angelesben üzemeltetett BRT vonal volt. A választást az indokolta, hogy közel azonos hosszban működtet Los



## Why BRT is the Better Choice for Jacksonville



*New Bus Rapid Transit vehicles could one day be operating as the BRT system is developed.*

If you ask people whether they would rather ride a bus or a train – most would probably choose a train. There has long been a fascination and a certain romance in this country for trains. Trains are part of the fabric of America. As children, we grew up playing with trains. But when it comes to public transportation, however, trains may not always be the best choice. Case in point – Jacksonville.

As the Jacksonville Transportation Authority embarks on its plan to implement bus rapid transit (or BRT) as part of its overall Regional Transportation System, many are wondering – why not rail? Plain and simple, they want their trains. It's a fair question. But JTA has not abandoned the idea of trains. In fact, JTA is currently considering commuter rail, light rail, and even electric streetcars as part of its long-range, multi-modal transportation system.

The idea is to use rail as a complement to bus rapid transit. To better understand each system, how they work and why one may be better suited than another in particular situations, let's examine what each system does.

Commuter rail is a predominantly diesel-powered system that typically transports commuters between suburban "bedroom" communities into the urban business district (think of a passenger-only train picking up people in Palatka, Green Cove Springs, Orange Park and the Westside

Light rail (commonly referred to as LRT), however, runs on overhead electric power and generally transports passengers within an urban environment. LRT runs at slower speeds and typically has more stops than does commuter rail.

Bus rapid transit (BRT) often runs on exclusive lanes on major arteries, avoiding typical traffic congestion found on regular bus service or traveling in your own personal vehicle. It is flexible, however, not locked into one set of tracks. BRT can also utilize

	BRT	LRT
<b>Total Capital Cost</b>	<b>\$388 - \$557 Million</b>	<b>\$974 Million - \$1.1 Billion</b>
<b>Cost Per Mile</b>	<b>\$11 - \$16 Million</b>	<b>\$22 - \$32 Million</b>
<b>Projected Daily Riders by Year 2020 (Weekday)</b>	<b>32,000 - 36,000</b>	<b>36,000 - 46,000</b>

and dropping them at a downtown location where they would walk, trolley or Skyway to work or school). The stops are generally no closer than one mile apart to allow the train to get up-to-speed. Having stops any closer would significantly slow the train, defeating its purpose.

Intelligent Transportation Systems such as queue jumping and signal priority to gain ground ahead of regular congestion.

So which is better? Each system has its own merits and serves its own specific purpose. In Jacksonville, however, it is believed that

7. ábra, Jacksonville-i Közlekedési Hivatal  
cikke a BRT előnyeiről

Angeles két vonalat az egyik egy BRT járat a másik egy LRT vasút. Los Angeles 2003-ban nyitotta meg új LRT vonalát amelyet Gold-Line-nak neveznek, majd 2005-ben állította munkába az Orange-line nevű BRT rendszerű gyorsforgalmi autóbusz járatát. Vonalhosszúsága mindkettőnek körülbelül 14 mérföld, mindkét viszonylat 13 megállóval rendelkezik, hozzávetőlegesen 1 mérföld távolságra egymástól. Mindkettő azonos szinten épült. Az Orange Line-t és a Gold-Line-t egyaránt a külváros középosztály övezetében állították forgalomba. Az üzemeltetés közel azonos paramétereiből adódik a tökéletes összehasonlítás lehetősége LRT kontra BRT között.

A BRT beruházási költsége 349 millió dollár volt, ami a pálya 1 mérföldjére vetítve 25 millió dollár önköltséget jelent. Az LRT beruházása a fenti összegnek több mint kétszeresét emésztette fel. Összköltsége 859 millió dollárt tett ki a beruházás befejezésekor. Ez az összeg mérföldenkénti 61 millió dollár önköltséget jelent. Mindkét vonal utas száma dinamikusan növekszik, azonban a BRT járatok és LRT járatok eltérő befogadóképességéből adódó felszállók számának összehasonlítása helyett célszerűbb egybevetni a következőt: a beruházások összköltsége és a járatindítás óta eltelt idő alatti összes utas számának hányadosát.

Mindkét forgalmi szisztéma esetén elvégezték a számításokat, ami meglepő eredményt hozott. A BRT vonal beruházásának az egy utasra kivetített összege: 54 cent, míg az LRT viszonylat beruházási összköltségének egy utasra jutó összege: 1,08 dollár. Jacksonville-ben

a tervezett számok szintén a BRT előnyét igazolják. Az LRV járat napi utas mennyisége 41.000 fő, szemben a BRT napi 34.000 főjével. Tény, hogy ezek a tervezett adatok az LRT jobb kihasználtságát vetítik előre, azonban a beruházás önköltségi adatainak összehasonlítása azt mutatja, hogy a BRT vonal létrehozása gazdaságosabb ügylet lenne. A 34 mérföldes BRT viszonylat létesítésének összköltsége várhatóan 388 és 577 millió dollár között lesz, ami egy mérföldre kivetítve 11 és 16 millió dollár közötti összeget tesz ki. Ha az LRT beruházását valósítanák meg az körülbelül 977 millió és 1,1 milliárd dollár közötti költséggel tehetnék csak meg. Egy mérföld vasúti pálya így 28 millió dollárba kerülne.

A fenti összehasonlító elemzés után gondolja a JTA és többé-kevésbé a Szövetségi Szállítási Hivatal minden tagja, hogy Jacksonville számára a legjobb megoldás a BRT beruházása lenne. Az új közlekedés fejlesztési elképzelések közzétételének tartalma megosztja a várost. Mindennaposak a polémák a különböző internetes fórumokon. A két tábor éles szópárbajba kezdett, elsősorban a zöldek táborába tartozó polgárok aggódnak a zaj és a növekvő kipuffogó gáz szennyezése miatt. Tiltakozásuk jeléül egy filmet készítettek amelyben igyekeznek a gyorsforgalmú autóbuszokat pejoratív, degradáló színben feltüntetni. A filmben egy rögzített kamera előtt autóbuszok suhannak el, közben idézetek jelennek meg, hol BRT-t támogatók, hol BRT-t ellenzők szájába adva a szót.

„ – Ez egy életképes alternatíva” – mondja Suvaya Temple a JTA-BRT beruházási menedzsere.



„ – Mi forró levegőt kapunk majd, kipuffogó gázt és mindenféle mást. Ez olyan veszélyes, keresztülhajtani a buszokat a városon, ami már mindennek a teteje” – jelenti ki Anna Field ékszerkereskedő.

„ – Ez egy vízió amely tíz év óta jól működik” – mondja Mike Miller a JTA igazgatója

„ – Ez gusztustalan, ez nem szennyezés bizonygatják, de a levegő a kipuffogó gáztól lesz koszos és mindezt az utcáról ránk öntik” – jelenti ki Phillip Roundtree ruházati kereskedő.

A vita nem csak a lakosság és a hivatal közt zajlik a polgárok egymás közt is megosztottak. Természetesen van aki üdvözi a beruházásokat, csak a tervezett nyomvonal kialakításával szemben élnek kifogással. A dilemma jelenleg is tart, mára még nem eldöntött tény, hogy az LRV és a BRT Jacksonville-i szimbiózisa valaha is létrejöhet-e?

„– Megnéztük az összes adatot és érezzük, hogy a BRT a legjobb választás Jacksonville számára. De azt szintén tudjuk, hogy egy kizárólagos közlekedési szisztémában

nem bízunk. Nekünk egy multimodális közlekedést kell fenntartanunk. Mi abban bízunk, hogy látjuk majd a vasutat a folyami szállítást, villamost a Skyway-t amint szállítják az utasokat Északkelet-Floridában. Mindegyik módozat egy lehetőség. Mi az azonban amit nem szabad megengedni, hogy mint lehetőség bekövetkezzen? A várakozás a zsúfoltságban. A fejlesztés néhány területen túlságosan drága és nagyon nehéz elfogadtatni mindenkivel. Azonban ha egy kiegyensúlyozott, átfogó szállítási rendszert alkalmazunk, akkor Jacksonville felkészülhet a jövőre amiben az egyetlen jósolható realitás a súlyos forgalomnövekedés. A multimodális terv nélkül ez az idő hamar eljön, előbb mint gondolnánk” – mondta Scott Clem a JTA stratégiai tervező igazgatója.

A végső döntés kimenetelét illetően halvány hangsúlyeltolódás érezhető az FTA (United States Department of Transportation Federal Transit Administration) nyilatkozata után, amit a fejlesztéssel kapcsolatos állásfoglalásukban hoztak nyilvánosságra. Ebben kifejtik, hogy döntés előkészítésükben figyelembe veszik a beruházási árakat és az adott rendszer mozgékonyágát. Alapjában nem zárkoznak el, sőt egyetértenek a BRT Jacksonville-i alkalmazásával.



8. ábra, Los Angeles

## A Los Angeles-i Orange Line

Valamennyi BRT viszonylat beruházásának kezdésekor a döntéshozók, már létező rendszerekhez köthető eset-, és hatástanulmányok után indítják el tömegközlekedést korszerűsítő projectjüket. Így történt a Jacksonville-i fejlesztéseknél, de a Los Angeles-i Metro Orange Line tervezését is megelőzte egy már működő BRT alapos felmérése. Az LA Metro Brazíliában, Curitiba városának BRT viszonylatait világitotta át tanulmányában. Curitiba a brazil Parana állam fővárosa, méretét tekintve valójában nem összevethető Los Angeles-sel, mivel lakosainak száma csupán 1,5 millió fő. A működő viszonylat kiválasztásánál döntően az játszott szerepet, hogy Brazíliában mintegy húsz éve működtek már BRT vonalak. Az elemzés során az aktuális adatok beszerzésén túl, lehetőség nyílt annak felmérésére, hogy az elmúlt két évtized alatt, milyen átalakulások során jöttek létre a curitibai BRT jelenlegi közlekedési struktúrái.

Los Angeles az Amerikai Egyesült Államok második legnagyobb városa, amely a kontinens nyugati partján

fekszik. Lakosainak száma az agglomerációs övezeteket is számba véve, közel 17,5 millió fő. A dél-kaliforniai közlekedést meghatározó legnagyobb csomópont, ahol négy független autópálya találkozik. A reggeli munkakezdés időpontjában tízmillió személygépkocsi gördül a közutakra. A járművek LA területén naponta összességében mintegy 160 millió kilométert tesznek meg. Az utak a csúcsforgalmak idején a végletekig terheltek, a haladás ilyenkor az autópályákon is nehézkes. Tömegközlekedését is a zsúfoltság jellemzi. A város vezetése igyekszik megoldást találni, az olykor kaotikussá, és tarthatatlanná váló gyakori közlekedési dugókra. A los angelesi olimpia idején, a forgalom intenzitása a jelenleginek 95%-a volt.

A kisarányú csökkenés elegendő volt ahhoz, hogy az amúgy időnként megrekedő forgalom, folyamatossá váljon. A lakosság már sok esetben hangot adott elégedetlenségének, főleg a peremkerületi övezetben élők, tudni illik az önkormányzat a belváros ilyen irányú problémáinak megoldásában lényegesen nagyobb költségvetéssel



gazdálkodik. A tömegközlekedésben elszenvedett kényelmetlenségéért, civil szervezetek pert helyeztek kilátásba, szemben a város vezetésével, mivel véleményük szerint kevés ülőhelyet biztosítanak számukra a buszokon. A san fernando-völgyi lakosok nyomására a hatóságok megindították a pert, majd a bíróság helyben hagyta követelésüket. Az ítélet előírta a város vezetése számára a probléma megoldásául szolgáló kötelező fejlesztések végrehajtását. A város tulajdonában lévő Metro közlekedési vállalat 2003-ban kényszerű beruházásokba kezdett, amelynek célja, a belváros megközelítésének megkönnyítése a San Fernando Völgy felől. Ebből az irányból csak a Ventura Autópálya állt azok rendelkezésére, akik a völgyön át Hollywood-ba igyekeztek. A Metro terveiben Curitiba-i tapasztalatainak nyomán, egy új gyorsforgalmú BRT típusú, autóbusz nyomvonal kiépítését célozta meg. A terület igénybevételét illetően is ez volt a legkedvezőbb megoldás, hiszen a saját tulajdonában lévő, de már használaton kívüli vonat nyomvonalát kívánták hasznosítani.

Richard Hunt a Metro san fernando völgyi részlegének igazgatója a tervekkel kapcsolatosan a következőkkel érvelt:

„ - Az új vonal egyedülálló lesz abban, hogy méltó alternatívájává válik a Ventura Autópályának. Előreláthatólag a buszok 14 mérföld hosszú, 14 megállóval kiépített útvonalt harmincnégy perc alatt fogják megtenni.”

9. ábra, Los Angeles, San Fernando Völgy, Ventura Autópálya

Megindult az összehangolt tervezés, melynek során alapos vizsgálatok, és elemzések eredményeként a végleges nyomvonalat illetően döntés született. A kialakított útvonal érintette a területen található fontosabb közintézményeket, és a környék legnagyobb kereskedelmi aktivitását kifejező Warner Center-t. A viszonylat teljes hosszában 38 utcát keresztez, 34 ebből olyan, amely jármű forgalmat bonyolít, 4 pedig sétáló utcaként funkcionál. A vonal aszfaltja teljes hosszban gumírozott felülettel tervezettek, mely műszaki megoldás részben a járművek simább futását szolgálják, részben pedig az alacsonyabb zajszint elérését célozták meg. A környezet zajszennyezését a szükséges pontokon zajszigetelő falakkal telepítésével igyekeztek csökkenteni.

Az Orange Line 2005. októberében nyílt meg, de az üzemeltető azonnal kijelentette, hogy a fejlesztések a szükségleteknek megfelelően folyamatosak lesznek.

### **Az LA METRO a vonal kiépítésével a következő igénypontoknak kívántak eleget tenni:**

- A mobilitás fejlesztése a San Fernando Völgyben lakók részére.
- Az utazási idők csökkentése, minimalizálása.
- A Warner Center és a North Hollywood metro állomások összekapcsolása, így létrejöhet egy magas kapacitású gyors járat lehetősége a völgyből Los Angeles belvárosába.
- Lecsökkenti a vonallal párhuzamosan húzódó 101-es főút terheltségét és zsúfoltságát.
- Fejleszti a folyosó tranzit forgalmának áteresztő képességét.

### **Megállók:**

A tizennégy kilométerenkénti megálló telepítésénél figyelembe vették, hogy azok mindegyike közel essen valamely lakó-, illetve más közösségi tevékenységet biztosító területre. Valamennyi megálló rendelkezik fedett váró résszel, ahol a várakozók részére padok állnak rendelkezésre. A megállók aljzata Terazzo díszburkolattal ellátottak. Mindegyik megállót felszerelték olyan elektronikus display-ekkel amelyeken az utasok számára biztosítják a menetrenddel kapcsolatos információkat és az egyéb szükséges közlemények, reklámok közvetítését. Az állomások mindegyike rendelkezik világítással, biztonsági kamerával, nyilvános telefonnal. Minden megállóban több jegyváltó automata áll az utasok rendelkezésére, ahol mindenki egyirányú jegyet válthat. A jegyek ára 1.25 Dollár, a napi jegyek 3 Dollárba kerülnek, havi bérletek is itt válthatók. A viteldíjak megegyeznek a metró jegyek díjszabásával. Az állomásokon szembeötlő az üzemeltető kiemelt törekvése, a kerékpár és az autóbusz közlekedési eszkö-



zők szimbiózisának megteremtése. Minden megállóban található kerékpár tartó illetve zárható kerékpár tároló. A METRO a viszonylat mellé két irányban osztott kerékpár utat épített nyolc kilométer hosszan. A maradék hat kilométeren pedig kijelölt kerékpár utat létesítettek. Az Orange Line önálló automata, öntöző rendszerrel lett felszerelve, mely létesítmény biztosítja megállóknál illetve

a kerékpárút mentén kialakított díszkertek öntözéséhez szükséges vízellátást. A teljes vonalhossz mellett 6 P+R parkoló lett kialakítva mely ingyen gépkocsi tárolást kínál azoknak a személygépkocsival közlekedő utasoknak, akik igénybe szeretnék venni az Orange Line viszonylatot. Összesen 3800 személyautónak nyújtanak parkolási lehetőséget.





11. ábra, Orange Line jelenlegi működő, és jövőbeni tervezett útvonalának térképe

## Járművek:

Az orange Line forgalmát a North American Bus Industry budapesti gyárának, NABI 60 BRT típusú járművei biztosítják. A 60 láb hosszú, csuklós kiképzésű egyedileg épített járművek 60 főt képesek befogadni. A könnyű le- és felszállás biztosítása érdekében alacsony padlóval lettek kialakítva. Mindhárom ajtó 36" széles, mely lehetővé teszi a rokkant kocsival történő beszállást is. A mozgáskorlátozottak járműre jutását automata rámpa segíti. Valamennyi autóbusz fedélzetén real-time információt biztosító display-k mellett, video monitorok tájékoztatnak az aktuális infor

mációkról. Minden busz Wi-Fi-vel ellátott. A jármű belsejében zajló eseményeket, valamint a jármű forgalmi szituációit nyolc kamera rögzíti folyamatosan minden műszak alatt. A járművek útvonalának jelzése az LA Metro utas tájékoztató térképén oly módon lettek

12. ábra, Nabi 60 BRT





feltüntetve, hogy a vonalon utazók feltételezzék hasonló kényelmi szinttel fognak találkozni, mint bármely metro viszonylaton. Fontos volt, hogy a grafikai megjelenés a vonal azonos szintű integráltságát sugallják és jelezzék, hogy egy prémium színvonalú autóbuszos szolgáltatás áll rendelkezésükre. E cél érdekében a járművek a metró kötőpályás szerelvényeihez hasonlóan ezüst és szürke színekkel festettek. A buszok menetidő tartását a 38 kereszteződésen keresztül, jármű prioritást biztosító elektronika teszi lehetővé, így a kereszteződések közelítésekor valamennyi az autóbusz előtt áthaladni szándékozó jármű forgalomirányító jelzőlámpája pirosra vált.

Egy hónappal a nyitás után 2005. decemberében a kaliforniai CCIT elemezte az Orange Line hatását a reggeli csúcsforgalomra amelyből kiderült, hogy a csúcs kezdetét 11 perccel későbbre kitolta a San Fernando Völgy 101-es főútján keletkező torlódások miatti várakozások idejét, pedig 14%-al csökkentette. Az első évet követően üzemeltetési tapasztalatait az LA Metro összehasonlította a tulajdonában lévő Red Line viszonylat adataival. A Red Line 13,7 mérföld hosszú vonal amely a Red Union állomás és Pasadena közötti forgalmat bonyolítja. Az eredmény kimutatta, hogy 2006 júliusától szeptemberig a



13-14. ábra, METRO Orange Line avató ünnepsége



15. ábra, METRO Orange Line gumírozott útteste és a terminálok

Gold Line, járatonként 85 felszállást átlagolt óránként és 5,5 felszállást mérföldenként. Ezzel szemben az Orange Line 75 felszállót átlagolt óránként és 4,7 felszállót mérföldenként. Az eredményből első ránézésre a Red Line gazdaságosabb mivolta tűnik ki, azonban ha figyelembe vesszük, hogy kötött pályás viszonylat beruházási költségeit, nyilvánvalóvá válik, hogy az mintegy kétszeresét teszi ki az Orange Line beruházásának. A megtérülés gazdaságossága egyértelműen a buszos vonal javára billenti a mérleget. Az újonnan bevezetett vonal néhány „hiányosságára” hamar fény derült. A BRT prioritása néhány személygépkocsival közlekedő számára szokatlan forgalmi szituációt eredményezett. Több koccanásos baleset történt. Az LA Metro ennek megfelelően a balesetek elkerülése érdekében, korrekciókat hajtott végre a működtetett BRT forgalmi rendjében. A kereszteződésekben csökkentették a buszok 25 mph megengedett áthaladási sebességét 10 mph-ra. Új nagyobb méretű előjelző közúti jelzőtáblákat



16. ábra, METRO Orange Line kereszteződése

17. ábra, METRO Orange Line kerékpár útja

helyeztek ki valamennyi csomóponthoz. Az autóbuszokat figyelmeztető villogó fényjelző lámpákkal szerelték fel, valamint módosították az áthaladást tiltó forgalomirányító jelző készülékének vörös fényének időtartamát. Így a forgalomban lévő buszok részére hosszabb időintervallum áll rendelkezésre az áthaladáshoz. A viszonylat addigi 28,8 perces teljes menetideje a módosítások nyomán 41 percre változott, de a közúton közlekedők biztonsága elsődleges szempont volt az LA Metro számára. A BRT forgalom biztonságosságának fejlesztése érdekében vizsgálják, hogy miként tudnák megoldani a pályára időnként illegálisan felhajtó személygépkocsik forgalmát.

Az első év végén az Orange Line-t nyolc millió utas vette igénybe. A viszonylat gazdaságosan fenntartható, köszönhető ez a viszonylag alacsony üzemeltetési költségeknek. Az LA Metro Igazgató Tanácsa tervezi a vonal további bővítését a Warner Center végállomástól északi irányba, így a pálya további hat kilométerrel lenne hosszabb.

17. ábra, NABI 60 BRT kerékpár szállító rekessze





18. ábra, Orange Line végállomása a Warner Center-nél



19. ábra, Zárható kerékpár tároló „széf”

## Autóbuszok Magyarországról

A North American Bus Industries Inc. (NABI)<sup>20</sup> 1992-es alapítása óta, termékeivel máig jelen van az Amerikai Egyesült Államok piacain. Az indulás óta több mint nyolcezer autóbuszt gyártottak le. A részvénytársaság az USA-ban öt telephellyel rendelkezik. Két telephely Kalifornia államban található, amelyekből az egyik Upland városában szerviz központként működik a másik Woodland Hills-ben értékesítési feladatokat lát el. A harmadik telephely Ohio állambeli Delaware városában, mint logisztikai és értékesítési központ működik. A negyedik telephely Alabama államban található Ariston városában, ahol autóbuszok gyártását és végösszeszerelését végzik. Az ötödik, Georgia állam Fort Valley városának üzeme, ahol szintén autóbuszgyártással, összeszereléssel foglalkoznak.

Magyarországon a NABI csoport két gyáregységgel rendelkezik. A budapesti telephelyen (sashalmi volt Ikarus gyár) ahol fényezett, hegesztett, szénacél vázas autóbusz karosszériákat állítanak elő. A másik telephely Kaposváron

található, ahol SCRIMP technológiával készülő, üvegszál erősítésű, kompozit autóbusz karosszériákat gyártanak.

Egy újonnan létrehozott autóbusz vonal viszonylatra gyártani teljes járműparkot, ritka és megtisztelő feladat egy autóbuszokat előállító cég életében. Az esemény, ha bekövetkezik nagy valószínűséggel, a témával foglalkozó szak-sajtó címlapján jelenik meg, bizonyítva a létrejött szerződés rendkívüli fajsúlyát. Az amerikai egyesült államokbeli „Busline”<sup>21</sup> című folyóirat 2005-ös, szeptemberi számának címlapján, egy Magyarországon gyártott új típusú busz fotója volt látható. A szám terjedelmes tartalommal prezentálja, a Los Angeles-i közlekedési vállalat a Metro új vonalát az Oange Line-t. A járműparkhoz szükséges autóbuszokat az amerikai NABI tulajdonában lévő budapesti gyáregység, fejlesztő részlegében Habuda Pál, mérnök főkonstruktor irányításával tervezték, és állították elő az első kísérleti darabot. A termék sorozatgyártását a későbbiekben ugyanez a tervező team felügyelte és felügyeli napjainkban is.

20,: az 1992-ben létrehozott budapesti székhelyű autóbusz gyár, 19 év alatt 8000 autóbuszt értékesített.

21,: Rankin Publishing Co.Inc folyóirata, Arcola, Illinois.

**Using NABI CNG Buses  
Orange Line BRT Opens  
In LA This Fall**



By Harvill Keshkhal  
Business Magazine Editor

Southern California is known for many things such as sunny weather, vacation property, Hollywood stars, and heavy freeway gridlock. For the past 40 years or so, getting around the Los Angeles metropolitan area has not been for the timid or those who lack patience and time.

However, help is on the way!

Due to a new, fast, Rapid Transit (BRT) service called the Orange Line being put into place by the Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (MTA), in partnership with a new type of articulated bus manufactured by North American Bus Industries, Inc. (NABI), commuters in the San Fernando Valley of Los Angeles will soon have more travel options.

NABI recently completed on-schedule delivery of 200 NABI 60-BRT buses to Metro in preparation for the inauguration of the Orange Line, opening this fall. The high-capacity, rail-like designed vehicles, which with Metro's new BRT vehicle, NABI and Metro worked together for several years on the 60-BRT CNG bus project for the Orange Line.

In total, Metro has ordered 200 NABI 60-BRT CNG buses, the first 50 of which will be deployed on the Orange Line, a 14-mile BRT dedicated roadway through the San Fernando Valley. NABI's 60-BRT buses for Metro feature a streamlined front mesh, totally concealed seating equipment, seating for 17 passengers, extra-wide doors, tender stairs, and reduced noise levels.

at the Dallas (TX) Convention Center. The Orange Line is expected to start operation toward the end of October, according to Richard Hunt, General Manager of Metro's San Fernando Valley Service Sector. He said that the project has been several years in the making.

"Metro had the land for some time. However, the contract to do a cross-valley connector began six to seven years ago. It became a struggle several years later when some additional funding was identified. The Orange Line project itself has been under construction for about three years," Hunt said.

He explained that when in operation this fall, the Orange Line will be the only west-east connector, other than the San Antonio Freeway, across the San Fernando Valley.

"It's unique in that the Orange Line will be an alternative to the freeway. Its ability to take the new buses will travel the 14 mile line in about 30 minutes. The San Antonio Freeway, that will be used during rush hour," Hunt said.

"The Orange Line will be the only west-east connector in Southern California. In other words, it will be dedicated only to bus service, and will be a rapid way to get across the valley. The rapid way to get across the valley is the freeway. Of course, in Southern California, the freeway travel time is rapid as we know it."

A NABI 60-BRT CNG bus, along with the manufacturer's articulated 5-door, 60-BRT model hybrid-electric vehicle, can be viewed at NABI's booth during the 2005 American Public Transportation Association (APTA) EXPO. The EXPO is scheduled for September 26-28.

September/October 2005

BUSLINE

Page 36

20. ábra, Metro és Busline című szaklapok címlapjai, cikkei az új vonalról és a NABI 60 BRT-ről

2004-ben a Los Angeles Metro közlekedési vállalat pályázatot írt ki az újonnan létesítendő Orange Line viszonylatán működtetni kívánt, új 60 láb hosszúságú BRT autóbusz típus tervezésére. A pályázaton három nagy tapasztalattal rendelkező buszgyártó vett részt, a NEOPLAN a Nev Flyer, és a NABI.

A Metro meghívta valamennyi céget a jármű projektet indítványozó ülésére. A megbeszélésen a közlekedési vállalat vázolta keretképzéseit, és ismertette a tervezés koncepciójának alapelveit. Utóbbi, Amerikában szokatlan módon, a külső design elvárásokkal kapcsolatos igényeket tartalmazták. Bill Coryell a NABI kereskedelmi igazgatója vett részt a gyár képviselőjeként a megbeszélésen és egy visszaemlékezésében a következőket mondta: „ Jól emlékszem egy kérésre, amire Richard Hunt (Metro San Fernando -völgyi részleg, általános igazgatója) az indítványozó ülés előtt utalt, és aminek sokszor hasznát vettem a projekt során. Azt kérte Richard, hogy ezeknek a járműveknek vonatszerűeknek kell lenniük, mivel a projekt egyik felhasználási területe egy kimondottan erre a célra használt gyorsforgalmi járat lesz. A stílust illetően Roger Snoble (a Metro kivitelezési főtisztviselője) unja már, hogy az ablakából kinézve szögletes buszokat lát. A jövőben irodájából kitekintve lekerekített járműveket szeretne látni.” – mondta Bill Coryell.

„Elhatároztuk, hogy ha Roger Snoble kerek buszokat akar látni, akkor jó lesz, ha kitalálunk valamit, minél kerekébbet annál jobb.” – jegyezte meg Bill Coryell.

## A tervezés indítása

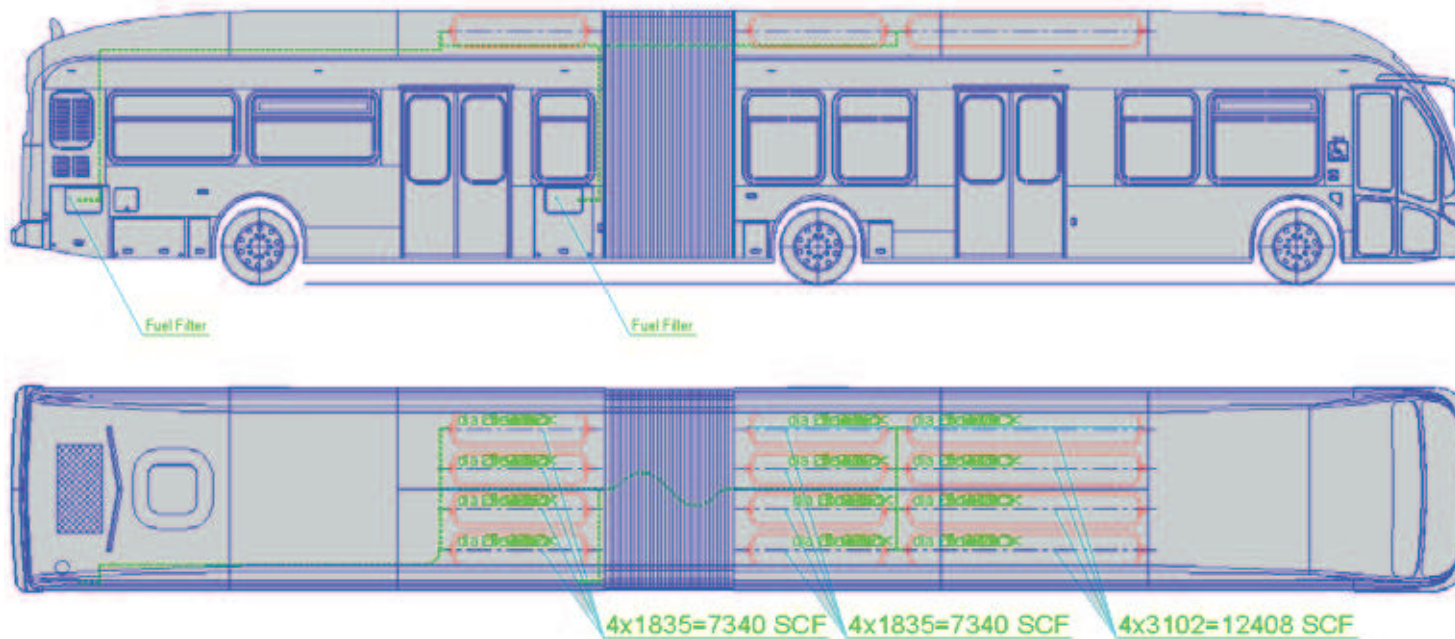
A NABI késlekedés nélkül hozzálátott a tervezéshez, és két részlegének adott utasítást a fejlesztés megkezdésére. Természetesen a budapesti fejlesztési csoport

is megkapta azt a több száz oldalas kívánságlistát, amelyben a Metro számba vette az új típus specifikációinak elvárásait, és a tárgyaláson rögzített elvárásokat.

A Budapestiek részvétele a pályázaton nem volt kétséges, hiszen évek óta beszállítói voltak a Metro vállalatnak. A tender megnyeréséhez azonban egy működő, tesztelhető darabra volt szükség.

Ezzel kapcsolatban Habuda Pál a következőket mondta: „Az Amerikai Egyesült Államokba ígéretet el-

21. ábra, NABI 60 BRT jellegrajza





22. ábra, NABI 60 BRT alvázának hegesztése

adni nem lehet!” A pályázat kiírására választ adó prototípus fejlesztésére, gyártására nagyon rövid idő állt rendelkezésre. A tervezés alapelve, és kiindulópontja a Metro által megadott külső megjelenés egyedivé tétele volt. A NABI fejlesztő irodájában gyors vázlatok készültek, amelyek a korábban Chicago-nak szállított 60 LFW típusú, 40 láb hosszú, autóbusz gyártási tapasztalataira épültek. A tervezés elindításakor eldöntött tény volt, a sűrített gázüzemű (CNG) erőforrás. A motor üzemeltetését 12 gáztartály biztosította, amelyeket az előírásoknak megfelelően csak a tetőn lehetett elhelyezni. A design fő karakterét a homlokkal és a hátfal kialakításai határozták meg. A leglényegesebb irányadó szempont, hogy semmilyen részlet ne emlékeztesse a vásárlót a korábban látott típusok egyikére sem. A tervezők számára nagy segítség volt az aktív piaci részvétel a tengerentúlon, mert nyilvánvaló volt, mi az a követendő formavilág, ami az amerikai közönség számára kedvelt, és szívesen látott. Tudatában voltak mennyi az a formai innováció, amit ha beépítenek, nem kelt megütközést, és ellenkezést a tengerentúli piacon. Ez az empátias készség fontos eleme a design kialakításának, mert amit Európában formai evidenciaként kezelünk, az az Egyesült Államokban esetleg elutasítással találkozhat. Ha egy



23. ábra, NABI gyár daraboló berendezése

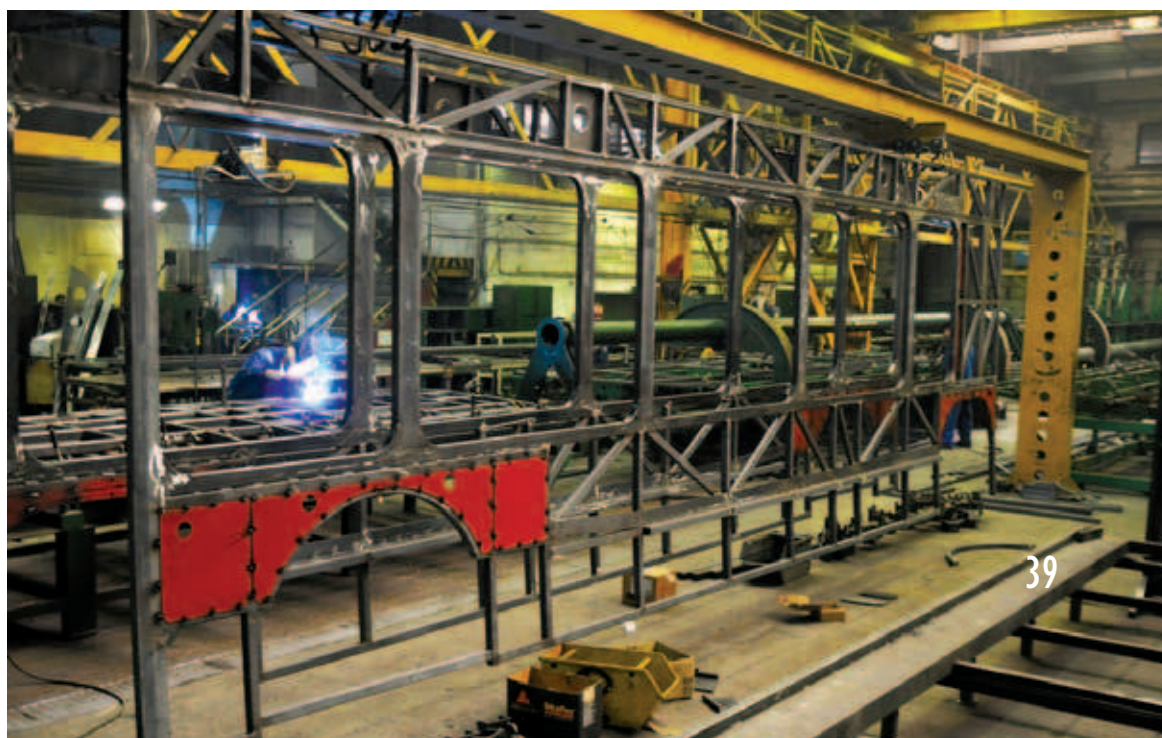


24. ábra, NABI 60 BRT tető váz hegesztése

Mercédész buszt veszünk alapul, nem szokatlan, ha a homlokfalon nem találjuk a lökhárító megosztó vonalát, Amerikában a megoldás elképzelhetetlen. A gyártók általában a robosztus Romeo Rim standard lökhárítókat alkalmazzák. Az alkatrész gyártójával történt egyeztetés után, kivételes dolog történt, ugyanis a NABI formai konceptjébe illeszkedő, egyedi, áttervezett lökhárítót gyártott a szállító. A másik nem szokványos megoldást a szélvédő kialakítása jelentette, a Metro jóváhagyásával, osztatlan üvegfelület beépítésére nyílt mód. Az első formatervi vázlatok, és a külső jellegrajzok, hamar elkészültek, amelyek a NABI amerikai vezetőinél pozitív visszhangra találtak. Az új típus neve NABI 60 BRT lett, utalva ezzel a tervezett rapid-way üzemmódra.

Elkezdődött a főterv lebontása, a részletek kidolgozása, ahol pontról-pontra követni kellett a Metro kívánás listájában foglaltakat. A nullszéria harmincezer mérnök órát vett igénybe, és az elvárásoknak megfelelően, szűk egy év alatt realizálódott. Ez a teljesítmény a NABI tervező gárdájának sok éves gyártási tapasztalatainak volt köszönhető, hiszen a gyár az USA-ban értékesített évenkénti hatezer darab autóbuszoknak tizennyolc százalékát állítja elő.

25. ábra, NABI 60 BRT váz a párhuzam padon





26. ábra, NABI 60 BRT zaj csillapítása

## Szabványok, ajánlások, vizsgálatok

A teljesítmény figyelemre méltó, ismerve a közlekedési vállalat támasztotta igényeket, valamint a tervezést behatároló mérhetetlen mennyiségű szabványgyűjteményt. Ilyen előírás az FMVSS, (Federal Motor Vehicle Safety Standard) amely a szövetségi kormány által meghatározott követelmény gyűjtemény. Az USA valamennyi államában kötelező érvényű. Minden állam rendelkezik saját hatósági előírással, jelen esetben irányadónak a CVC (California Vehicle Code) kódgyűjteménye számított. A kötelező érvényű, szigorúan számon kért előírásokon túl a tervezők jól teszik, ha munkájuk során gyakran hivatkoznak ajánlásokra. Ilyen például a SAE ( Society of Automotive Engineers) vagy az APTA (American Public Transportation Association) ajánlatgyűjteménye.



27ábra, NABI 60 BRT szélvédőjének beragasztása

28-29-30-31. ábra, Anniston-i üzem, készre szerelés



22.; az 1990-ben kiadot American with Disabilities Act jelenleg a 2008-ban kiadott módosításokkal együtt érvényesek.

23.; Thomas D. Larson Pennsylvania Közlekedési Intézetet 1968-ban alapították. Irányításuk alatt működik az Altoona Bus Research and Testing Center.

Betartásukat a hatóságok nem kötelezik, de mint szakmai kritériumokra történő hivatkozás ajánlott. Adott esetben a tervezésbe beépített innovatív elemek létjogosultságát szakmailag alátámaszthatják. A 60 BRT típus tervezésekor felmerült, hogy a járművet akadály mentessé tegyék mozgáskorlátozottak számára. Ehhez rámpa, vagy rokkant kocsni beemelése alkalmas rendszer beépítése vált szükségessé. Az ilyen irányú fejlesztésekkor irányadó az ADA (American with Disabilities Act) hatósági előírásai, amely a mozgáskorlátozottak kiszolgálásához szükséges összes szabályt tartalmazza.

Az eredetileg hatvan ülőhellyel tervezett busz végző formájában 57 ülés lett, a kieső férőhellyel biztosítva a rokkant kocsni fogadását. A tervezéskor megkülönböztetett figyelemmel kezelték a vezető minimál tér kialakításának ergonómiai méretezését. Megépítették a vezetőfüle 1:1-es méretarányú modelljét és valós körülmények között bizonyították elgondolásaiknak helyességét.

A végző méretezéskor messzemenőig figyelembe vették a The Pennsylvania Transportation Institute<sup>23</sup> és a Pennsylvania State University 1997-es vezetőter kialakítására vonatkozó szabályait. A követelmények a vezetőter kialakítás tekintetében, szigorúak és jelentősen eltérnek az európai szabványok meghatározásaitól. Az ergonómiai tervezéskor figyelembe kell venni a vezető munkája közben végzett műveletek gyakoriságát és sorrendjét, amelyek a következők:

SORSZÁM	GYAKORISÁG SORRENDJÉBEN	FONTOSSÁG SORRENDJÉBEN
1.	Irányjelzők működtetése	Irányjelzők működtetése
2.	Ajtók nyitása	Fényszórók kapcsolása
3.	Fényszórók kapcsolása	Légnyomás ellenőrzése
4.	Légnyomás ellenőrzése	Ajtók nyitása
5.	Sebesség ellenőrzése	Paratlanítás
6.	Megálló névtábla beállítása	Sebesség ellenőrzése
7.	Kézfék	Kézfék
8.	Fűtés	Fűtés
9.	Leszállók figyelése	Abiaktorló működtetése
10.	Légkondicionáló beállítása	Megálló névtábla beállítása
11.		Légkondicionáló beállítása
12.		Tükör beállítása
13.		Leszállók figyelése
14.		Dudálás

A vezető kilátására vonatkozó szabályokat az SAE J 1050 a, fejezetében találjuk, címe: Describing and Measuring the Driver's of View (A vezető látómezejének meghatározása.) Az európai szabványoktól néhány pontban eltérően tartalmaznak követelményeket, például meghatározzák a buszok homlokfala előtti akadályok észlelési paramétereit. Előírják, hogy a műszerfal felső éle nem takarhatja ki, és nem nehezítheti, a jármű előtt 2 láb (610 mm) távolságra álló, és a talajszinttől mért 3,5 láb (1067 mm) magas objektum észlelését, amely ez esetben egy 4-5 éves gyermek magasságával azonos méret. Szabályozzák a függőleges és vízszintes látómezőket, az oszlopok elhelyezését a binokuláris látómezők figyelembevételével.. Érdekesség a vezető, járdapadkájának észlelési követelménye, amely előírja, hogy az első ajtón keresztül a 6 coll (152 mm) magas járdát, amely a busz kerekétől számított 12 coll (305 mm) távolságra áll, látnia kell a vezetőnek. A vezetőter ergonómiai vizsgálatának folyamata a következő sorrendben történt.

### Vezető pozíciói:

1. ülés helyzet
2. kormány pozíció, dőlésszög
3. kormányzás
4. pedálok elérhetősége

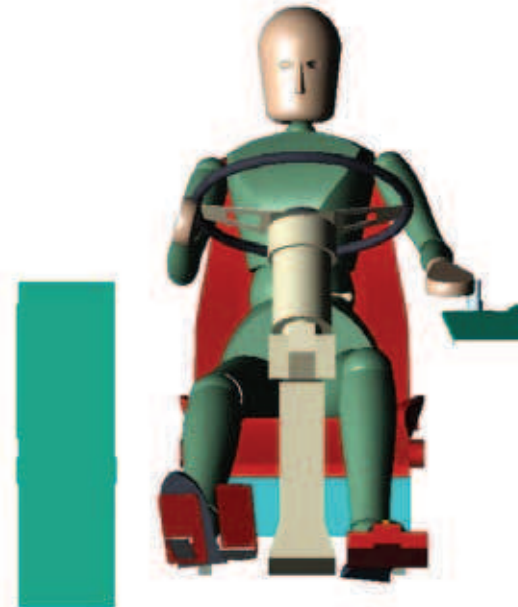
### Láthatósági vizsgálatok:

1. szélvédővel kapcsolatos követelmény, „A” oszlop kiláthatóság
2. könnyű szemmozgással belátható tér
3. könnyű fejmozdítással belátható tér
4. műszerfal láthatósága
5. padka láthatósága

### Kényelmes kezelhetőségi vizsgálatok:

1. irányjelző, és reflektor kapcsoló
2. ajtónyitó kar

A jármű külső karakterét több, a tengeren túli piacon még szokatlan, új megoldással alakították ki. Az oldalüvegeket az Egyesült Államokban szinte minden gyártó gumí kéderbe ágyazva rögzíti a felépítményhez. A BRT 60-nál szakítottak a hagyománnyal és ragasztott üveggel ellátott járművet terveztek. A külső oldalfali illesztéseket gondos precizitással készítették el, így egy másik fontos karakter meghatározó elemet a díszlécek alkalmazását is mellőzték, ezzel növelve a jármű tiszta formavilágának hangsúlyozását. Az egységes megjelenés érdekében a



32. ábra, Kormány ergonómia

busz homlokfaláról elhagyták annak a kerékpártartó keretnek a felszerelését, amelyet előszeretettel alkalmaz a Metro közlekedési vállalat. Egyedi fejlesztésű és szokatlan elrendezésű visszapillantó tükrök teszik különlegessé az újonnan kialakított karaktert. Az aszimmetrikus felfüggesztés szükségességét a már korábban említett vezető fülkén végzett ergonómiai vizsgálat tette indokolttá. A jármű 320 LE-s erőforrásának szigetelésére különösen figyelt a tervező, ugyanis a vásárlók a csendesebb üzemű buszokat ismerve a létesítendő viszonylat közelében lakók időnkénti tiltakozásait, a csendesedést anyagilag külön is értékelik. A NABI 60 BRT a 3 Db-lel kevesebb zajkibocsátásával minden korábbi járműnél halkabb lett. Az érték az elhaladó járműnél mért külső zajára értendő. A süllyesztett padlóvonallal tervezett autóbusz kényelmesebb feltételeket teremt az utazóközönségnek a felszálláskor, ugyanakkor a karosszérián keletkező nagyobb méretű kerékű egy nem kívánatos esztétikai megjelenést eredményez. A probléma megoldásául egy keréktakaró elem beiktatása szolgált, egyöntetűvé téve az oldalfal síkját. A szokásosnál szélesebbre tervezett ajtók szintén az utasok nagyobb fokú kényelmét hivatottak biztosítani.

## A nullszéria

Amikor az első NABI 60 BRT elkészült, az Egyesült Államokba történő kiszállítás előtt megkezdték a jármű vizsgálatát, ami a felépítmény igénybevételi tesztorozatából állt. (Bizonyos tesztek a tervezés során lezajlottak, a 3d-s modellt, az ANSYS szilárdság modellező véges elem programban analizálták.) A vizsgálatokat egy külső cég, a budapesti AUTÓKUT Kft. végezte. A következő tesztméréseket hajtotta végre a buszon:

1. Fapadló szilárdság vizsgálata, ebben a tesztben ellenőrizték a beépített járófelület teherbíró képességét.
2. Kerekesszék manőverezés vizsgálata, igazolta az akadálymentes közlekedés biztosításának meglétét.
3. Kerékterhelés mérés.
4. Szélvédő kiütés, melyben szimulálták, hogy egy dinamikus fékezéskor, az utastérből a szélvédőre zuhanó felnőtt utas becsapódása, milyen hatással lesz a szélvédőre. A vizsgálat bizonyítja a szélvédő szilárdságát, az utas nem zuhanhat ki a jármű elé.
5. Füstölési teszt, amely során a motor térben gerjesztett füst nem jelenhet meg az utastérben.
6. Statikus tetőterhelés vizsgálata, amely a terhelés alatti tető deformációit mérte.
7. Kerékjárat átszakadás vizsgálata, melyben szimulálták, azt az esetet, amikor a kerék felkap egy tárgyat, és az a karosszéria kerékűrébe kerülve, annak falán milyen roncsolásokat okoz. Természetesen a tárgy ne kerülhet az utastérbe.
8. Oldalütközés vizsgálata, ahol mérték, hogy a kocsiszekrényrel, 40km/órás sebességgel, merőlegesen ütköző személygépkocsi milyen roncsolást okoz. A deformáció mértékének 3 inch-en (76,2 mm) belül kell maradnia.
9. Kocsiszekrény külső lemezelésének statikus szilárdsági vizsgálata, ahol a jármű falára ható, kis felületen dinamikus becsapódó súlyos tárgy okozta roncsolási mértéket ellenőrizték.
10. Korrózió vizsgálat, melyben megvizsgálták, hogy a felületkezelések vastagsága, minősége az előírtaknak megfelelő-e.
11. Szélvédő páralefújás vizsgálata, ahol ellenőrizték az új formai kialakítású üvegfelület páraeltávolítási körülményeit.



33. ábra, NABI 60 BRT ütközési teszt, becsapódási felület



34. ábra, NABI 60 BRT ütközési teszt, becsapódási felület az utastér felőli oldalon





35. ábra, Távirányított vezető nélküli tesztautó



37. ábra, Találkozási pont, sebességellenőrző stroboszkóp felfestés

36. ábra, Találkozási felületek ellenőrzése



38. ábra, Becsapódás



36. ábra, Deformáció mértéke a fenékváz felől



39. ábra, Deformálódott járművek

38. ábra, Roncsolódott tesztautó

40. ábra, Becsapódás az utastér felől



41. ábra, Deformáció a becsapódási zónán



42. ábra, Jármű szekrény oldalirányú elmozdulásának mértéke a becsapódás következtében



A jármű, teljesítette a tesztek elvárásait. A magyarországi építése befejeződött, az autóbust hajón átszállították a NABI egyesült államokbeli telephelyére Aniston-ba. A motorbeépítés az elektronika beszerelése a belső burkolatok, valamint az ülések felszerelése a kinti összeszerelő műhelyben történtek. A kész autóbusz jármű diagnosztikai méréseit, valamint a jármű zajszint ellenőrzést, az Aniston-i telephelyen végezték el.

A busz ekkor teljesen kész állapotban, egy utolsó próbatétel előtt állt. A járművet átszállították a Pensylvaniai Altuna-ba, ahol a Bus Testing and Research Center tulajdonában lévő tesztpálya terheléseit kellett elviselnie. A pálya nyomvonala egy végtelenített forma, melynek burkolata modellezi mindazokat a körülményeket, amelyek fokozottan igénybe veszik a jármű szerkezetét.

Az autóbust 24 órán keresztül, óránként váltott sofőrökkel, 15-30 mérföldes sebességgel folyamatosan üzemeltették, és megállás csak műszaki probléma fellépése esetén történt. Lényeges, hogy a gyártók hibátlan konstrukciót teszteljenek az Altuna-i pályán, ugyanis ha a teszt sikertelen ismételni kell, a pálya lefoglalása pedig nagyon magas költségekkel jár. A pályán történt mérések igazolták a beszerelt újabb tárcsafékek működésének hatékonyságát. Alkalmazásuk bár némi összsúlygyarapodással járt, azonban a korábban tesztelt NABI 60 LFW-hez képest a NABI 60 BRT rövidebb fékúttal rendelkezett. Pályán megtett 24 órás út alatt az is kiderült, hogy a tizenkét CNG üzemanyag tartályt a fejlesztők jól méretezték. Előírás szerint a járműnek egy feltöltéssel 320 mérföldet kell megtennie.

Az új típus ezt jelentősen túlszárnyalta, mivel négyszáz mérföld megtételét teljesítette.

A jármű, valójában az Altuna-i tesztpálya sikeres leküzdése után kapott beutazási engedélyt az Amerikai Egyesült Államok útjaira. Minden elvárásnak eleget tett amit a jármű részére a hatóságok előírtak. A LA Metro vezetőinek tetzését azonnal elnyerte, hiszen az minden megoldásában találkozott az általuk kiírt tender valamennyi igény pontjával. A NABI 60 BRT-t örömmel fogadták, és elismerő szavakkal illették mindenütt az Egyesült Államokban, ahol csak bemutatták.

Az USA piacára autóbust gyártani felettebb problematikus vállalkozás. A közlekedési vállalatok részéről felállított kívánságlista, és a számtalan hatósági előírás teljesítése hatalmas feladat, ami magas szintű tudást, tájékozottságot, és rugalmasságot követel meg a gyártó-exportortól. A nagy erópai buszgyárak gyártásmechanizmusa nem összeegyeztethető a piac tengeren túli szegmensével. A sokkötetnyi biztonsági előírás, szabály feldolgozása, alkalmazása nehéz terep mind a mérnökök, mind a formatervezők számára. Ami Európában jármű konstrukciós evidenciaként él a fejlesztők tudatában az az Egyesült Államokban olykor csak megvalósíthatatlan és elfogadhatatlan elképzelés.

Ami Európában szemet gyönyörködtető esztétikum az a tengeren túl megrökönyödést keltő forma lehet, amit bizalmatlanul fogadnak. Európai tervezőnek amerikai környezetbe, nagy empátiás készséggel, amerikaiként kell



43. ábra, NABI 60 BRT a Grand Canyon-nál

tudását, termékét közvetítenie. A BRT járműparkjában rendszerbe állított típusok között ez a formaterv design-történeti mérföldkőnek számít. A NABI 60 BRT hibátlanul illeszkedik az amerikai tömegközlekedésbe, de finoman átítatott európai formavilágával a megrendelők szemléletét egyszer, s mindenkorra megváltoztatta.

„ Nagyobb érdeklődést látok a stílus iránt. Azt gondolom, hogy a vezetők, az elnökök, az általános menedzserek nagyobb mértékben befolyásolni fogják, hogy miként nézzenek ki a buszok. Ezt az igényt valószínűleg az is generálja, hogy hatékony eszközt találjanak az utas szám növelésére, és kiszállítsák az embereket autóikból”

– jelentette ki Bill Coryell, a NABI kereskedelmi igazgatója.

## Az első műanyag buszok

A hegesztett acél vázas buszok mellett a tengerentúli piacot a NABI tisztán kompozit szerkezeti elemekből épített autóbuszokkal is ellátja. A világon egyedülálló termék, egy amerikai céggel a TPI Composite Inc.-vel kötött kooperáció során jöhetett létre. A nullszériától a késztermék sorozatgyártásig számos műszaki és technológiai problémát kellett áthidalni és megoldani. Az 1994-es alapötlettől a sorozatgyártás megkezdéséig hét évre telt el. A 2001-ben indított műanyag karosszériák előállításának kezdéséig eltelt időszak rövid kronológiája a következő:

Az 1968-ban alapított TPI Composite Inc. termékeinek alapanyaga, üvegszálás poliészter. A negyven éves múltra visszatekintő cég központja az Arizona állambeli Scottsdale városában található. Öt gyártó részleggel rendelkezik, amelyből egy Mexikóban, egy pedig Kínában működik. Az üvegszálás iparágának húzóágazata, egyben a cég fő profilja a hajótest gyártás. Produktumai közt azonban jelentős pozíciót foglal el a szélturbina lapátgyártás.

A cég beszállítója az amerikai hadiiparnak a TPI állítja elő azokat a kevlar erősítésű karosszéria elemeket, amelyeket a Hummer típusú katonai terepjárókon alkalmaznak. Gyártója annak a műanyag járműszekrénynek, amelyet az amerikai fejlesztésű Maglev lebegő mágnes vasútnál alkalmaznak. A cég 1980-ban kezdte beüzemelni a SCRIMP (Seemann Composite Resin Infusion Molding Process)<sup>24</sup> vákuum infúziós eljárást. Az új technológia lehetővé tette, hogy a korábbiaknál nagyobb szilárdságú kompozit szerkezeteket legyenek képesek előállítani. A hajógyártásban azonnal elterjedő technológia, hamar igazolta a tervezők reményeit az eljárással kapcsolatban. A nyolcvanas évek végén felmerült a kérdés: Felépíthető-e csak kompozit anyagok felhasználásával, egy teljes értékű jármű karosszéria? A választ a TPI mérnökei igyekeztek megadni, megtervezték és elkészítették a világ első olyan önhordós karosszéria héjszerkezetét, amely mellőzi a strukturális fém alkatrészeket. A járműgyártási tapasztalatokkal akkor még nem rendelkező TPI részéről ésszerű döntésnek bizonyult

24.; Bill Seemann az eljárás feltalálója és első alkalmazója a 60-as években üvegszálás poliészter hajótesteket gyártott és tapasztalta, hogy a laminálás folyamata, milyen egészségre ártalmas veszélyeket rejt magában. 1970-ben kezdett kísérletezni a fedett, vákuum alatti laminálással. Az eljárás mára világszerte elterjedt és SCRIMP technológia néven vált ismertté.

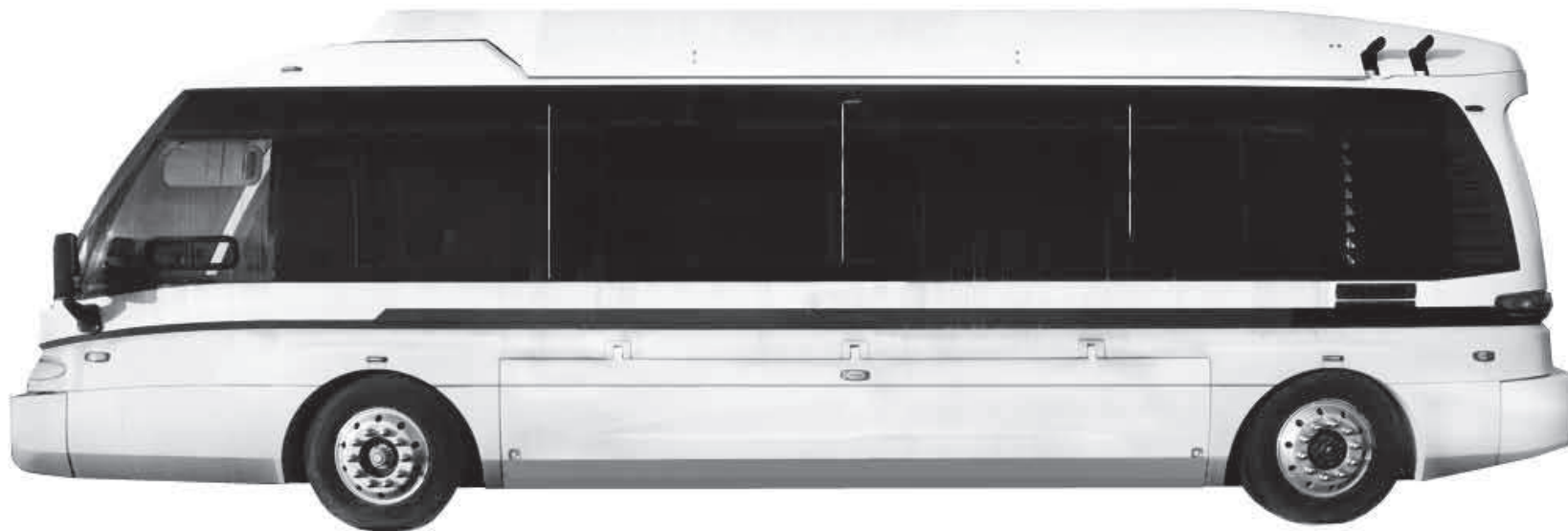
egy 30 láb hosszúságú busz megtervezése és megépítése, amely egy repülőtéri shuttle típusú utasszállító járműben öltött testet.

Az adott kocsi bár kisebb a leggyakrabban használt 40 láb hosszúságú buszoknál, de lényegesen nagyobb a személygépkocsiknál, méretével, utas befogadó képességével mindenképp busz kategóriába sorolandó.

Az előállított kompozit autóbusz, számos „gyermekbetegséget” hordott magában, amelyet a kiforratlan gyártás előkészítés, minden termék előképet nélküli tapasztalatlanság idézett elő. Az új autóbusz megalkotásának

egyetlen értékes hozadéka, hogy igazolást nyert a tény a technológia alkalmas kompozit önhordós karosszéria gyártásához. A műanyag járműszekrény 30%-os önsúlycsökkenése a fémből készült járművekhez képest, valamint a konstrukció szilárdsági tényezőjének lényeges növekedése már akkor sejtetett néhány következtetést. Jelesül, hogy a könnyebb önsúly, rövidebb fékutat fog eredményezni, kevesebb lesz az üzemanyag felhasználás, a kettő együtt alacsonyabb szintű káros emisszió kibocsátást fog eredményezni. Az akkori feltevések a mai tapasztalatok alapján helyesnek bizonyultak.

44. ábra, A világ első tisztán kompozitból épült 30 láb hosszúságú shuttle típusú autóbusza





45. ábra, Az első 40 láb hosszúságú kompozit autóbusz alapjául szolgáló NABI LFW 40 típus

1994-ben a NABI Inc. Vezetői, termékfejlesztést kívántak végrehajtani, a döntés előkészítés fázisában igyekeztek meghatározni, mi legyen a követendő út, az új koncepció létrehozásánál. Alapvető követelményként jelölték meg azt az igényt, hogy az újgenerációs konstrukciók alacsony padlójúak legyenek az önsúly tekintetében, pedig számottevő csökkenést kívántak elérni a korábban épített járművek súlyához képest. A tervezés előkészítés során két járható irány mutatkozott reális alternatívaként. Az első, hogy a a főegységek acél szerkezeti komponensei közül a lehető legtöbb elemet igyekezzenek kiváltani, húzott profilú, könnyűfém szerkezeti elemmel. Az újonnan létrejövő jármű, jelentős súlycsökkenését idézve elő ezzel a megoldással, ugyanakkor a szilárdság tekintetében törekedni kellett a korábbi járművek kiváló mechanikai tulajdonságainak megtartására. A másik lehetséges megoldásnak az a konstrukciós elv mutatkozott, amely a karosszéria fém komponenseit helyettesíteni igyekezett üvegszál erősítésű műanyag elemek beépítésével. Valójában mindkét megoldás ésszerű és gyártástechnológiailag elfogadott utat járhatott volna végig a tervezés során.

46. ábra, Az első készre szerelt kompozit jármű a NABI budapesti gyáregységének udvarán





A hosszas bizonytalanságot 1998-ban a TPI Inc. és a NABI Inc. részéről, két stratégiai döntéshozó személy találkozása és megbeszélése oldotta fel. Ekkor találkozott a SCRIMP technológiát ismerő szakismeret a tradicionális járműgyártási tapasztalatokkal. A megbeszélést egy együttműködési szándéknyilatkozat aláírása követte. A közös munka indításánál döntés született arról, hogy kooperációban olyan városi autóbusz létrehozásába kezdenek, melynek karosszériája csak kompozit anyagokból építkezik. Típusválasztáskor ésszerű döntés született, a NABI által gyártott LFW-40-es, 40 láb hosszúságú hegesztett szénacél vázas autóbusz szolgált kiindulási alapként. Ez az a jármű, amelyből a legtöbb készült a NABI-nál. A kivitelezésre szánt rövid idő sürgette a tervezőket. A megszabott szűk határidő miatt igyekeztek gyorsítani a gyártási előkészületeket és a SCRIMP technológiához szükséges szerszámok előállítását. Átszállítottak a TPI Inc.-hez egy NABI LFW-40-es autóbusz vázát, és ezt az autóbusz karosszériát, amelyet, mint ősformát használtak a TPI szerszámkészítői. A Rhode Islandbeli Newport-ban megkezdődtek a munkálatok. A tervezők nem használtak semmilyen 3d-s CAD programot a szerszámok előkészítése során, valamennyi mé-

retet közvetlenül a NABI által odaszállított autóbusz váz paramétereinek alapján határozták meg. Gyakorlatilag a már bejáratott fém járműveknél alkalmazott konstrukciós arányokat, megoldásokat adaptálták a kompozit járműhöz. Miután a szerszámok elkészültek, elkezdődhetett az első öt darabos kísérleti sorozat gyártása. A legelső darab elkészítésénél a szerszám vízszintes osztását, közvetlenül a jármű padlószintje és a felépítmény találkozásának vonalába pozícionálták. A második járműnél ezt a megoldást módosították úgy, hogy az osztásvonal felkerült a felépítmény vállövének magasságáig. Így szinte majdnem szimmetrikus méretű két héjszerkezetből áll össze a komplett karosszéria. Ezt az illesztési vonalat alkalmazzák a jelenlegi gyártás során is. Ez első öt darabos kísérleti szériából a legelső példányt szerelték teljesen készre, amelyet először Torontóban, később Londonban mutattak be. A jármű jelenleg a NABI budapesti gyáregységében található. A következő négy kísérleti járművön a terheléses tesztek folytatták le, Altoona-ban, valamint a kanadai Mississauga-ban.<sup>25</sup> Az Altoona-i végtelenített teszt pályán, a mesterségesen nehezített útfelületek okozta jármű szerkezeti elváltozásokat ellenőrizték.

25,; ORTECH Corporation,  
Mississauga, Ontario.

**47-48-49-50. ábra,** Az első 40 láb hosszúságú kompozit jármű laminált moduláris elemei

# UNION STATION

NABI COMPOBUS Lightweight Composite Bus Structure

7984

7984

**Metro Bus**

*Travel Smart...Take Metro*

CNG

CA 37363

©2004 NABI



Mississauga-ban a járművön elvégezték a Multi-Axis Simulation Test-et. A próbapadon<sup>26</sup> a jármű kerekeire, külön-külön ható, hidraulikus rendszer által közvetített, dinamikus rezgéssel szimulálják az út egyenetlenségeket. A folyamat alatt a jármű szerkezeti kifáradását mesterségesen felgyorsítva, következtetnek annak várható élettartamára, a vizsgálat során fellépő szerkezeti roncsolódásokból, fényt derítenek az esetleg elkövetett tervezői konstrukciós hibákra. A kísérleti járművet NewYork-ba szállították, ahol kijelöltek számára egy erősen erodált útvonalat és nehéz terepviszonyok közt szimulált utas terhelés mellett, további nyúzópróbának tették ki az autóbust. 1999-ben a tesztek lefolytatása után nyilvánvalóvá vált némely konstrukciós pont alulméretezett megépítése. Elsősorban a hegesztett járműveknél megszokott derékszögű illesztési felületek mintájára megalkotott műanyagtartók bizonyultak gyengéknek. Megerősítésre szorult például a lengéscsillapítókat fogadó szerkezeti elem, a légrugókat tartó felület, a kerék-

dob és oldalfal csatlakozási vonala, oldalfal és padlólemez kapcsolódása az ajtónyílásban, ablakok közti függőleges oszlop, motor tartó elemek. A terhelési próbák során előállt valamennyi hibát a sorozatgyártás megkezdésekor a tervezők kijavították. Sajnos a széria beindítása előtt a NABI Inc. és a TPI Inc. árképzési vitába keveredtek. A két cég között per indult, amelynek lefolytatására szerencsére nem került sor, mivel közös megegyezésben rendezték a vitás kérdést. A NABI Inc. megvásárolta az eljárás hasznosítási jogát a TPI-től. Ugyanakkor a NABI megszüntette az amerikai műanyag autóbuszok gyártását, és 2001-ben elkezdte a kaposvári gyáregység építését. Időközben befutott műanyag buszok gyártása már Kaposvárott kezdődött meg. A NABI LFW-40 Compobus-ból, Los Angeles részére 20 darabot, Antelope Valley részére 6 darabot szállítottak. A tíz éves buszokból jelenleg huszonöt üzemel. Az első öt kompozit busz tesztelése alatt már elkezdődött az új NABI 45 C-LFW Compobus tervezése.

26.: ORTECH's heavy-duty simulator

## Kaposvári kompozit autóbuszok

27.; Már nem szükséges a közbeszerzési eljárás elvégzése a termék a megrendelő részéről közvetlenül lehívható.

**A** North American Bus Industries Inc (NABI) 2001-ben nagyarányú fejlesztésbe kezdett, az addigi egyetlen magyarországi gyárát új telephellyel bővítette Kaposváron. Zöldmezős beruházás keretében létrehozta a világ első autóbuszgyárát, ahol kizárólag kompozit anyagok felhasználásával kívánt járműveket előállítani. Kaposvár ipari parkjába telepített gyár, az alapkövetétele után egy évvel indította a sorozatgyártást.

Az elsősorban amerikai piacra termelő NABI nagy kockázatot vállalt, hiszen az addig fémbuszokat használó célközönség számára kívánt új technológiai alternatívát felkínálni. Természetesen az üvegszál-as poliészter mint építőelem, nem volt idegen a járműiparban, de kizárólag műanyagból épült önhordó karosszériát autóbusz méretben, még senki nem gyártott. A NABI menedzsmentjének innovatív elképzeléseit az amerikai piac szerencsére kedvezően fogadta. A megrendelések számának növekedése jelezte az új egy-

ség hosszú távú életképességét. Az első 6 járművet, Antelope Valley részére készítette a gyár. Ezt a szériát a NABI LFW 40 hegesztett acél vázas autóbusz pontos kompozit másolatai alkották. A NABI, az amerikai Anderson Design tervező iroda design jellegrajzai alapján létrehozta a 45 láb (13,5 m) hosszúságú 45 C-LFW CompoBus típusjelű új autóbusz terveit.

A kaposvári gyár ebből 56 darabot gyártott le az Arisona állambeli Phoenix város közlekedési vállalata részére. Ezt követte egy 8darabos széria, amit az Arisona állambeli Tempe városának készítettek. A kisebb sorozatot egy nagyobb széria követte, a gyár megkezdte Los Angeles városa számára 100 darab CompoBus gyártását. Már a gyártás alatt szerződést kötöttek a Chicagói közlekedési vállalattal, aki 25 darab járművet rendelt, ill. opciós szerződést<sup>27</sup> írtak alá további 2 x 60 darabos szériára.



52. ábra, NABI Kaposvár

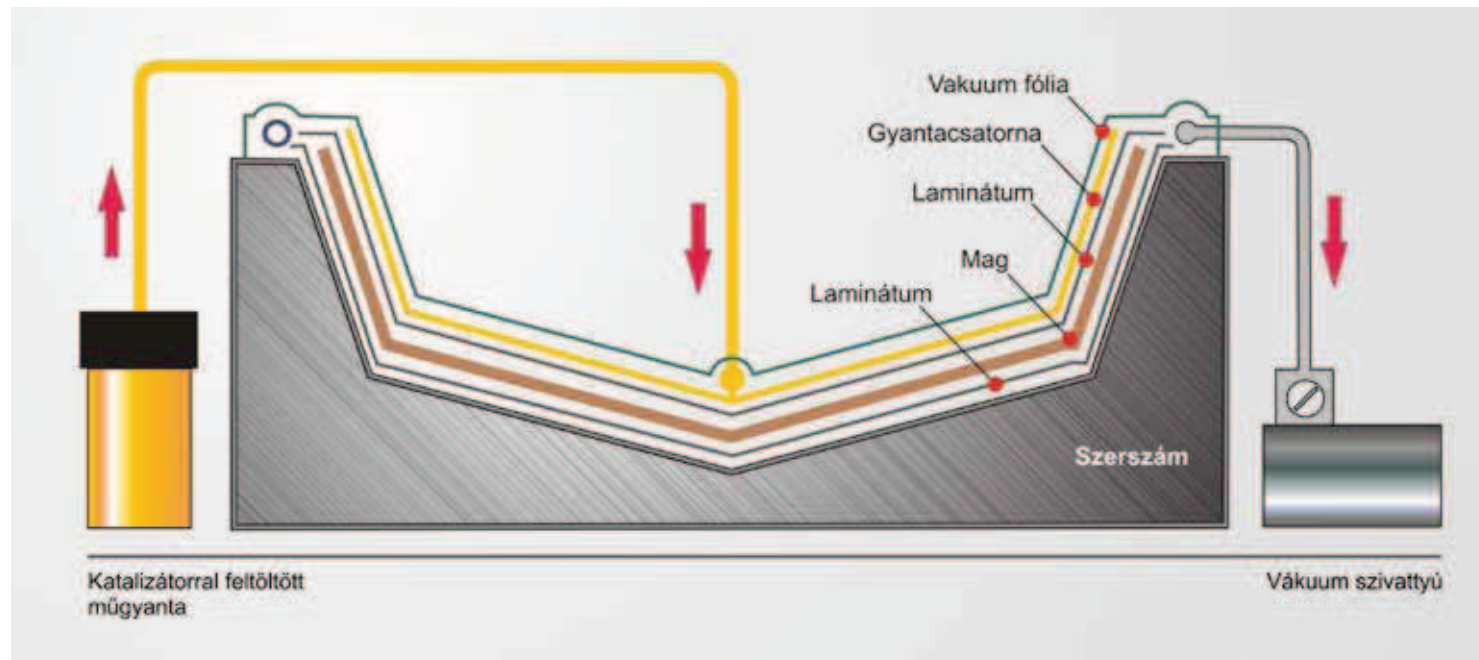
## Technológia

A NABI kaposvári gyára nem csak abban egyedülálló a világon, hogy kompozit autóbusz karosszériát gyárt, hanem abban is hogy az eljárás alapját képező SCRIMP technológia résztulajdonosa is. A know-how-t megvásárolta az amerikai TPI Composites Inc-től. Sajnálatos módon a gyártás megkezdése után a két cég jogi vitába bonyolódott a létrejött szerződés helyes értelmezése miatt. A bírósági procedúrát azonban peren kívüli megegyezéssel elkerül-

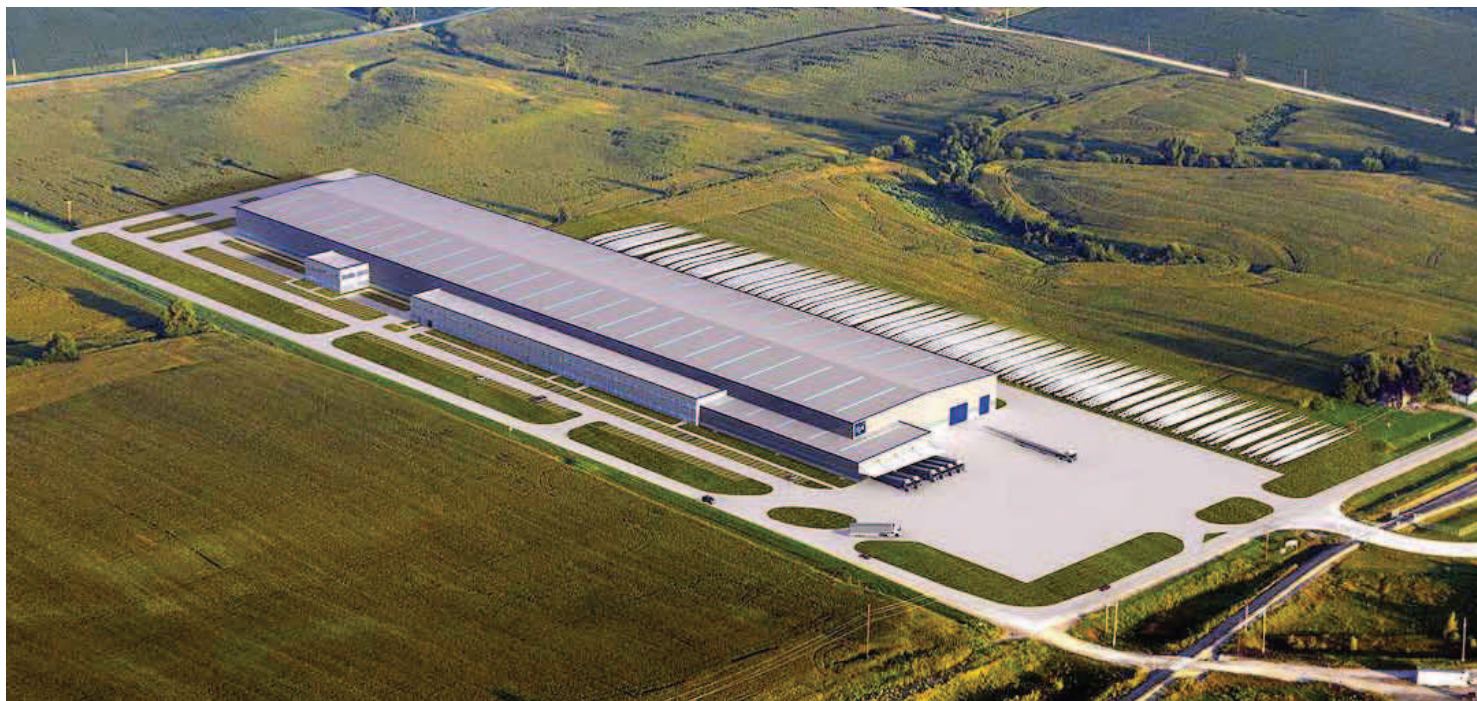
ték. Jelenleg a NABI autóbuszonként 1500 dollár royalty-t fizet, így szabadon használhatja a sajátos, egyedi műanyag technológiát.

A SCRIMP elnevezés egy angol mozaik szó, Seemann Composites Resin Infusion Molding Process szavak kezdőbetűiből összeállítva. Jelentése: Seemann féle kompozit gyanta infúziós formázási eljárás. A névadó Bill Seemann amerikai mérnök, aki már fiatal korában a korai hatvanas

53. ábra, SCRIMP technológia elve







27; Már nem szükséges a közbeszerzési eljárás elvégzése a termék a megrendelő részéről közvetlenül lehívható.

54. ábra, TPI Newton-i szélturbina lapát gyára

években üvegszál erősítésű műgyanta alapú verseny vitorlásokat épített. 1987-re fejlesztette ki a vákuum alatti infúziós eljárást, aminek eredményeként a korábbiakhoz képest, lényegesen nagyobb szilárdságú héjszerkezeti elemeket volt képes előállítani.

Az új technológia jelentősen csökkentette a gyártás során a VOC (Volatile Organic Compounds) illékony toxikus vegyületek okozta környezeti szennyezést, mivel az eljárás során a laminátumok műgyantával történő átítatása,

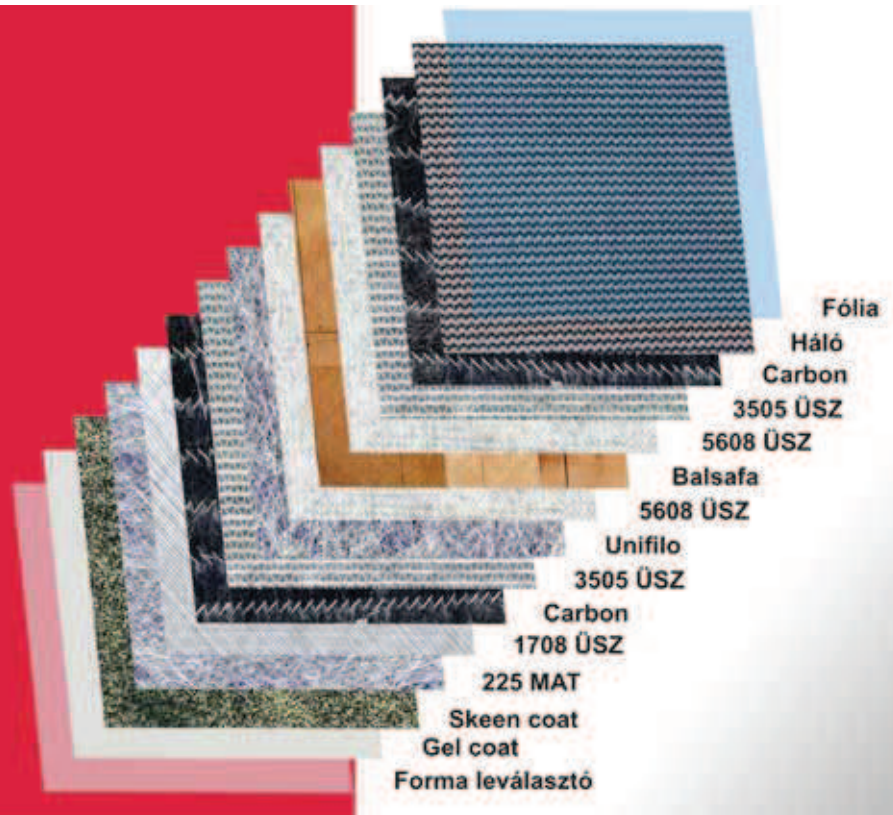
fólia alatt történik. A SCRIMP technológia szabadalmának jelenlegi tulajdonosa a TPI Composites Inc. (Ez a cég készítette el a NABI részére a ma is használatban lévő két formázó szerszámot, valamint segített az első húsz jármű legyártásakor.) A TPI által előállított kompozit termékek az ipar, különböző szegmenseiben kerülnek felhasználásra. Termékei között megtaláljuk az energiaipar részére gyártott szélturbina lapátot, a hadiipar részére előállított jármű karosszériát.

## Gyártási folyamat

A jármű karosszériák SCRIMP technológiával történő gyártása elméletben egyszerű, ugyanakkor a gyakorlatban nagyon összetett folyamat. Egy héjszerkezet elkészítése rendkívül sok manuális munka befektetést igényel. Valójában ez a tény indokolja, hogy azokban a gyárakban, melyekben ezt az eljárást alkalmazzák, a gyártó soron nem találkozunk robot technikával, a folyamat nem automatizálható.

A kaposvári gyárban egyszerre két szerszámban történik a gyártás, hetente négy járműkarosszériát képesek előállítani. A teljes váz több moduláris szerszámmal gyártható. A fő szerszám két fél elemből áll, ebből az egyik a jármű fenéklemezétől az oldalsó szélvédő feléig tartó jármű térfogat negatív befoglaló formája. A másik a jármű tető vonalától az oldalsó szélvédő feléig tartó jármű térfogat negatív befoglaló formája. A nagyméretű szerszámok mellett több kisebbet is alkalmaznak, pl. hátsó motortér fedél, ajtó, légkondicionáló fedél...stb. gyártására. Minden moduláris elem mérettől függetlenül SCRIMP technológiával készül. A negatív lenyomatot tartalmazó szerszámok anyaga üvegszálas poliészter, amelynek felületét nagy szilárdságú, és simaságú szerszám gel-coat bevonat fedi.

A kisebb szerszámok osztatlanok, a fő szerszámok azonban több részre osztottak, az osztott felület síkjára merőleges irányban elmozdíthatóak. Az osztás és elmozdíthatóság szükségességét a nagy méret indokolja. A szerszámban megszilárdult héjszerkezet kiemelése így



55. ábra, Laminált szendvics szerkezet 15 rétege



56. ábra, Moduláris szerszám felület tisztítása



57. ábra, Nyitott szerszám

könnyebbé válik. A szerszámok osztási vonalát beágyazott szilikon gumitmitések teszik tökéletesen zárttá. A gyártási folyamat első fázisa a szerszám tisztításával kezdődik. Fontos, hogy a felületen ne maradjon semmilyen szennyeződés. Bármilyen idegen anyag rontja a gyártani kívánt héjszerkezet majdani felületi minőségét, valamint előidézhetheti a laminátum feltapadását a szerszámra. Utóbbi eset nagy valószínűséggel vagy a gyártott héjszerkezetet, rosszabb esetben a forma felületét roncsolja. A munka ezen fázisában felderítésre kerülnek a szerszámon korábbi munkálatok során keletkezett sérülések, ezeket maradéktalanul javítani, majd polírozással tükrösíteni kell. Az osztott szerszámok rendelkeznek külső fém merevítéssel. A formák csavarkötéssel rögzítettek ehhez a váz szerkezethez. A kötőelemeket melyek a lamináló tér felületi síkjából kilépnek, vékony plasztilin réteggel szükséges bevonni, a könnyebb formaleválasztás érdekében.



66

58. ábra, Formaleválasztó réteg felhordása

59. ábra, Üvegszövet terítése

A következő fázisban a tökéletesen tiszta szerszám falára fel kell hordani tíz rétegben azt a polimer alapú formaleválasztó bevonatot, amely megakadályozza a héjszerkezet feltapadását a formára, és alkalmazása könnyű szerszámnyitást eredményez. Az anyag felhordása a szerszámra szórópisztollyal történik. Lényeges, hogy a rétegek felülete egységes legyen, a szerszámot tökéletesen befedje. Ennek érdekében a szórópisztolyt az első réteg felhordásakor vízszintes irányba mozdítva, a második réteg felhordásakor függőleges irányba mozdítva, a harmadik réteg felhordásakor ismét vízszintes irányú kézmozgással használják. Minden réteg felhordási iránya az előző réteg felhordási irányára merőleges kell legyen. A tíz réteg öt laminált héjszerkezet kivételét engedi ugyanazon szerszámból, ezért a felhordási műveletet minden ötödik szerszámnyitás után kell csak újból elvégezni. A munkafolyamat rendkívül veszélyes, mivel a légtér toxikus anyagokkal telítődik.



60. ábra, Karbonszövet terítése



61. ábra, Balsafa méretre szabása

A megfelelő védőruházat és védőfelszerelés használata kötelező. Ugyanakkor biztosítani kell a megfelelő szellőzést és légszűrést. Az ide vonatkozó amerikai munkavédelmi szabványok szerint a levegő sztirol szennyezettsége a légköbméterenkénti 200 milligrammot nem haladhatja meg. Kaposváron a szellőztető berendezések működésekor a mért érték 100 milligramm légköbméterenként. A következő munkafázisban felhordásra kerül a majdani héjszerkezet külső felületét fedő nagy szilárdságú, tökéletesen sík, gel-coat réteg. Ez az anyag számos kémiai anyaggal szemben rezisztens, nagy szilárdságú, karcálló így biztosítja a késztermékek hosszú élettartamát. A felhordás szórópisztollyal történik. A következő réteget a speciális skeen-coat szövet alkotja, mely a jármű hő pajzsa. Az egyesült államokbeli DOCKET 90 szabvány előírja, hogy tűz esetén a jármű utasterébe toxikus gáz nem kerülhet, a tűz nem terjedhet tovább, valamint a jármű szerkezet fél óráig nem omolhat össze. A tűzálló réteg fölé öt különböző szálszerkezetű és grammsúlyú üvegszövet és egy karbon szövet réteg kerül terítésre. A karbon szövet alkalmazása csak a járműtetőt befogadó szerszámban tör-



62. ábra, Balsafa réteg terítése

63. ábra, Méretre szabot üveg szövetek

ténik, ennek oka, hogy az autóbusz tetőszerkezet kialakítása képes fogadni azokat a komprimált gáztartályokat, amelyekbe a meghajtáshoz szükséges CNG-t (Compressed Natural Gas) töltik. A tartályok esetleges robbanása megköveteli a rendkívüli szilárdságot, ennek érdekében szén-szálas szövet beépítése szükséges. A szendvicsszerkezet következő rétegét a hajlító, nyírószilárdság növelése érdekében építik be, amely vagy balsafa vagy Herex habosított PVC. A balsafát Equador-ban termesztik ahol táblaformájú félkész terméket készítenek belőle. A tábla egyik fele üveg-szövet erősítésű, amely rögzítés tábla formában egyesíti a 25 x 50 x 18 mm méretű, szorosan egymás mellé helyezett balsafa idomokat. Ez a szerkezeti kialakítás lehetővé teszi, hogy a balsafa tábla a szerszámba történő terítés során formakövető legyen. A különálló balsafa idomok közötti résekbe injektált műgyanta, kötés után könnyű, de szilárd idomot hoz létre. A balsafára terítendő további üvegszövetek szerkezete a mag alatti rétegződés tükörképe kell legyen. A héjszerkezet metszete szimmetrikus. Utolsó réteggént egy speciális ritkaszövésű ún. SCRIMP-hálót terítenek, amely az egyenletes gyantaterülést segíti.

64. ábra, Műgyanta infúziója





65. ábra, Műgyanta infúziója

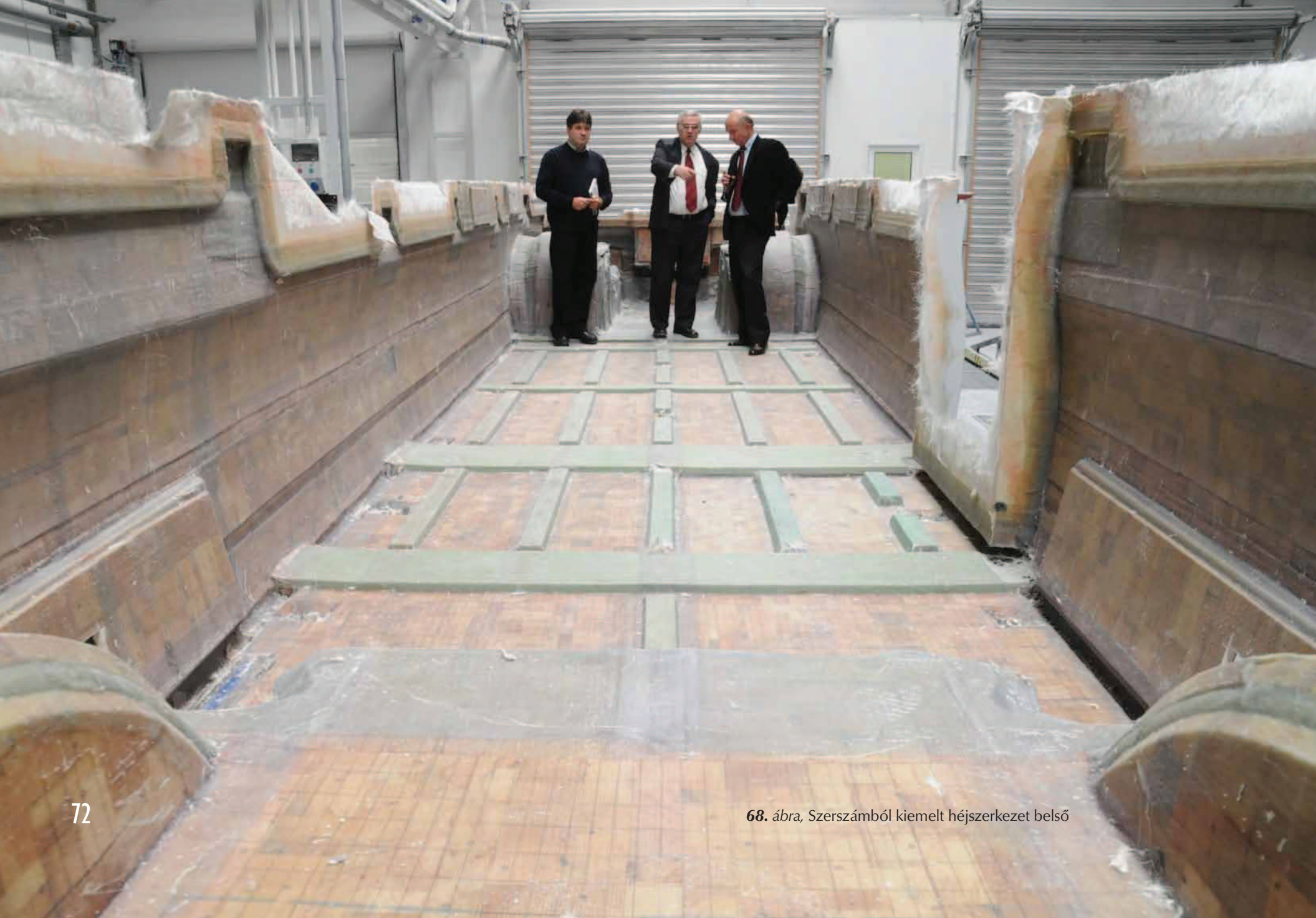


66. ábra, Műgyanta infúziója

A karosszéria tervezése során figyelembe kell venni, hogy a különböző részelemek a használat során, akár szélsőséges körülmények között, milyen igénybevételnek lesznek kitéve. A különböző mechanikai terhelésekre történő optimális tervezést, egy véges elem modellező programban végzik a mérnökök. Így képesek a kritikus pontokon azokat az ideális, szerkezeti (szövetterítési) megoldásokat alkalmazni, amelyek az elérhető legnagyobb mechanikai szilárdságot eredményezik. A munkafolyamat következő fázisában a szerszámokba terített rétegekre, a forma hosszanti szimmetria tengelyével párhuzamosan helyezik azokat infúziós csöveket, melyeken keresztül majd az üvegszövetek műgyantával történő átítatása történik. A csatornák kiosztása, ill. a szerszámon kívülre eső végeik kötegbe rendezése után az egész felületet fóliával fedik le. Ezt a fóliát a szerszám peremén légmentesen lezárják. A fólia alatt a peremvonalon helyezkedik el egy körbefutó, spirállal erősített vákuumcső, amelynek kivezetése egy vákuum tartályhoz csatlakozik. A szerszámok előkészítése itt befejeződik, elkezdődhet a műgyanta betöltése.



67. ábra, Szerszámból kiemelt héjszerkezet



69. ábra, Sorják eltávolítása

A szerszám peremére emelik a DERAKAN 411.200 típusú, vinyl észter műgyantával töltött tartályokat. Közvetlenül az infúzió megkezdése előtt elegyítik methyl ethyl keton peroxid katalizátorral, ami beindítja a polimerizációt. A műgyanta ezen kívül különböző kémiai promótereket is tartalmaz, többek közt: kóbalt naftenátot, dimetil anilint, pentandiont. A felsorolt anyagok szabályozzák a héjszerkezet keménységét, a térhálósodást, a gél időt. A tartályokba helyezik a kötegekbe rendezett infúziós cső végeket, majd beindítják a fólia alatti vákuumképzést. Nagyon fontos, hogy a fólia mindenütt ép legyen, ugyanis apró sérülés is azt eredményezheti, hogy a vákuum miatt a szendvics szerkezet a hibás ponton levegős, szivacsos lesz.



70 ábra, Váz elemek rögzítése





71. ábra, Padlólemez beragasztása

A feltöltés 900 milibar nyomás alatt kezdődik, ami a művelet végén 400 milibar nyomás alatt fejeződik be, biztosítva a tökéletes, egyenletes gyanta átítatódást. A szerszám teljes feltöltéséhez megközelítően 740 kg gyanta szükséges (az autóbusz karosszéria alsó felét befogadó szerszámnál). A polimerizációs folyamat optimálisan 18 celsius hőfok körül eredményez tökéletes térhálósodást, ezért nyáron adott esetben hűteni, télen fűteni kell a csarnokot. A teljes feltöltést követően a héj, kb. nyolc óra után éri el azt a szilárdságot, amikor a szerszám nyitható és a karosszéria elem kiemelhető.



72. ábra, Összeillesztésre előkészített karosszéria felső elem



73. ábra, Karosszéria elemek illesztése



74. ábra, Karosszéria elemek illesztése

A gyártási folyamat a részidomok összeragasztásra történő előkészítésével folytatódik. A szerszámból kiemelt idomokat először az ún. szélező műhelybe szállítják. A karosszéria elemekről leválasztják a peremeken képződött sorjákat. Az illesztési pontok felületét lecsiszolják. Az előkészítési folyamat végén a főszerszámokban elkészült két fél idomot átszállítják az összeszerelő csarnokba, ahol először az alsó elembe behelyezik, majd beragasztják a padlósík lemezét. Majd a fél idomokat egymás fölé emelve a ragasztási pontok között rést hagyva megkezdik a Plexus 422 metil-metakrilát kötőanyag adagolását. Az összeillesztéskor behelyezik az ablaknyílásokba azokat a zárt szelvényekből készült kereteket, amelyek segítik a járműkarosszéria két fél elem illesztésének pozícionálását. Következik az idomok óvatos egyesítése. Az ablakok közötti oszlopok találkozási pontjai közt alakos kapcsolat jön létre, ahol az alakos kapcsolat közötti réseket furatokon keresztül töltik fel metil-metakriláttal, majd az illeszkedő felületeket mindenütt pillanatszorítókkal préselik össze. A ragasztó teljes kötése hat órát vesz igénybe.



75. ábra, Alakos kötésű elemek pozícionálása



76. ábra Karosszéria elemek ragasztása



77. ábra, Távtartó keretek behelyezése



78. ábra, Alakos kötészű elemek közti rész kitöltése ragasztóval furatokon keresztül



79 ábra, Egyben az összeillesztett és ragasztott két fél elem

A jármű karosszéria a gyártás következő fázisában átszállításra kerül a fényező műhelybe. Az alkalmazott festési eljárás azonos egy hagyományos járműfényező műhely technológiai folyamatával. A karosszériát először kittelik, a felületet csiszolják, majd töltő alapozó réteggel vonják be. Ezt követi a fűgázás, majd három rétegű színre fújás következik. A fényezés során alkalmaznak speciális festékszárszerek is. A kerékűrt 2 mm vastag Thermoshield tűzálló réteggel vonják be, ami a szendvicsszerkezetbe épített Skeen-coat mellett, második hő pajzsként funkcionál. Ez a felület 1900 Fahrenheit hőmérsékletig megőrzi tűzállóságát, valamint jelentős zajszigetelő. A járműszekrény tetejét szintén speciális bevonattal látják el, amely egy érdekes felületet eredményez. A csúszásmentesség fontos tényező abban az esetben, mikor a jármű tetején elhelyezett tartályokat ellenőrizni kell. A járművek színével kapcsolatosan minden esetben a megrendelő közlekedési vállalat arculati kézikönyvében megadott RAL színek az irányadók.



80. ábra, Karosszéria előkészítése festésre



81. ábra, Felragasztott Taraflex padló burkolat



80

82. ábra, Kábelcsatornák rögzítése

83. ábra, Rész idomok felszerelése



84. ábra, Szállításra előkészített karosszériák



A gyártás befejező szakaszában a járművön egy következő csarnokban elvégzik az utolsó szerelési műveleteket. Felszerelik az ideiglenes futóművet, az „igazit” az Anniston-i telephelyen kapja majd meg. Beillesztik az ajtókat, az utastér járó felületét burkolják a csúszásmentes Taraflex padlóburkolattal. Beszerelik a szélvédőket, majd elvégzik a zajszigeteléssel kapcsolatos munkálatokat, poliuretán habbal töltik fel a zárt tereket. Rögzítik az ideiglenes vonókeretet, ami mozgathatóvá teszi a járművet. A már gurulóképes autóbusz karosszériát felkészítik a szállításra, hogy azt sérülésmentesen érkezzon az Anniston-i végösszeszerelő műhelybe. Anniston-ban szerelik be az összes gépészeti főegységet, a motort, a hidraulikát, az elektronikát, gáztartályokat, légkondicionálót, az utas üléseket, és a kapaszkodókat.



## Autóbuszok passzív biztonsága

A NABI 45 C-LFV CompoBus az Altuna-i terheléses vizsgálatok során paramétereiben felülmúlta az addig tesztelt valamennyi busz minőségi specifikációját. A tesztek mindahány szegmensében előírt direktívának maximálisan megfelelt és azokat hibapont nélkül teljesítette. Egy tartós szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező jármű, költségkímélő lehet üzemeltetője számára, de fontos szempont az utazóközönség biztonságos szállítása szempontjából is.

A haszongépjárművek, autóbuszok tervezésekor a passzív biztonsági rendszer kialakításához, nem végeztek olyan számú törés és ütközési tesztet, mint a személygépkocsi karosszéria konstrukciós alapelvek lefektetésekor. Nem is volt rá szükség, hiszen egy autóbusz szerkezeti kialakítása merőben más építő elemeket tartalmaz. A személyautók sajtolt acéllemezekből összehegesztett, önhordós karosszériák. Az autóbuszok, hegesztett szénacél vázra épített, rácsszerkezetű, zártszelvényekből építkező karosszériák. A ma, Magyarországon működő

autóbuszokat gyártó üzemek, követik a világ valamennyi autóbusz gyárában járatos technológiai eljárásokat. A hazai gyártók közös vonása, hogy mindegyikük története valamilyen szálon kapcsolódik az egykori magyar gyár óriáshoz, az Ikarushoz. Az itthon, jelenleg előállított autóbuszok gyártástechnológiai, konstrukciós alapelvei mélyen a több mint százéves múltra visszatekintő néhai gyár, mérnök szellemiségében gyökereznek.

Az 1970-es évek elején, Budapesten az Ikarus sashalmi gyárában a 200-as és 250-es típusú autóbuszok fejlesztése során, végeztek vázborításos teszteket. A kísérletek során vizsgálták az autóbuszok felépítményének, tetőszerkezetének szilárdságát. A próba végrehajtását az Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottsága (ENSZ-EGB) R-66-os, tetőszilárdságra vonatkozó előírás követelményeinek igazolása tette szükségessé. A vizsgálat során bizonyítani kellett, hogy a borulás során a járművön keletkező deformáció, hogy annyi maradó életteret, amely az utasok túlélését biztosítja. A követelménynek a jármű felépítmény

hossztengelyének bármely pontján mérve, meg kellett felelni. Autóbuszra vonatkozó, ütközéses törésteszt elvégzését EU-s direktívák, szabványok nem írják elő, ugyanakkor az Ikarus budapesti telephelyén, ilyen irányú kísérletek is folytak. A vizsgálat elvégzésének költségvonzatát a cég akkori anyagi helyzete lehetővé tette. Az eredményeket az Ikarus mint reklámértékű adatokat, prezentációi során fel tudta használni. A sashalmi telephelyen, fémlemezzel megerősített betoneból készült építmény szolgált becsapódási felületként a kísérlet során. Vizsgálták a frontális és ferde becsapódáskor a jármű felépítményén, valamint a

vezető dobogóján és pedálterén keletkező deformációkat.

Egy autóbusz törésteszt lefolytatása rendkívül költséges feladat a tesztre a legtöbb gyár nem is vállalkozik. 2007-ben az USA-beli National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) autóbusz törésteszt végrehajtását rendelte meg a Vehicle Research and Test Center (VRTC)-től. A teszt végrehajtása során a Motor Coach Industry (MCI) által gyártott 54 üléses, 2000 MCI 102EL3 Renaissance Series típusú autóbuszt ütköztették frontálisan, 30,36 mérföld (48,6 km/h) sebességgel. A vizsgálat célja, hogy teszteljék a jármű, ülésinek rögzítési szilárdságát. A kísérlet során 22 Dummy

86. ábra, Transportation Research Center Inc  
törésteszt végső állapot









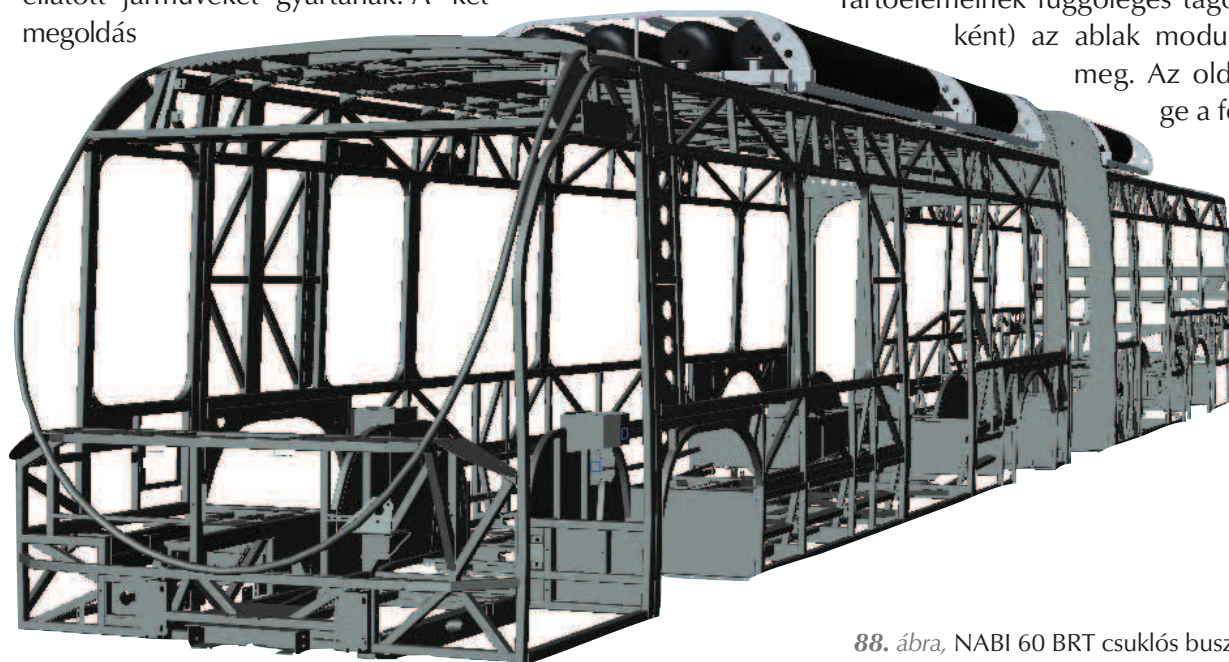
tesztbábút használtak, amelyek egy része biztonsági övvel volt az ülésekhez csatolva. Az eseményeket négy nagysebességű Weinberger G2 nagyfelbontású kamerával vették fel, amelyek másodpercenként 1000 képkockát képesek rögzíteni. Az ütközés során a Dummy tesztbábúkról érkező adatokat 400 csatornán keresztül rögzítették. A viszonylag alacsony sebesség melletti ütközés látványa és eredménye megdöbbentő. A jármű felépítmény a becsapódás következményeként rendkívüli módon deformálódik, a tetőszerkezet leválik. A mellső szélvédő síkja és a teljes frontoldal az első futómű tengelyéig, szinte teljesen eltűnik. Egy ilyen ütközés minden bizonnyal a vezető halálát eredményezi. Az NHTSA (Nemzeti Autópálya Közlekedésbiztonsági Felügyelet) a felvételt közzétette a YouTube-on, azzal a nem titkolt szándékkal, hogy felhívja az autóbusz vezetők figyelmét, akik a teszt során alkalmazott sebességnél, lényegesen gyorsabban közlekednek az autópályákon. A tesztjármű belsejében elhelyezett kamerák rögzítették az ütközés során az utastérben zajló eseményeket. A 22 Dummy tesztbábúkról begyűjtött adatok, egyértelműen igazolták a sérülés esélyének minimalizálását, becsatolt biztonsági öv esetén.

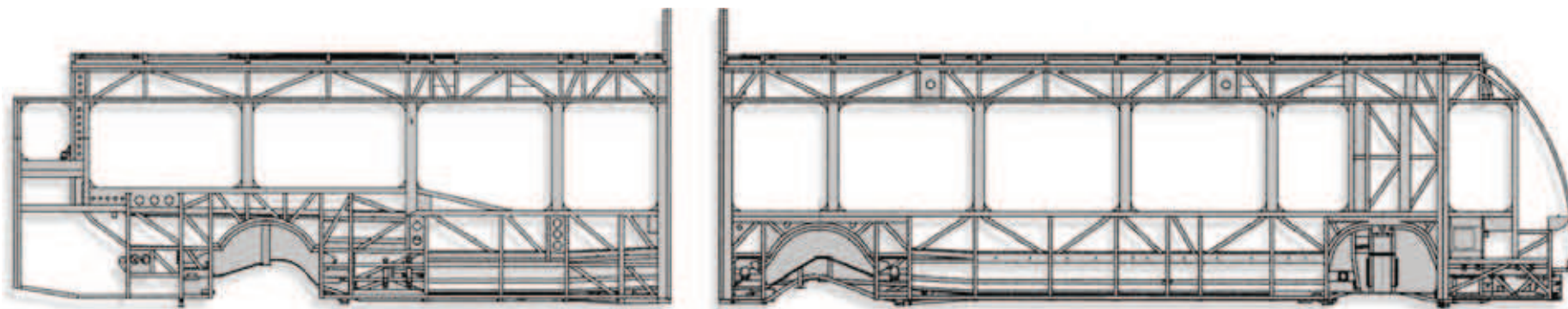
87 ábra, Transportation Research Center Inc törés teszt

A kísérlet hitelesítette az MCI gyár jó minőségű tervezését és kivitelezését, hiszen valamennyi utas ülés szilárdan a helyén maradt. A Dummy bábuk nyak és deréktájon elhelyezett, gyorsulást és lassulást rögzítő érzékelőinek adataiból a VRTC értékes információkat gyűjthetett össze az ütközés, utasokra gyakorolt élettani hatásairól. Ülészilárdsági vizsgálatot az egykori Ikarusnál is végeztek, de ott nem egy komplett járművet ütköztettek, hanem csak azt a megépített járműszelvényt, ami négy ülés elhelyezéséhez volt elegendő. A hegesztett szénacél vázas autóbuszok szerkezeti felépítésükből adódóan, többfélék lehetnek. Bizonyos gyártók kész alvázra építik fel a kocsiszerkezetet. Más gyártók, mint például a NABI önhordós karosszériával ellátott járműveket gyártanak. A két megoldás

eltérő végeredményt ad, míg az első variációban valamilyen terhet az alváz viseli, addig az önhordós váz, vagyis a teljes felépítmény, egy egységet képezve lesz teherviselő. Az önhordós autóbuszok jármű szerkezete, szerkezeti konstrukciójuknál fogva, több szilárdsági zónára tagolható. Legmerevebb egysége az ún. fenékváz, ami egy rendkívüli nagy ellenálló képességű, két hosszanti főtartó és velük egybe épített, keresztartókkal merevített, rácsszerkezet. Ez a jármű alváza, melyhez kapcsolódik a futómű a meghajtás és valamilyen egyéb felépítmény. A NABI autóbuszain a fenékváz bázisául, 90 x 50 x 3 mm-es zártszelvényt alkalmaznak. Rozsdamentes alváz esetén 100 x 50 x 3 mm-es zártszelvényt. A jármű következő szilárdsági zónája az oldalfal.

Tartóelemeinek függőleges tagoltságát (1300 mm-enként) az ablak modulok mérete határozza meg. Az oldalfal szerkezeti egysége a fenék vázától az ablakok









89. ábra, NABI 60 BRT csuklós busz önhordós vázszerkezete

alsó részén húzódo tartóig az un. mellővig tart. Az ablak modulok közti függőleges tartó szelvény mérete: 120 x 40 x 2 mm-es zártszelvény. A robosztus méretezést, a tetőn elhelyezett 12 db gáztartály súlyának viselése indokolja. (Az egykori Ikarus buszoknál az ablakok közti oszlopokat 40 x 50 x 2 mm-es zártszelvényekből építették) A következő szilárdsági zónát az ablakok fölötti vízszintes tartótól az un. felső övtől fölfelé a tetőszerkezet alkotja. Ütközések esetén az autóbuszok legsérülékenyebb zónája az ablakok sávja. Számos balesetnél megfigyelhető a terület súlyos deformációja. A fenékváz ugyanakkor szinte „sérthetetlen”, hiszen egy esetleges baleset következtében a terhelést egy nagy szilárdságú térbeli konstrukció viseli, míg az oldalfal esetén egy sík szerkezeti elem nyeli el a kinetikus energiákat. Az USA-ban közlekedő autóbuszok szerkezetének fenékvázát az a front-, és hátoldalon általá-

ban Romeo Rim ütközőkkel erősítik, amelyek az európai ütközőkhöz képest lényegesen erőteljesebb szerkezeti kialakítással bírnak, így tovább szilárdítják a járművek ellenálló képességét. Az ütközőkkel szembeni elvárás előírja, hogy ha az autóbusz 6,5 mérföld (10,1 Km/h) sebességgel koccan az előtte álló autóbusz lökhárítójával akkor sem az autóbuszon sem pedig a lökhárítón strukturális deformáció nem keletkezhet. Ugyanezt az elvárást kell teljesítenie 30 fokos szög alatti ütközéskor, de ennek az előírásnak csak 5,5 mérföld (8.8 Km/h) sebesség mellett kell eleget tennie. A személygépkocsik frontális valamint hátsó ráfutásos ütközési tesztjeit kezdetben alacsony 5, 15, 40, majd 56 Km/h sebességű járművekkel vizsgálták. Mára ezt a sebességhatárt felemelték 64 Km/h-ra. Az Európában forgalomba kerülő járműveket a brüsszeli székhelyű European New Car Assessment Programme

SPECIFICATIONS		THE HELP SYSTEM	
HEIGHT:	9"		
CROSS-SECTION WIDTH:	5.5"		
AVERAGE WEIGHT:	85 LBS.		
MINIMUM GVW:	10,000 LBS.		
MAXIMUM GVW:	18,000 LBS.		
			
TEST		PERFORMANCE	
FIXED BARRIER AT 5.0/6.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
30° CORNER IMPACT AT 4.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
CENTER IMPACT AT 6.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
REPEAT OF TEST SERIES		UNIMPAIRED PERFORMANCE	
Performance contingent on mounting conditions.			

SPECIFICATIONS		THE HELP SYSTEM	
HEIGHT:	11"		
CROSS-SECTION WIDTH:	7.25"		
AVERAGE WEIGHT:	150 LBS.		
MINIMUM GVW:	18,000 LBS.		
MAXIMUM GVW:	30,000 LBS.		
			
TEST		PERFORMANCE	
FIXED BARRIER AT 2.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
30° CORNER IMPACT AT 4.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
CENTER IMPACT AT 5.0 MPH		NO DAMAGE TO BUMPER OR VEHICLE	
BUMPER EFFECTIVENESS AT LOW TEMPERATURE OF 0° F		STIFFNESS DID NOT INCREASE MORE THAN 40% OVER VALUES OF 73° F	
BUMPER EFFECTIVENESS AT ELEVATED TEMPERATURE OF 120° F		NO CHANGE IN STIFFNESS AND PERFORMANCE	
RESISTANCE TO PUNCTURE BY 1/4" DIAMETER SPHERICALLY RADIUSED ROD AT 350 LBS. FORCE		NO DAMAGE.	
REPEAT OF TEST SERIES		UNIMPAIRED PERFORMANCE	
Performance contingent on mounting conditions.			

(Euro NCAP) szervezetének, laboratóriumában vizsgálják és értékelik a törési tesztek alapján. Míg korábban teljes átfedésűek voltak a frontális ütköztetések, ma már 40%-os átfedéssel is folytatnak vizsgálatokat. A járműveket frontálisan 65 Km/h-s sebességgel, oldalirányban 50 Km/h-s sebességgel, oszloppal 29 Km/h-s sebességgel, gyalogos szimulátorral pedig 40 Km/h-s sebességgel ütköztetik.

91 ábra, Romeo Rim lökhárító a NABI LFW 40 autóbuszon





Autóbuszokra vonatkozóan a hatóságok nem írnak elő kötelezően ilyen mélységű teszt vizsgálatokat. A NABI budapesti és kaposvári gyára a jelenleg gyártott konstrukcióin oldallirányú ütköztetési tesztben vizsgálta termékei strukturális szilárdságát. A NABI 60 BRT típusú hegesztett szén acélvázás csuklós autóbuszának oldallirányú ütköztetését a budapesti székhelyű AUTÓKUT Kft. végezte. Vizsgálatának eredményeként igazolta, hogy az autóbusz karosszériáján keletkező deformáció, egy 40 Km/h-s sebességgel merőlegesen oldallirányból becsapódó személygépkocsi hatására nem haladja meg a 3 inch (76,2 mm) mélységet.

Ugyanezt a vizsgálatot Kaposváron is elvégezték a NBI 45 CLFW Compobus-on is, ahol a 40 Km/h-s sebességgel, merőlegesen oldallirányból becsapódó jármű a kompozit autóbusz oldalán, semmilyen maradandó deformációt nem idézett elő. A kaposvári kísérlet kiegészült a kompozit busz tetőterheléses vizsgálatával, ahol az autóbusz tetősíkján 21 tonna megoszló terhet helyeztek el. A tetőn a legnagyobb deformáció 21 mm volt, amit a jármű nyitott ajtaja feletti tetősík lehajlásánál mértek. A terhelés levétele után a deformáció teljesen megszűnt és a járműszerkevény visszanyerte eredeti formáját.



96.-97.-98-99. ábra, NABI 45 C LFW CompoBus tetőterhelési  
teszt (Kaposvár)







A járművek vázszerkezetének felépítése határozza meg az adott közlekedési eszköz passzív biztonsági jellemzőit. Számtalan kísérlet, törésteszt során jutott el a járműipar a ma alkalmazott műszaki megoldásokig. Személygépkocsik esetében szinte kivétel nélkül minden típuson elvégzik az ehhez szükséges vizsgálatokat. Az autóbuszok esetében ugyanezt csak a legnagyobb gyártók tehetik meg, vagy mint a bemutatott VRTC töréstesztjét, valójában nem is a gyártó, hanem egy kellő tőkével rendelkező felügyeleti szerv rendelte meg. A jármű konstruktőröket azonban több lehetőség is támogatja munkájukban. A tervező asztalon elképzelt és 3D-s programban elkészült alkatrészeket, szerkezeti elemeket, végelem-analízis programon tesztelve, a fejlesztők olyan adatokhoz juthatnak, melyek segítségével minimalizálhatják a tervezői tévedéseket. A kapott eredmények azonban nem nélkülözhetik a későbbi terheléses próbák, teszt vizsgálatok elvégzését.

Egy típus konstruktóri munkájának eredményeit az adott jármű összegyűjtött közúti baleseteinek elemzése is igazolhatja. A közlekedésfelügyeleti szervek szakértői csoportjai minden esetben vizsgálják a balesetekben megrongálódott

járművek szerkezeti töréseit. Több évtizedre visszamenően archív anyagokkal rendelkeznek és adott esetben jelzik észrevételeiket a járműgyártók felé. Természetesen a balesetek számtalan válfaja közt, találkoznak azokkal az esetekkel amelyekre járművet méretezni nem tudunk. Például vasúti átjárókban történő vonat és autóbusz ütközéskor fellépő kinetikus erők roncsoló hatását kiküszöbölő mérnöki szerkezetet létrehozni lehetetlenség. Az ilyen súlyos tragédiák megelőzésében talán a járműtervezésben résztvevő formatervező munkája segíthet a legtöbbit. A jármű vezető minimál terének ergonómiai felépítését úgy határozza meg, hogy a gépkocsi vezető számára, munkavégzéséhez optimális körülményeket biztosítson. A rossz kilátásból eredő holttér, a kényelmetlen ülés, a hibásan elhelyezett kezelőszervek, pedálok fontos szerepet játszanak a közlekedés biztonságos lebonyolításában. Egy esztétikus jármű kialakítása és annak passzív biztonsági jellemzőinek összehangolása sok esetben akadályokba ütközik. Nem lehet például a fő tartó elemeket a biztonság kedvéért a végtelenségig túlméretezni, mert az önsúlynövekedést, hosszabb fékutat és nagyobb fogyasztást eredményez.

A tervezés során meg kell találni azt az optimális közép-utat melynek eredményeként kellően biztonságos, költség hatékony és esztétikus jármű jöhet létre.

A mindennapi közúti forgalomban résztvevő járművek közül az autóbuszokról elmondható, hogy azok közé a közlekedési eszközök közé tartoznak, melyek a legnagyobb védelmet biztosítják utasaik számára. Külső méreteik, önsúlyuk (NABI 60 BRT 25 típusú csuklós busz önsúlya: 25 tonna) lényegesen eltérnek a személygépkocsiktól. Valójában potenciális közúti veszélyforrásnak inkább a buszok tekinthetők, mintsem rájuk nézve volna veszélyes más közlekedési eszköz, kivéve a hasonló méretűeket. A nagyvárosi forgalomban a részükre biztosított külön sáv ebből a szempontból nem csak a gyorsaság miatt válik fontossá, de a forgalom más résztvevői is biztonságosabban közlekedhetnek. Ilyen elkülönített, gyorsforgalmú pálya a Los Angeles-i Orange Line, amelyet az LA METRO közlekedési vállalat üzemeltet. Köszönhetőnek a jó minőségű, elkülönített pályának, a rendkívül jól szervezett forgalomirányításnak és nem utolsósorban a kiváló minőségű magyar autóbuszoknak, elmondható, hogy az Orange Line a világ legbiztonságosabb tömegközlekedési megoldásainak egyike.



104. ábra, Orange Line , Warner Center végállomás

## Mestermunka tervezésének követelmény specifikációi

**A**NABI budapesti gyáregységének fejlesztési osztály vezetőjével, Habuda Pál főkonstruktőrrel és Pais Nimróddal a kaposvári gyáregység igazgatójával történt megállapodásunkban, doktori kutatásom mellett létrehozandó mestermű, nem az aktuális fejlesztésekhez kapcsolódik.

Témám a Kaposváron gyártott műanyag karosszériájú autóbusz, 45 C-LFW Compobus csuklós verziója új koncepciójének létrehozása. A műanyag karosszéria adta formálási lehetőségeket kihasználva, olyan jármű létrehozása a cél, amely külső jellegét tekintve az elővárosi vasutak formavilágát idézi, ugyanakkor konstrukciója a NABI kaposvári gyárában előállított NABI 45 C-LFW Compobus gyártástechnológiájára épülve a gyártási tapasztalatok felhasználásának segítségével ölt testet. A vasúti jármű és autóbusz

formavilágának vegyítéséből létrejövő tömegközlekedési eszköz, amely specifikusan BRT típusú autóbusz viszonylatra tervezett jármű legyen.

Az autóbusznak ugyanakkor olyan paraméterekkel és menettulajdonságokkal kell rendelkeznie, hogy adott esetben ne csak a prioritást élvező elkülönített pályán, hanem normál városi forgalomban is üzemelhessen.

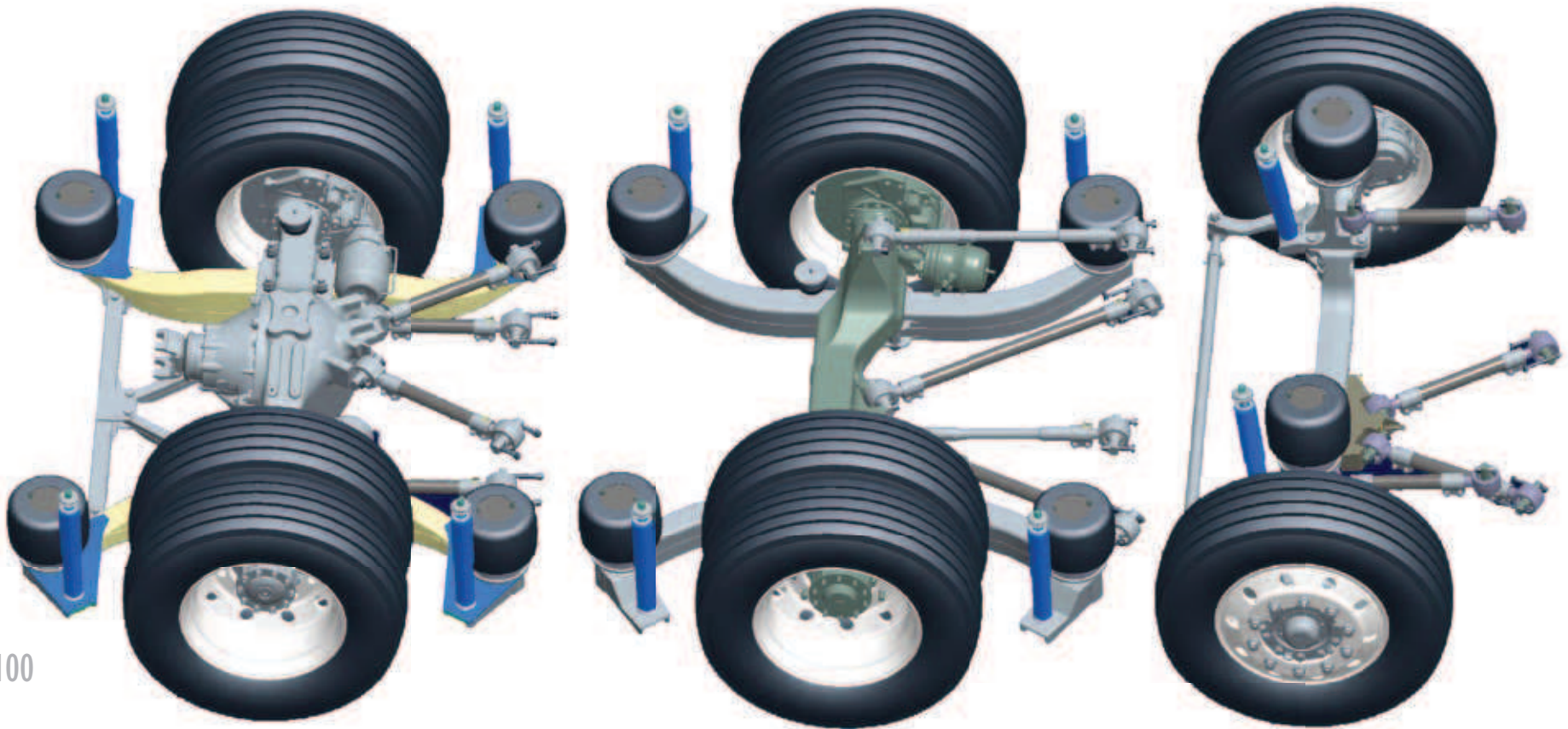
### Tervezési kritériumok:

Az innovatív külsővel létrehozandó jármű, valós technológiára épülve, vegye figyelembe a feltételezett megrendelőnek az LA METRO Közlekedési Vállalatnak korábban a NABI Inc-től vásárolt járművekkel szemben támasztott

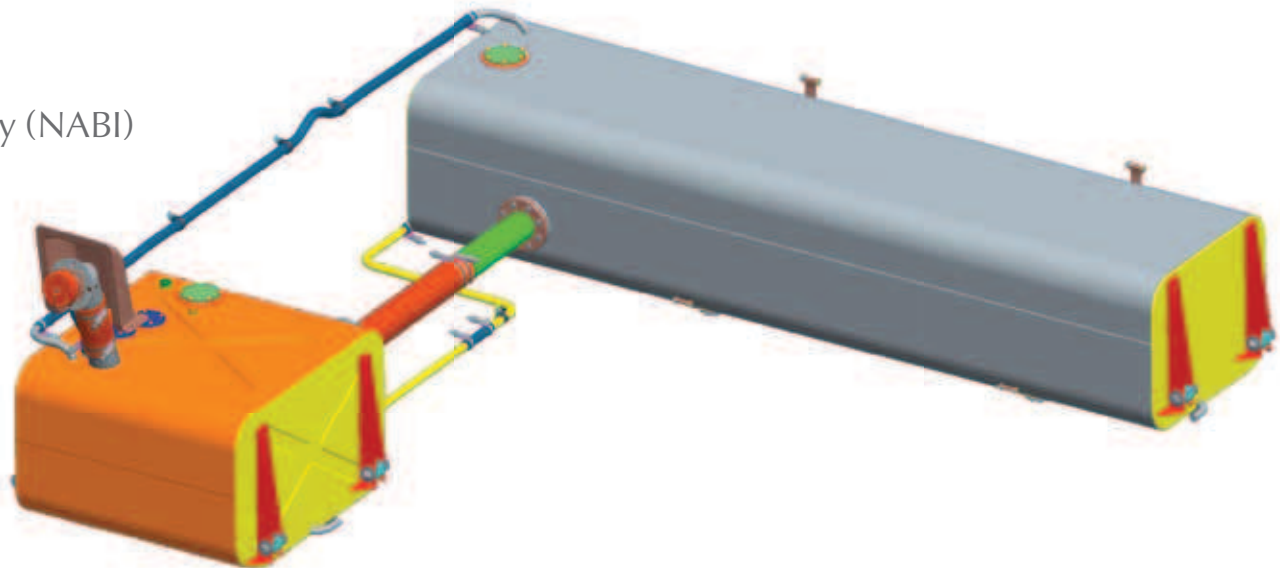
követelményeit. Feleljen meg az FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standard) szövetségi kormány előírásainak és a CVC (California Vehicle Code) követelményeinek. Tegyen eleget az ADA (American with Disabilities Code) a mozgáskorlátozottakkal kapcsolatos kritériumoknak. A tervezés során figyelembe kell venni a Los Angeles-i Orange Line BRT közlekedési szisztémáját, a létrehozandó jármű maradéktalanul illeszthető legyen a jelenleg működő viszonylat rendszerébe. A külső méretek, műszaki tartalom tekintetében irányadónak tekintendő a NABI 65 BRT típusú, 65 láb hosszúságú csuklós autóbusz. Javasolt az adott típus fő méreteinek követése, így a futómű tengelytávjainak, és a padló magasságának, paraméterei adaptálhatóak. A már meglévő méretek alkalmazása, megfelelő terepszöveget eredményez, valamint a jármű előírt, 44 láb sugarú, forduló folyosó, követési képességét is biztosítja. A karosszériát úgy kell kialakítani, hogy az alkalmas legyen a NABI által jelenleg az autóbuszokba épített valamennyi erőforrás beépítésére. Megfelelő helyet kell biztosítani a különböző hajtásmódok üzemanyagtartályainak a hibrid hajtás valamennyi komponensének és a légkondicionáló berendezésnek. A jármű, 70-71 ülő utasnak tegye lehetővé a kényelmes utazást. Az utastérben kellő teret kell biztosítani mozgáskorlátozott kocsirészére, amelyet el kell látni mozgáskorlátozott kocsirészre rögzítő pontokkal. A Los Angeles-be szállításra kerülő autóbuszokon az első ajtónál, a Phoenix-be értékesített járműveken a hátsónál szükséges, mozgáskorlátozottak felszállását segítő rámpa beépítése. Az első ajtó maximális mérete 44 inch legyen, amely biztosítja, hogy a vezető mellett az utasok egyesével haladjanak el, megkönnyítve a jegyeladás folyamatát.

## Beépítésre kerülő komponensek és gyártói

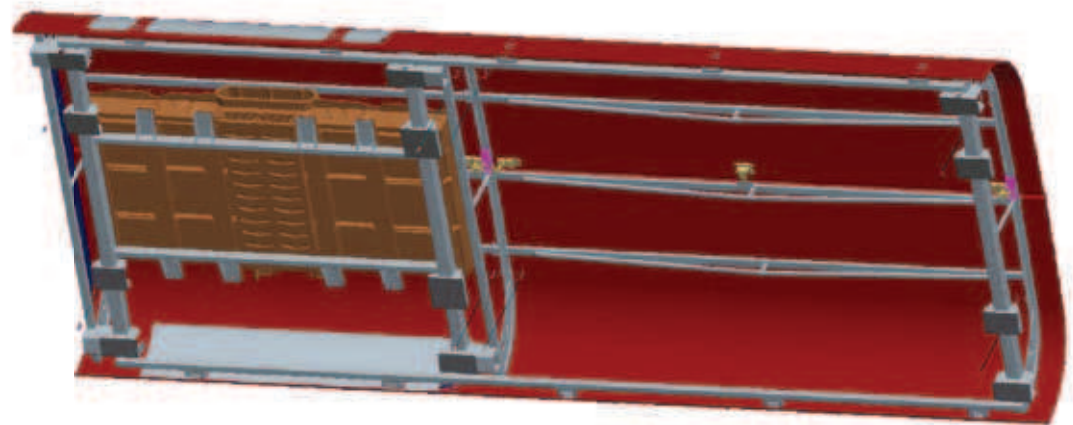
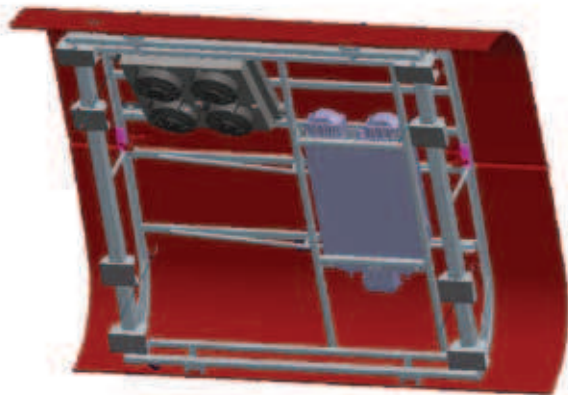
### 1. Futómű (Arvin Meritor)



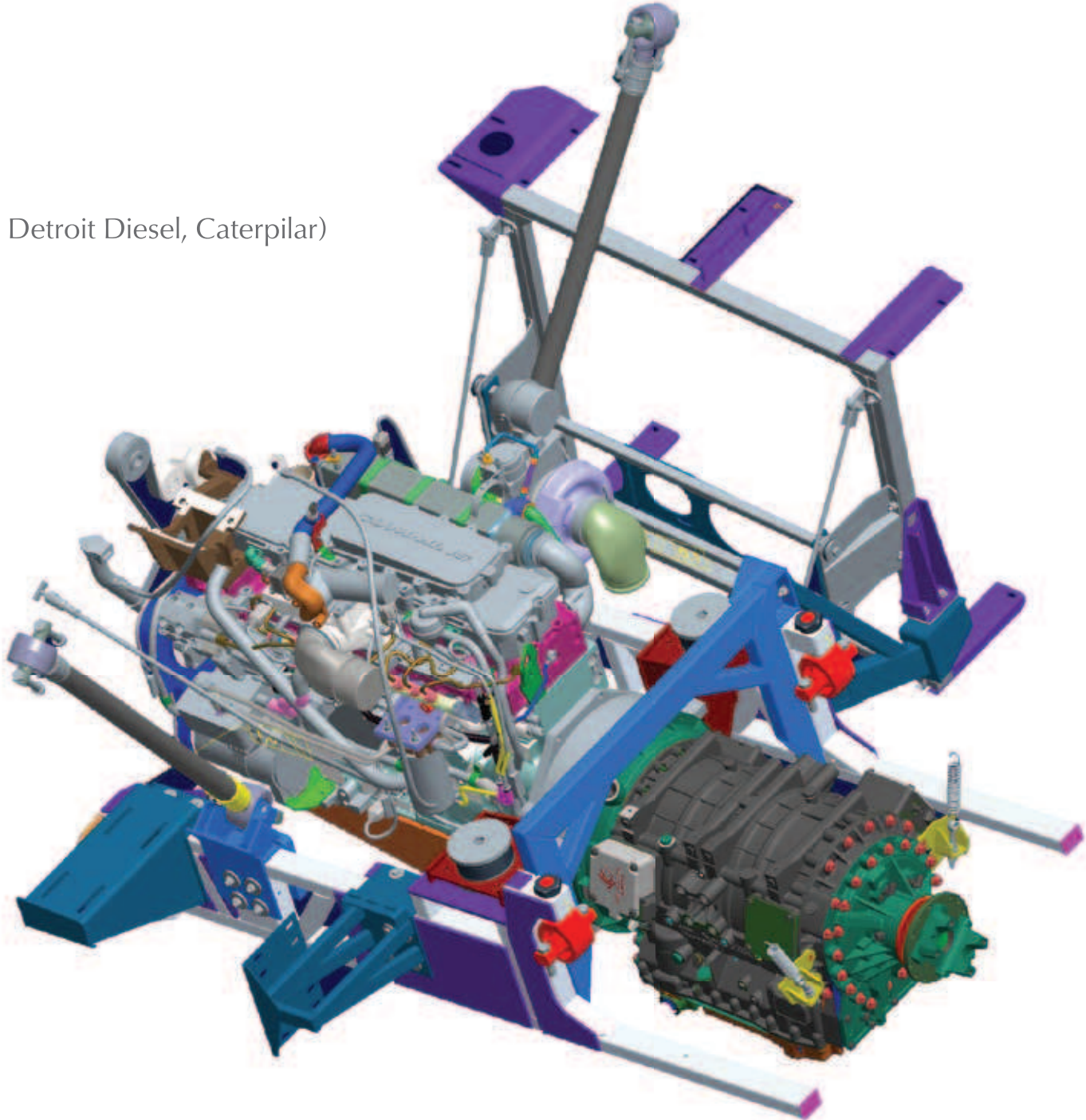
## 2. Üzemanyagtartály (NABI)



## 3. Hibrid hajtás (GM Allison)



4. Motor (Cummins, Detroit Diesel, Caterpillar)





## Dokumentumok átadása:

A mai napon Balvin Nándor úr részére doktori értekezés készítéséhez a NABI Kaposvári gyárában forrásanyagként átadásra került a 45 CLFW autóbusz oldalütközés és tetőterhelés vizsgálatáról készült fényképsorozat és video felvételek.


Az átadott anyagok gyári bizalmas anyagok így azokat a NABI engedélye nélkül a fentiekben megjelölt céltól eltérően sem részben sem egészben tilos másra felhasználni, harmadik félnek tovább adni, bemutatni és másolni!

A fentieket elfogadom és betartom:

X 

Balvin Nándor  
DIA hallgató

Átadó:

X 

Pász Nándor  
Gyárvezető

Kaposvár, 2009. június 4.

## Összegzés, konklúzió:

**A** Firenzei Egyetem fizika tanára, Ugo Bardi a The Oil Drum, Discussion about energy and the future, web-es fórumon a következőket tette közzé „A becsült elméleti olaj kitermelési csúcs a Hubbert Görbe alapján 2005 és 2010 közé esett” Feltehető, hogy a kitermelés nem folytatható sokáig a korábban megszokott szinten.

Colin Cambell, brit geológus szerint: „A fogyatkozó energiát illetően az igazság, ha kiderülne, az akkora pánikot okozna, amelyhez foghatót az emberiség még nem élt át.” Az ijesztő jelentéseket támasztják alá a szinte már hetente bejelentésre kerülő, meredeken emelkedő üzemanyagárak. Némi bizakodásra ad okot, Tony Hayward a British Petrol vezérigazgatójának nem rég tett nyilatkozata, melyben elmondta, hogy a bizonyított földgáztartalékok mennyisége ez idáig túlságosan alábecsültek voltak. A legújabb kutatások alapján beigazolódni látszik, hogy jelen-

leg még 12.000.000.000.000 hordó kőolajjal egyenértékű földgáz tartalékunk van.

Csak a bizonyított tartalékok, mintegy hatvan évvel kitolják a fosszilis energiahordozók kimerülésének legközelebbi időpontját. A rendelkezésünkre álló idő, talán elegendő ahhoz, hogy az emberiség az energia felhasználása terén némi korrekcióval kedvezőbb jövőképet vetítsen maga elé. Ismerve a nagyvárosok utóbbi időben bekövetkezett robbanásszerű népesedését, a közösségi közlekedés fejlesztése a korábbi periódusokhoz képest, lényegesen körültekintőbb és előrelátóbb koordinációt kíván. A tömegközlekedés jövőbeni korszerűsítésének egyik bizonyítottan jó alternatívája a Bus Rapid Transit viszonylat kiépítése.

Doktori mester munkám választott témája egy olyan jármű, amely tökéletesen beilleszthető a BRT tömegközlekedési szisztémájába. Számomra nagy jelentőséggel bírt

a tény, hogy megtervezhetem a világ első olyan 65 láb hosszúságú csuklós autóbuszának design-jét, amely tisztán kompozit elemekből építkezik. A kaposvári gyáregység indulása óta egy típust állít elő a 45 láb hosszúságú NABI 45 C-LFV kompozit buszt. Már 2002-ben a NABI fejlesztő mérnökei elméletben foglalkoztak egy 65 láb hosszúságú, csuklós műanyag busz létrehozásával. A jelenleg is gyártott 45-CLFW CompoBus moduláris részelemeit adoptálva építették meg tervük jellegrajzát. Elképzelésük szerint a ma is használt szerszámokban létrehozható moduláris elemekből, rengeteg kézi munka befektetéssel kívántak összeállítani egy csuklós prototípust. Elkészítették tervük 3d-s modelljét, a dokumentáció lebontása azonban elmaradt, a tervezési folyamat jellegrajz szinten félbeszakadt. A kiindulási alapként használt NABI 45C-LFV CompoBus formaterve, ma már több mint 10 éves. A járműiparban egy évtized, nagyon hosszú idő, 10 év alatt a haszongépjárművek forma világa teljesen átalakult. Termék, amelynek design-ja elavult, piacra történő bevezetése és sikere kétséges lehet. Ugyanakkor a gyártásban eltelt időszak alatt számos konstrukciós és formatervezői hibára derült fény a típussal kapcsolatban ezért, szükséges lenne azok korrigálása.

Az általam elkészített forma tervezése során igyekeztem valamennyi korábbi tévedést kiiktatni. A gyártáshoz szükséges moduláris, osztható szerszámok lehetővé tennék a 65 láb hosszúságú autóbusz laminálását, de kialakíthatók lennének oly módon, hogy beiktatott osztható határoló elemekkel 60 láb hosszúságú csuklós busz, vagy 45 láb hosszúságú egy szekrényes szóló buszt is laminálhassunk bennük, mellőzve mindennemű technológiai kényszer-

megoldást. A jármű tervezésekor alkalmazkodtam a NABI 65 BRT meglévő típus külső méreteihez, valamint a futómű tengelytávjaihoz. A mérettartás természetesen bizonyos korlátokat jelentett, de ugyanakkor biztosította azt a lehetőséget, hogy az általam tervezett jármű bizonyosan meg fog felelni azoknak a követelményeknek, amelyek a zavartalan üzemeltetéshez szükségesek. Az új design minden egyes elemének formai kialakítása pontosan alkalmazkodik a NABI SCRIMP gyártástechnológiájához. A karosszéria elemeinek kivitelezése nem támaszt olyan igényeket a gyártósoron dolgozó szakmunkásokkal szemben, amelyek folytonos szakmai bravúrok végrehajtását kívánná részükről.

Az összképet tekintve, tiszta arányos külső tömeg kialakítására törekedtem, melynek belső részformáinak képzése, harmonikusan illeszkedik az egészhez. A tervezés során a high-tech és egy enyhén kinetikusra hangolt formavilág elegyének összehangolt szintézisét kívántam elérni. Célul tűztem magam elé, hogy létrehozzak egy tisztán BRT specifikus, önálló autóbusz design kategóriát.

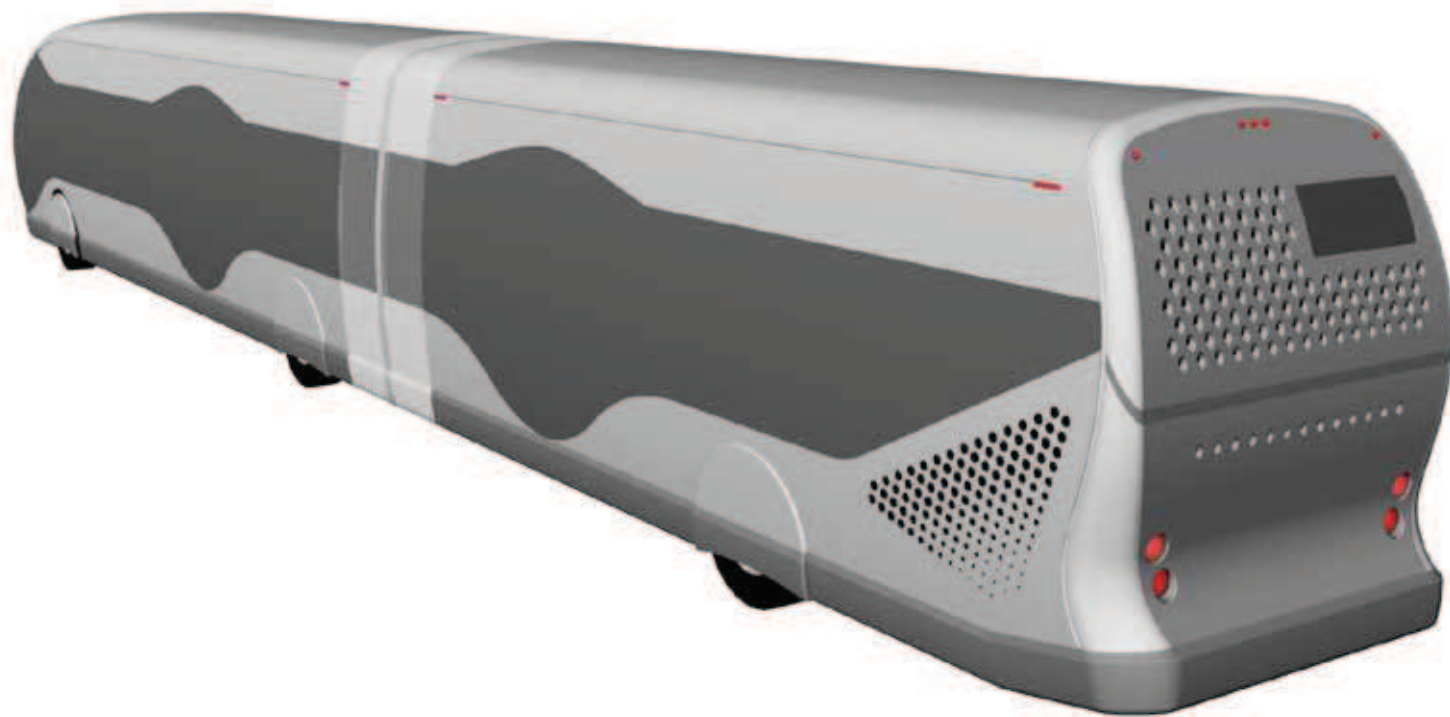
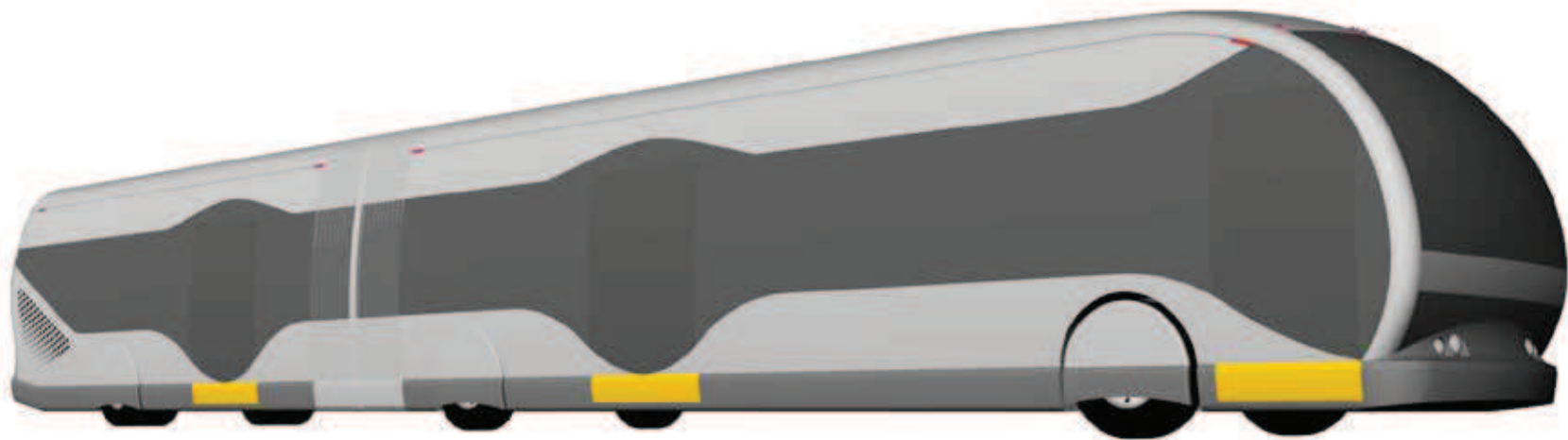
A NABI Inc. aktuális fejlesztési project-jeibe külsős formatervezőként bekapcsolódni nagyon nehéz, szinte lehetetlen feladat lett volna. Az általuk fejlesztett új autóbuszok prototípusainak előállítására, az ötlet felvetéstől a kész produktumig maximum egy év alatt lezajlott. (A NABI 60 BRT fejlesztését pontosan egy év alatt, 30.000 „mérnök óra” befektetésével fejezték be a budapesti gyáregységben.) A rendelkezésre álló rövid időintervallumot teljes mértékig a piaci tényezők által diktált elvárások szabták meg. Idegen designer-ként bekapcsolódni ebbe a rend-

szerbe igen körülményes, ezért gyakorlattá sem vált. Gyártástechnológiai, szerkezet technológiai ismeretek nélkül, pedig képtelenség hiteles design-t produkálni. A megállapítás nem azt jelenti, hogy az adott problémát műszakilag mérnöki mélységig ismerni kell, de az összefüggésekre olyan szintű rálátás elsajátítása szükséges, amely kizárja a tévedéseket, már az ötletszintű design vázlatozás periódusában is. Ellenkező esetben designer és mérnök között nem válik szabaddá az a kommunikációs csatorna, amely biztosítja kooperációjukat. Egy autóbusz formatervezése nem a tervezési alapelvek öncélú elméleti rendszereinek megalkotása mentén zajlik. Ebben a tervezési kontextusban a megrendelőre ráerőltetni egy kreált extrém világot, elementáris tévedés lenne. Az öncélú individuum kinyilvánítása helyett, jelen terv megszületésének legfontosabb eleme a folyamatos dialógus volt. Párbeszéd a fejlesztő mérnökkel, párbeszéd a közlekedési vállalattal, valamint rajtuk keresztül párbeszéd a feltételezett, majdani utazó közönséggel. E négy pólusú információcsere nélkül piaci sikert elérni lehetetlen. A hiteles produktum létrehozásának alap feltétele az, hogy a formatervező a realitás talaján maradva legyen képes egyéni arculatú termék produkálására. Habuda Pál, főkonstruktor instrukcióiban a tervezés kezdésétől a befejezésig, mindvégig ezt a gyakorlati megközelítést támogatta. A konzultációk során többször kifejtette bármilyen más, csak a fikció síkján realizálható termék létrehozása nem szolgálja a NABI üzleti érdekeit.



105-106-107-108. ábra, Mestermunka



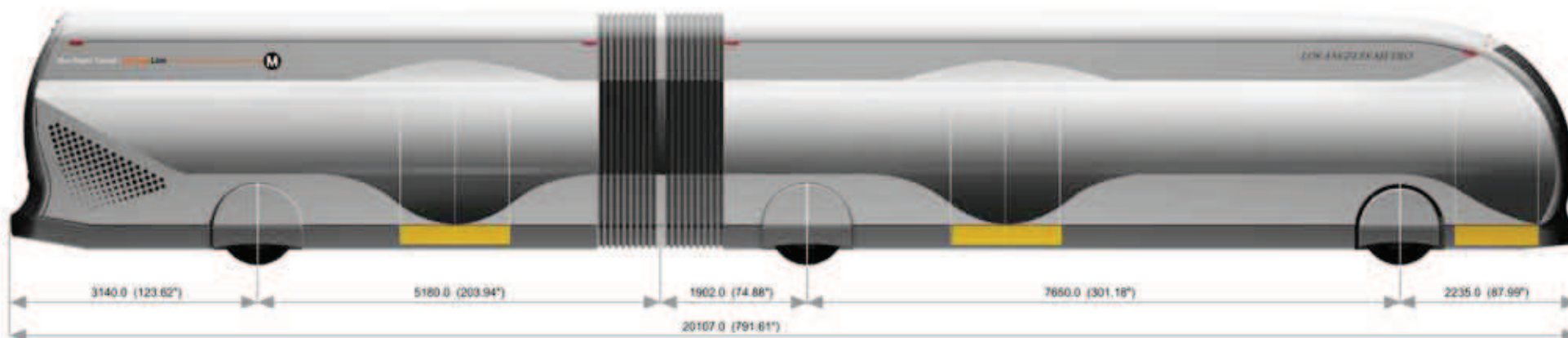






Jelen formatervezői mester mű létrehozását nem előzték meg vállalati stratégiai döntések, ugyanakkor az elkészítésre került új kompozit jármű, egy olyan design- produktum amely mégis részét képezi a NABI fejlesztési stratégiájának. A kivitelezett munka a NABI Inc. amerikai felelős üzletkötőinek piaci sikereit hivatott segíteni oly módon ,

hogy az elkészített modell és a terv specifikációit bemutató prezentáció, tárgyalásaikon, mint jövőbeni választható autóbusz alternatíva legyen jelen. Így a koncept terv, számos amerikai nagyváros közlekedési vállalatához juthat el, ahol az adott cég döntéshozóinak látóterébe kerülve egy további üzleti tárgyalás alapját képezheti.



109. ábra, Főbb méretek

Név szerint szeretnék köszönetet mondani mindazon személyek részére, akik segítettek doktori értekezésem és mestermunkám elkészítését!

**Simon Károly,**  
Ferenczy Noémi-Díjas formatervező,  
egyetemi tanárnak,

**Habuda Pál,**  
NABI Kft. fejlesztő iroda, vezető főmérnökének,

**Tóth János,**  
NABI Kft. fejlesztő mérnökének,

**Rósás László,**  
NABI Kft. fejlesztő mérnökének,

**Mihálszki István,**  
NABI Kft. fejlesztő mérnökének,

**Pais Nimród,**  
CEO NABI Kft, igazgatójának,

**Konyariné Takács Anna,**  
CEO NABI Kft. laborvezetőjének

**Recski János,**  
C3D Kft. ügyvezető igazgatójának,

**Brachmann László,**  
Jiangxi Kama Business Bus CO.,Ltd. tech. igazgatójának,

**Dr. Nagyszokolyai Ivánnak,**  
aki az X-Meditor Kft. üzletág igazgatója, a BME Gépjármű-  
vek tanszék oktatója, az Autótechnika folyóirat és A jövő  
járművei szaklapok főszerkesztője,

**Onódi Gábor,**  
az Autótechnika folyóirat és A jövő járművei szaklapok  
szerkesztőjének,

**Prof. Scherer József,**  
MOME Formatervező Tanszék oktatójának,

**Fodor Lóránt, DLA,**  
BME Gép-, és Terméktevező Tanszék oktatójának,

**Gáspár Imre,**  
Tikkurila festékgyár, magyarországi képvisellete igazgatójá-  
nak,

**Hegedűs Ferenc,**  
DuPont Festékgyár magyarországi képviselőjének.





## Témához szorosan kapcsolódó publikációk

**A jövő járműve** című félévente megjelenő folyóiratban, amely a BME, a Széchenyi Egyetem, az Elektronikus Jármű és Járműipari tudásközpont, valamint a Járműipari Regionális Egyetemi Tudásközpont közös szakmai lapja.

**2007. 3-4 szám,** BRT a tömegközlekedés új dimenziója.

**2008. 1-2 szám,** Új design alapelvek az Amerikai Egyesült Államok busztervezésében.

**2008. 3-4 szám,** NABI 45 C-LFV Compobus (A kompozit buszgyártás technológiája).

## Témához nem szorosan kapcsolódó, de járműtervezés témájú publikáció

**2009. 1-2 szám,** A Daimler AG és a Moholy-Nagy Művészeti Egyetem közös oktatási programja.



Tisztelettel **meghívjuk Önt** a BME  
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gép és Terméktervező Tanszékére

2008. 12. 05. pénteken 14 órára szervezett



# the BUS

Előadó: **Balvin Nándor**, a Kaposvári Egyetem  
Művészeti Karának oktatója  
MOME Doktori Iskola hallgatója

Téma: Kaposvári Egyetem bemutatása, Portfólió  
Bus Rapid Transit közlekedési rendszer ismertetése  
NABI 60 BRT autóbusz története  
Kompozit buszgyártás technológiája

Az előadás bevezetőjét elmondja:  
Fodor Lóránt DLA, formatervező,  
a BME Gép és Terméktervező Tanszék oktatója

című előadásra, B épület 111.-112. terem



BME Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem  
Gépészmérnöki Kar  
Formatervezői Tanszék

## Előadások a Doktori Iskola három éve alatt

**2008. november 18. Kaposvár**, „Arculattervezés” címmel, helyszín: Somogyi Kereskedelmi és Iparkamara előadóterme.

**2008. december 15. BME**, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem „The Bus” című előadás a Gépészmérnöki Kar, Gép és Terméktervező Tanszékén.

**2009. április 01. Budapest**, Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Formatervező Tanszékén, „Only Bus” című előadás.

**2009. október 14. Budapest**, Moholy-Nagy Művészeti Egyetem, Doktori Iskola „The end of Buslane” címmel a doktori kutatás összefoglalása.

**2010. március 03. Budapest**, Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar Terméktervező Intézet „Only Bus” című előadás.



2009. április 1-jén 15 órakor  
Balvin Nándor formatervező, doktorandusz  
tart előadást ONLY BUS címmel  
Téma: SCRIMP technológia,  
Kompozit busz gyártása  
(Manufacturing plastic buses)  
Helyszín A 6-os terem

Bevezetőt mond:  
Prof. Scherrer József formatervező,  
egyetemi tanár



## Források:

1. Bancsi Péter – Bíró Imre: Nagy Mercedes –Benz könyv, Nagykönyv Kiadó, Budapest, 2006.
2. Gerlei Tamás, Kukla László és dr. Lovász György: Az Ikarus évszázados története, Maróti Könyvkiadó, Budapest, 2008.
3. Maurice Reyne: Composite solutions – thermosets and thermoplastics, JEC Publications, 2006. Paris
4. Rácz András: NABI éves jelentés 2001. NABI, Budapest
5. Rácz András: NABI éves jelentés 2003. NABI, Budapest
6. Pais Nimród: Compobus, NABILAP, 2004. májusi szám, Budapest
7. Regional Transportation System Jacksonville Transportation Authority 2007, winter
8. Autóteszt, 2007. május, VII. évf. 5. sz. (Schermann Sándor: A passzív biztonság atyja)
9. Busline, NABI 60 BRT CNG buses head for LA 2005. september-october  
NABILap, A 60 BRT avantgárd formanyelve, 2004. május
10. NABI Tervcél, ergonómiai vizsgálatok melléklete, NABI Archívum 2005. Budapest  
Tóth János: 35. Autóbusz, Szakértői Tanácskozás, Eger, 2004. 08. 31. – 2004. 09. 01.
11. A jövő járműve folyóirat, Petrók János:A hibrid hajtású gépkocsik fejlődése, 2007. júliusi szám
12. EP System Familiarization, (MPEG video program) General Motors Corporations, produced by Allison Electric Drives and Allison Transmission Product Training. 2002



13. NABI 60 BRT Crash Test, AUTÓKUT Kft. Budapest, 2003. június 19. (videó)
14. NABI 45 CLFW Compobus Crash Test, AUTÓKÚT Kft. Kaposvár, 2005. május 04. (videó)
15. Roof Load Test, NABI 45 CLFW CompoBus. AUTÓKÚT Kft. 2005. május 11. (videó)
16. <http://www.allisontransmission.com/product/electric-drive/evdrive.jsp> (2009.12.10.)
17. <http://www.arvinmeritor.com/home/default.asp> (2009. 12.10.)
18. <http://www.cummins.com/cmi/index.jsp?siteId=1&langId=1033&newsInfo=true> (2009. 12. 10.)
19. <http://images.google.hu/imgres?imgurl=http://www.detroitdiesel.com> (2009 12.10)
20. <http://hu.wikipedia.org/wiki/losangeles> (2008.április 10.)
21. [http://www.metro.net/riding\\_metro/orange\\_line.htm](http://www.metro.net/riding_metro/orange_line.htm) (2008. április 20.)
22. <http://www.transitrider.com/ca.losangeles/lacmta.cfm?id=901> (2008. április 20.)
23. <http://www.dart.org/about/expansion/orangeli-nemap.asp> (2008. április 20.)
24. [http://thetransitcoalition.us/ttc\\_brt\\_orange.htm](http://thetransitcoalition.us/ttc_brt_orange.htm) (2008. április 22.)
25. <http://www.vss.psu.edu/BTRC.htm> (2008. május 20.)
26. <http://www.apta.com/services/safety/existstds.cfm> (2008. május 24.)
27. <http://www.trcpg.com/whatsnewdetail.asp?id=9> (2009. március 26.)
28. <http://www.trcpg.com/index.asp> (2009. 03. 26.)
29. [http://ai.fmcsa.dot.gov/CrashProfile/CrashProfile-MainNew.asp?STATE\\_ID=CA&dy=2008](http://ai.fmcsa.dot.gov/CrashProfile/CrashProfile-MainNew.asp?STATE_ID=CA&dy=2008) (2009. június 03.)
30. <http://www-fars.nhtsa.dot.gov/States/StatesCrashes-AndAllVictims.aspx> (2009. június. 03.)
31. <http://www.a5.hu/cikkek/7/27924.shtml> (2009. június 08.)
32. <http://www.youtube.com/watch?v=4-wfJpnrL2c> (2009. június 10.)

35. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:321:0055:0099>; HU:PDF (2009. 06 10.)
36. [http://www.car-accidents.com/pages/accident\\_story/3-9-03.html](http://www.car-accidents.com/pages/accident_story/3-9-03.html) (2009. május 24.)
37. APTA Bus Rapid Transit volume1: Case studies Herbert Levinson, Samuel Zimmerman, 2003.  
[http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp\\_rpt\\_90v1.pdf](http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp_rpt_90v1.pdf) (2010. január 04.)
38. APTA Bus Rapid Transit volume 2: Case studies Herbert Levinson, Samuel Zimmerman and Others 2003.  
[http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp\\_rpt\\_90v2.pdf](http://gulliver.trb.org/org/publications/tcrp/tcrp_rpt_90v2.pdf) (2010. január 06.)
39. Bus Rapid Transit: An integrated and flexible package of service A. Kang and R. Diaz  
<http://www.apta.com/research/info/briefing2.cfm> (2010. február 11.)
40. JTA's BRT plan for downtown  
<http://www.Metrojacksonville.com/content/secon/11/16/> (2011. február 12.)
41. <http://www.tpicomposites.com> (2008.december 11.)
42. <http://www.seemanncomposites.com/history.html> (2008. december. 18.)
43. <http://pslc.ws/mactest/scrimp.htm>. (2008. 12. 18.)
44. <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/tcrp/tsyn42.pdf> (2009. január. 04.)
45. [http://www.gobrt.org/Orange\\_Line\\_Preliminary\\_Evaluation\\_by\\_BTI.pdf](http://www.gobrt.org/Orange_Line_Preliminary_Evaluation_by_BTI.pdf) (2011. február 04.)
46. [http://www.ng.hu/Civilizacio/2008/02/2050\\_ben\\_mar\\_27\\_megavaros\\_lesz\\_a\\_vilagon](http://www.ng.hu/Civilizacio/2008/02/2050_ben_mar_27_megavaros_lesz_a_vilagon) (2011. február 07.)
47. <http://www.origo.hu/tudomany/20100104-nepesseg-novekedes-a-vilag-nepessege-magyarorszag-a-220-helyen.html> (2011. február 07.)
48. <http://www.trcpg.com/admin/assets/ar2010%20with%20cover.pdf> (2011. január 04.)
49. <http://www.trcpg.com/admin/assets/ar2009%20with%20cover.pdf> (2011. január 04.)
50. [http://cities.blog.hu/2010/06/23/kina\\_legforgalmasabb\\_buszutja](http://cities.blog.hu/2010/06/23/kina_legforgalmasabb_buszutja) (2011. március 04.)
51. [http://cities.blog.hu/2011/05/01/a\\_buszoke\\_a\\_jovo](http://cities.blog.hu/2011/05/01/a_buszoke_a_jovo) (2011. március 04.)
52. [http://www.acus.org/docs/051007-Hirsch\\_World\\_Oil\\_Production.pdf](http://www.acus.org/docs/051007-Hirsch_World_Oil_Production.pdf) (2011. április 01.)
53. [http://www.transitunlimited.org/Los\\_Angeles\\_Metro\\_Orange\\_Line](http://www.transitunlimited.org/Los_Angeles_Metro_Orange_Line) (2011. április 02.)

54. [http://ffek.hu/blog/hetesi\\_zsolt/nincs\\_meg\\_itt\\_olaj\\_hozam\\_csucs\\_hubbert\\_modell\\_korlatai](http://ffek.hu/blog/hetesi_zsolt/nincs_meg_itt_olaj_hozam_csucs_hubbert_modell_korlatai) (2011. április 20.)
55. <http://www.itdp.org/get-involved/sustainable-transport-award/> (2011. május 11.)
56. <http://www.itdp.org/> (2011. május 12.)
57. <http://www.access-board.gov/transit/html/vguide.htm> (2011. május 20)
58. <http://thecityfix.com/blog/guangzhous-brt-revolutionizing-perceptions-of-bus-travel-in-china/> (2011. április 07.)
59. <http://urbanhabitat.org/node/344> (2011. április 08.)
60. <http://www.wri.org/stories/2009/08/ahmedabads-janmarg-changing-game-brt-systems-india>(2011. 04. 14.)
61. [http://books.google.hu/books?id=DauAg-GEBqcC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=scrimp+moulding&source=bl&ots=o9HGmKazne&sig=d4PODaT4UctBSASw1I8d5YiR8al&hl=hu&ei=-EzjTrTgNYz14QT7zMC2BQ&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=10&ved=0CFQQ6AEwCQ#v=onepage&q=scrimp%20moulding&f=false](http://books.google.hu/books?id=DauAg-GEBqcC&pg=PA49&lpg=PA49&dq=scrimp+moulding&source=bl&ots=o9HGmKazne&sig=d4PODaT4UctBSASw1I8d5YiR8al&hl=hu&ei=-EzjTrTgNYz14QT7zMC2BQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CFQQ6AEwCQ#v=onepage&q=scrimp%20moulding&f=false) (2011. július 21.)

## Képek forrásai:

1. ábra: <http://geology.com/press-release/world-at-night/world-at-night-lg.jpg>
2. ábra: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=52827111>
3. ábra: [http://gehlarchitects.files.wordpress.com/2010/11/4370520506\\_7e7b7dfb34\\_b.jpg](http://gehlarchitects.files.wordpress.com/2010/11/4370520506_7e7b7dfb34_b.jpg)
4. ábra: [http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Bus\\_Stops\\_5\\_curitiba\\_brasil.jpg&imgrefurl=http://maenpauer.ch/bmnrhy.php%3Fq%3Dcuritiba-bus%26page%3D3&usg=\\_\\_Z4zpt-jCO4-QIEZTBZNKU1slJ2s=&h=2288&w=1712&sz=1136&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=KiSP3HwhO4bjXM:&tbnh=131&tbnw=104&ei=wr0FTtDPDc\\_Jswad8li6DA&prev=/search%3Fq%3Dbrt%2Bcuritiba%26hl%3Dhu%26sa%3DX%26biw%3D1920%26bih%3D1039%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=318&vpy=510&dur=431&hovh=217&hovw=164&tx=69&ty=104&page=1&ndsp=58&ved=1t:429,r:11,s:0&biw=1920&bih=1039](http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Bus_Stops_5_curitiba_brasil.jpg&imgrefurl=http://maenpauer.ch/bmnrhy.php%3Fq%3Dcuritiba-bus%26page%3D3&usg=__Z4zpt-jCO4-QIEZTBZNKU1slJ2s=&h=2288&w=1712&sz=1136&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=KiSP3HwhO4bjXM:&tbnh=131&tbnw=104&ei=wr0FTtDPDc_Jswad8li6DA&prev=/search%3Fq%3Dbrt%2Bcuritiba%26hl%3Dhu%26sa%3DX%26biw%3D1920%26bih%3D1039%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=318&vpy=510&dur=431&hovh=217&hovw=164&tx=69&ty=104&page=1&ndsp=58&ved=1t:429,r:11,s:0&biw=1920&bih=1039)
5. ábra: <http://www.publicartinla.com/Metroart/OrangeLine/>
6. ábra: <http://www.metrojacksonville.com/photos/thumbs/lrg-2925-brt-vs-rail-routes.jpg>
7. ábra: <http://www.jtafla.com/Graphics/Newsletter/makingmoveswinter2007.pdf>
8. ábra: [http://www.dailyventure.com/highres/GriffithPark\\_LosAngeles.jpg](http://www.dailyventure.com/highres/GriffithPark_LosAngeles.jpg)
9. ábra: [http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://awesome.goodmagazine.com/pictureshow/traffic/Tr3\\_11\\_LowRes.jpg&imgrefurl=http://www.city-data.com/forum/los-angeles/1223443-re-highway-hell-l.html&usg=\\_\\_oduUX4sb\\_hYx07sNRajVWmQj5bw=&h=1388&w=1024&sz=574&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=cLwHdt9vfnrX3M:&tbnh=143&tbnw=105&ei=o1UITqKyKlZKswau5OX\\_Cw&prev=/search%3Fq%3Dventura%2Bhighway%2Brush%2Bhour%26hl%3Dhu%26biw%3D1920%26bih%3D1075%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=327&vpy=90&dur=13508&hovh=261&hovw=193&tx=102&ty=156&page=1&ndsp=58&ved=1t:429,r:1,s:0&biw=1920&bih=1075](http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://awesome.goodmagazine.com/pictureshow/traffic/Tr3_11_LowRes.jpg&imgrefurl=http://www.city-data.com/forum/los-angeles/1223443-re-highway-hell-l.html&usg=__oduUX4sb_hYx07sNRajVWmQj5bw=&h=1388&w=1024&sz=574&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=cLwHdt9vfnrX3M:&tbnh=143&tbnw=105&ei=o1UITqKyKlZKswau5OX_Cw&prev=/search%3Fq%3Dventura%2Bhighway%2Brush%2Bhour%26hl%3Dhu%26biw%3D1920%26bih%3D1075%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch&itbs=1&iact=hc&vpx=327&vpy=90&dur=13508&hovh=261&hovw=193&tx=102&ty=156&page=1&ndsp=58&ved=1t:429,r:1,s:0&biw=1920&bih=1075)
10. ábra: [http://www.car-accidents.com/pages/accident\\_story/3-9-03-crash-3.html](http://www.car-accidents.com/pages/accident_story/3-9-03-crash-3.html)

11. ábra <http://www.urbanone.com/resources/articles/leed-construction-waste-management-green-recycling-methods-for-reducing-carbon-footprint-by-jr-riddle/>
12. ábra: NABI Archívum Budapest
13. ábra: NABI Archívum Budapest
14. ábra: NABI Archívum Budapest
15. ábra: <http://www.panoramio.com/photo/22096255>
16. ábra: <http://www.panoramio.com/photo/22096267>
17. ábra: [http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://ladotbikeblog.files.wordpress.com/2011/04/orange-line-picture.png&imgrefurl=http://ladotbikeblog.wordpress.com/2011/04/05/update-metro-orange-line-extension-bike-path/&usq=\\_\\_RUjy0tgXBShZzVvP-oidgVvDWEQ=&h=947&w=1262&sz=2302&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=guZYfpzQoqjl4M:&tbnh=140&tbnw=194&ei=orQFTrG4NcrKswaivP2yDA&prev=/search%3Fq%3Dla%2Borange%2Bline%26hl%3Dhu%26sa%3DX%26biw%3D1920%26bih%3D1039%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=hc&vpx=710&vpy=270&dur=11720&hovh=194&hovw=259&tx=157&ty=154&page=1&ndsp=59&ved=1t:429,r:12,s:0&biw=1920&bih=1039](http://www.google.hu/imgres?imgurl=http://ladotbikeblog.files.wordpress.com/2011/04/orange-line-picture.png&imgrefurl=http://ladotbikeblog.wordpress.com/2011/04/05/update-metro-orange-line-extension-bike-path/&usq=__RUjy0tgXBShZzVvP-oidgVvDWEQ=&h=947&w=1262&sz=2302&hl=hu&start=0&zoom=1&tbnid=guZYfpzQoqjl4M:&tbnh=140&tbnw=194&ei=orQFTrG4NcrKswaivP2yDA&prev=/search%3Fq%3Dla%2Borange%2Bline%26hl%3Dhu%26sa%3DX%26biw%3D1920%26bih%3D1039%26tbs%3Disz:l%26tbm%3Disch%26prmd%3Divns&itbs=1&iact=hc&vpx=710&vpy=270&dur=11720&hovh=194&hovw=259&tx=157&ty=154&page=1&ndsp=59&ved=1t:429,r:12,s:0&biw=1920&bih=1039)
18. ábra: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/LA\\_metro\\_liner\\_with\\_bicycle\\_rack.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/LA_metro_liner_with_bicycle_rack.jpg)
19. ábra: <http://www.flickr.com/photos/neighborhoods/2448788485/sizes/l/in/set-72157604781604763/>
20. ábra: Metro folyóirat 2005. áprilisi számának borítója, Busline folyóirat, 2005. szeptember-október számának borítója.
21. NABI Archívum, Budapest
22. ábra: Saját fotó
23. ábra: Saját fotó
24. ábra: Saját fotó
25. ábra: Saját fotó
26. ábra: Saját fotó
27. ábra: Saját fotó
28. ábra: NABI Archívum USA, Anniston
29. ábra: NABI Archívum, USA, Anniston
30. ábra: NABI Archívum, USA, Anniston
31. ábra: NABI Archívum, USA, Anniston
32. ábra NABI Archívum, Budapest
33. ábra: NABI Archívum, Budapest
34. ábra: NABI Archívum, Budapest

35. ábra: NABI Archívum, Budapest  
36. ábra: NABI Archívum, Budapest  
37. ábra: NABI Archívum, Budapest  
38. ábra: NABI Archívum, Budapest  
39. ábra: NABI Archívum, Budapest  
40. ábra: NABI Archívum, Budapest  
41. ábra: NABI Archívum, Budapest  
42. ábra: NABI Archívum, Budapest  
43. ábra: NABI Archívum, Budapest  
44. ábra: Saját fotó  
45. ábra: NABI Archívum, Budapest  
46. ábra: NABI Archívum, Budapest  
47. ábra: NABI Archívum, Budapest  
48. ábra: NABI Archívum, Budapest  
49. ábra: NABI Archívum, Budapest  
50. ábra: NABI Archívum, Budapest  
51. ábra: NABI Archívum, Budapest  
52. ábra: Saját fotó  
53. ábra: Saját vektoros rajz, TPI Composites, SCRIMP

technológiai rajza alapján

54. ábra: [http://www.opus-group.com/Project%20Images/TPI\\_WindTurbinePLant\\_O\\_01.jpg](http://www.opus-group.com/Project%20Images/TPI_WindTurbinePLant_O_01.jpg)  
(TPI(TPI  
55. ábra: Saját ábra, saját fotókból összeállítva  
56. ábra: Saját fotó  
57. ábra: Saját fotó  
58. ábra: Saját fotó  
59. ábra: Saját fotó  
60. ábra: Saját fotó  
61. ábra: Saját fotó  
62. ábra: Saját fotó  
63. ábra: Saját fotó  
64. ábra: Saját fotó  
65. ábra: Saját fotó  
66. ábra: Saját fotó  
67. ábra: Saját fotó  
68. ábra: Saját fotó  
69. ábra: Saját fotó  
70. ábra: Saját fotó

71. ábra: Saját fotó

72. ábra: Saját fotó

73. ábra: Saját fotó

74. ábra: Saját fotó

75. ábra: Saját fotó

76. ábra: Saját fotó

77. ábra: Saját fotó

78. ábra: Saját fotó

79. ábra: Saját fotó

80. ábra: Saját fotó

81. ábra: Saját fotó

82. ábra: Saját fotó

83. ábra: Saját fotó

84. ábra: Saját fotó

85. ábra: <http://www.rapidtransit-press.com/vmetro7124-12-31-07aan.jpg>

86. ábra: <http://www.trcpg.com/whatsnewdetail.asp?id=29>

87. ábra: <http://www.youtube.com/watch?v=EFIGHxV5WsY>

88. ábra: NABI Archívum, Budapest

89. ábra: NABI Archívum, Budapest

## Tézisek:

### **Mely közösségi közlekedési forma tekinthető a legoptimálisabb választási alternatívának a jövőt illetően?**

Földünk lélekszáma a prognózisoknak megfelelően a XXI. sz. elején elérte a hétmilliárd főt. A növekedés tetőzése feltehetően 2050-re várható. Általánosságban megállapítható, hogy a lakosság migrációjának következményeként a városok populációja jelentősen felduzzad majd, helyenként kritikus méreteket fog elérni. Kérdés, hogy az adott élettér biokapacitása a megnövekedett terhelést képes lesz-e elviselni? Számos probléma (élelmezés, ivóvíz ellátás, gazdaság, identitás) megoldása egyidejű válaszáradást fog kikényszeríteni. A majdani metropoliszok feladatainak egyik fontos szegmensévé lép elő a nagy tömegek közösségi közlekedésének organizálása. Számos jelenleg is működő beruházás igazolja és előre vetíti, hogy a jövőt illetően a BRT (Bus Rapid Transit), mint közlekedési forma prioritáshoz jut. Ezt a tényt támasztják alá a rendszer működtetésével kapcsolatos gazdaságossági

számítások. Valamennyi adat az eddigi beruházások pozitív financiális mérlegét bizonyítja.

### **Mely autóbusz konstrukció és típus optimális választás egy adott BRT viszonylatra?**

A Los Angeles Metro vonalain, vegyesen közlekednek hegesztett szénacél vázas és kompozit anyagból készült járművek. Gyártási költség tekintetében a szénacél vázas buszok gazdaságosabban állíthatók elő. Ugyanakkor a kompozit buszok számos olyan tulajdonsággal rendelkeznek, amelyek egy adott vonal telepítésének döntéshozóit úgy befolyásolhatják, hogy azok mégis inkább a kompozit jármű vásárlását preferálják. A műanyag buszok szerkezeti elemei mintegy másfélszer nagyobb kinetikus terhelést képesek elviselni, mint a hegesztett járművek karosszériája. Közlekedésbiztonsági szempontok alapján a kompozit jármű kedvezőbb



mechanikai paraméterekkel rendelkeznek. A műanyag buszok alacsonyabb önsúlyának következményeként kisebb a környezeti terhelése. A súlycsökkenés eredménye a rövidebb fékút és a kedvezőbb üzemanyag felhasználás. A műanyag jármű szerkezeti felépítéséből adódóan a fenntartó egy esetleges balesetből származó roncsolódás esetén fajlagosan alacsonyabb helyreállítási költségekkel számolhat, mint egy hegesztett szénacél vázas busz esetében.

### **Mely autóbusz típus tekinthető a legbiztonságosabbnak?**

A szénacél vázas és a kompozit járművek egyaránt biztonságosnak tekinthetők (NABI 65 BRT, NABI 45 CLFV CompoBus) Mindkét jármű oldal irányú ütköztetési tesztje, valamint a kompozit jármű tetőterhelési tesztje igazolja az állítást. Időtállóság tekintetében ugyanakkor a NABI 45 CLFV CompoBus megelőzi a NABI 60 BRT-t. Az Anniston-ban elvégzett mérések alapján ez a megállapítás helytálló, ugyanis a NABI Inc. által gyártott kompozit jármű a világ egyetlen olyan autóbusza, amely a 24 órás váltott vezetővel lebonyolított terheléses tesztet hibapont nélkül teljesítette.

### **Mely járműtípus lehet a jövő BRT-jének új alternatívája?**

Doktori mestermunkám egy 65 láb hosszúságú, kompozit csuklós autóbusz design-ja. A jármű kompromisszummentesen beilleszthető a Los Angeles Metro Orange Line viszonylatának járműparkjába. Paramétereit illetően megfelel LA Metro járművekkel szemben támasztott valamennyi követelmény specifikációnak. A jármű előállításához használt moduláris szerszámok lehetővé teszik, a karosszéria különféle típusainak gyártását. Műszaki kialakításával alkalmazkodik a NABI kaposvári üzemének SCRIMP kompozit gyártástechnológiájához. Formai kialakításával létrejött a világ első olyan kompozit csuklós autóbusza, amely járműkategóriai besorolását tekintve átmenetet képez egy csuklós autóbusz és egy elővárosi kötöttpályás viszonylat járműve között. Vezető és utas biztonsági követelmények tekintetében egyedülálló tulajdonságokkal rendelkezik. Az elkülönített pályán, prioritást élvező vonalon történő üzemeltetése, előbbi jellemzőit, hatványozottan hangsúlyossá teszik. A kompozit csuklós autóbusz alkalmas arra, hogy a világ bármely BRT viszonylatának járműparkjában közlekedhessen.

## Abstract of the Thesis:

### **1. What form of public transport can be seen as the most optimal choice in the future?**

The population of the Earth in accordance with the forecast reached 7 billion at the beginning of the 21st century. The culmination of this growth can be expected in 2050. Generally it can be stated, that in consequence of migration the population of cities will swell, in some places this will reach critical measures. The question is whether the biocapacity of a given living space could stand the rising load. The need for solving several problems (including provisioning, water supply, economy, identity) will force a simultaneous response. Organizing public transport of big masses will be a major segment in duties of the future megapolises. Several investments active today confirm and predict that BRT (Bus Rapid Transit) as a form of transport will have priority in the future. This fact is supported by cost-efficiency calculations concerning the operation of this system. Every data proves the -positive financial balance of such investments till now.

### **2. What bus construction and type is the optimal choice for a given BRT destination?**

On the lines of Los Angeles Metro vehicles made of welded carbon steel frame as well as composite material run. As for production costs, carbon steel framed buses can be manufactured more cost-efficiently. On the other hand composite buses have several features, which have an influence on decision makers settling a certain line, that they rather prefer buying composite vehicles. The structural elements of plastic buses are able to endure one and a half times as much load as the bodywork of welded vehicles. According to transport safety composite vehicles have more preferable mechanical parameters. In consequence of the low weight empty of plastic buses their environmental harm is less. Shorter braking distance and better fuel consumption are the result of weight decrease. Deriving from the constructional structure of the plastic vehicle in the case of a possible accident the maintainer can count on a specific lower repairs costs of the wreckage than in the case of a welded bus.

### **3. What type of bus can be considered to be the safest?**

Both welded carbon steel frame and plastic vehicles can be said to be safe. ( NABI 65 BRT, NABI 45 CLFV CompoBus) The test of side collision of both vehicles and the test of roof load of composite vehicle prove the the above mentioned statement. At the same time NABI 45 CLFV CompoBus outrivals the NABI 60 BRT regarding durability. On the basis of the measurings performed in Anniston these findings are reliable because the composite vehicle made by NABI Inc. is the only bus in the world, which performed the 24-hour-loading test with drivers in shifts without any fault.

### **4. What type of vehicle can be the new alternative of future BRT?**

My doctoral thesis is the design of a 65 feet long composite articulate bus. This vehicle can be incorporated into the Los Angeles Metro Orange Line vehicle fleet. Concerning its parameters it meets all the required specifications set towards all the LA Metro vehicles. The modular tools used for manufacturing the vehicle make the production of different types of bodyworks possible. With its technological shaping it adjusts to the SCRIMP composite manufacturing technology of NABI plant in Kaposvár, Hungary. With its shape forming the world's first composite articulated bus came into being, which concerning the rating of vehicle category forms is a transition from an articulated bus to a light-rail vehicle. Taking driver's and passangers' safety into consideration it owns unique qualities. Operating it on separated lane, that is on a priority

privileged route, the above mentioned advantages are stressed at a highly increased rate. The composite articulated bus is suitable to run in any BRT related vehicle fleet of the world.

## Szakmai önéletrajz

**Jelenleg** a Kaposvári Egyetem Művészeti Karának oktatója vagyok. Intézményünkben dékáni megbízotti beosztásban, adjunktusként dolgozom. Számítógépes tervezést, tervezélméletet, digitális képfeldolgozást, nyomdatechnológiát oktatok, fotóriporter, képszerkesztő valamint elektronikus ábrázolás szakon. Nappali és levelezős képzésben egyaránt részt veszek. Tagja vagyok egyetemünk szenátusának, valamint a kari tanácsnak.

Főállásom mellett négyórás alkalmazásban állok a Pécsi Tudományegyetem, Gépészeti Szakmai Intézetének, Gépszerkezettan Tanszékén, ahol terméktervező-mérnök hallgatóknak oktatok integrált terméktervezést, formatervezést és csomagolástechnológiát, valamint 3d-s szakgrafikát.

**2002-2005-ig** A Kaposvári Egyetem Csokonai Vitéz Mihály Pedagógiai Főiskolai Karának óraadó művésztanára voltam, ahol rajzot, számítógépes tervezést oktattam rajz – vizuális kommunikáció szakon, nappali és levelezős képzésben egyaránt. Az oktatás mellett

feladatomból az egyetemi kiadványok, oklevelek, konferenciák grafikai arculatának gondozása is.

**1995-ben** alapítottam a Forma 2000 Belsőépítészeti és Grafikai Szolgáltató Betéti Társaságot, ahol ügyvezetőként először főállású, jelenleg másodállású vállalkozóként dolgozom. A vállalkozás fő tevékenységei köre: nyomdai előkészítés, grafikai tervezés, fotó, ipari formatervezés és belsőépítészeti, kiállítás tervezés - rendezés.

**1993-tól 1998-ig** A Somogy Kereskedelmi Részvénytársaság reklámgrafikai stúdiójának grafikus és a műhely csoportvezetője voltam, ahol tizennégy fővel dolgoztam együtt. Feladatunk volt az akkor még 120 kereskedelmi egységgel bíró Rt. bolthálózatában található kirakatok, boltbelső, reklámfelületeinek karbantartása, valamint a különböző nyomtatásban megjelenő, PR anyagok előkészítése. Munkám a kereskedelmi egységek folyamatos privatizációja során lassan feleslegessé vált, majd az összeszűkült hálózatot az új tulajdonos más formában működtette, munkahelyem megszűnt.

**1990-től 1993-ig** a kaposvári Kaposgép mezőgazdasági Gépgyártó Vállalat fejlesztési osztályán dolgoztam, mint formatervező. Feladatom volt az aktuális fejlesztési project, formatervezése, ergonómiai vizsgálata, színtervezése, valamint az egyes termékekhez adott gépkönyvek rajzainak elkészítése és magának a kiadványnak nyomdai előkészítése. Munkahelyem a cég privatizációja után megszűnt.

**1990-ben** végeztem a Magyar Iparművészeti Egyetemen, ahol mesterszintű ipari formatervezői egyetemi diplomát szereztem. Diplomamunkám TGR 75 típusú teleszkópgémes nagyteljesítményű, önjáró

rakodógép formatervezése volt. Mesterem, Simon Károly formatervező volt. A tervek elkészülte után a diplomamunka 1991-ben valósult meg.

**1988-ban** a Magyar Iparművészeti Főiskola Tervezőképző Intézetében, gépipari és műanyagipari szakirányú ipari formatervezői főiskolai diplomámat védtem meg. Témám, önjáró fűkasza formatervezése volt. Konzulensem, Bársony Béla ipari formatervező volt. A főiskolán ebben az évben kaptam meg elvégzett munkám elismeréseként azt a nívódíjat amit a hallgatók és az oktatók szavazatai alapján a tanév során egyszer adott a rektori hivatal.

## Főbb munkák kronológiája:

**1988.** Utcabútor család, Fiatal Iparművészek Stúdiója, Budapest

**1988.** Őnjáró Fűkasza, Kaposgép, Kaposvár (nem került gyártásba)

**1991.** TGR 75 Őnjáró teleszkópgémes Markológép, Kaposgép (gyártásba került)

**1992.** AR 63 Őnjáró csuklós vontató, Kaposgép (gyártásba került)

**1993.** Színház világítástechnikai berendezés irányítópultja, Tungstram Rt. Budapest (gyártásba került, és Brüsszelben lett kiállítva)

**1994.** Háztartási műanyag edénycsalád, Budai Vegyiművek Rt. (gyártásba került)

**1994.** Mikrohullámú kartonra fejlesztett új csomagolástechnika szabadalma, Bioinnocord Rt. Budapest

**1996.** Kézi erővel hajtott malom formaterve, Malomgyártó Kft. Kaposvár (gyártásba került)

**1997.** Köztéri óra Sántosi Polgármesteri Hivatal részére (megvalósult)

**1998.** Kereskedelmi egységek bútorainak tervezése Somogyker Rt. Kaposvár (megvalósult)

**2003.** High-end végfok formatervezése Audio Soner Budapest (jelenleg is gyártásban)

**2004.** High-end előerősítő formatervezése Audio Soner Budapest (jelenleg is gyártásban)

**2005.** High-end hangfal formatervezése Audio Soner Budapest (gyártás előkészületben, az elektronikai fejlesztés még nem zárult le)

**2011.** Dsida Jenő szobrának tervezése és öntőformájának elkészítése a kaposvári Klebelsberg Középiskolai Kollégium részére

### **Jelentősebb grafikai munkák:**

**1997-1999** Gunaras Gyógyfürdő minden turisztikai kiadványa, Dombóvár

**1998-2002** Kaposi Mór Oktató Kórház információs rendszere

Műtéti tömb - Fej-nyak sebészet - Onkológia - Baleseti sebészet

**2001.** OBI kereskedelmi hálózat belső információs tájékoztatói, Budapest

**2002.** Palackok grafikai tervei Szennapack, Szenna

**1999-2003** Hidraulika-c Kft. Minden prospektusa és kiadványa, Budapest

**1997-től** Somogyi Kereskedelmi és Iparkamara díjai, kiadványai, oklevelei, tanúsítványai, Kaposvár

**2002-2003.** Kaposvári Egyetem díjai, kiadványai,

oklevelei, konferencia anyagai,

**2004.** Reklámanyag, konferencia bemutatóanyagok tervezése, Tikkurila Kft. Budapest

### **Cégarculat tervezések:**

- 1.) Somogyi Kereskedelmi és Iparkamara, Kaposvár
- 2.) Solisun Kft, Kaposvár
- 3.) Balaton Recycling Kft, Budapest
- 4.) Gunaras Gyógyfürdő, Gunaras
- 5.) HBCS Audit Kft, Budapest
- 6.) EFTE Kft, Budapest
- 7.) C + C Kereskedelmi Kft, Kaposvár
- 8.) 5P. Kft, Kaposvár
- 9.) Erdőgép Kft, Kaposvár
- 10.) Kapos-Coop Zrt, Kaposvár
- 11.) Somogy Mega Rt, Kaposvár
- 12.) InfoMark Kft, Kaposvár
- 13.) Kaposvári Egyetem Kaffka Margit Kollégium

### **Fontosabb belsőépítészeti munkák:**

**1997.** Somogy Kereskedelmi Rt. Fő utcai divatáruboltja, Kaposvár

**2000.** Kaposvári OBI Áruház részére álmennyezet tervezése

**2001.** OBI Áruház részére árubemutató stand és bútortervezés Kaposvár, Budapest

**1996-tól 2000-ig** Szennapack Kft valamennyi termékbemutatója, Athén, Belgrád, Budapest, Kaposvár

**1997-től 1998-ig** a Kaposvári Malomipari Rt. összes termékbemutatója, Budapest, Kaposvár

**1997-től** a Somogyi kereskedelmi és Iparkamara valamennyi kiállítása: Budapest, Athén, Marcali, Szekszárd, Nagyatád, Barcs, Kaposvár

**2005.** Tikkurila Kft. Kiállítása, Soproni Expo