



**DR. KOMORÓCZKI ISTVÁN**

okl. gépészmérnök  
ny. MÁV mérnök főtanácsos  
KTI járműtanúsítási szakértő

**DR. MALATINSZKY SÁNDOR**

okl. gépészmérnök  
KTI vasúti tanúsítási  
irodavezető



## Tram-train hibrid motorvonat forgóvázainak ismertetése tanúsítási szempontból

DR ISTVÁN KOMORÓCZKI  
Mechanical engineer  
Retired MÁV engineer chief counselor  
Retired Ltd. director  
Expert for rolling stock certification

DR SÁNDOR MALATINSZKY  
Mechanical engineer  
Head of Rolling Stock Certification Office  
KTI Institute for Transportation  
Sciences Non-Profit Ltd.

### Introduction of Tram Train Hybrid EMU's Bogie from the View of Conformity Assessment

#### Összefoglalás

A MÁV-START egy sikeres közbeszerzési eljárás lezárásaként szerződést írt alá a Stadler Valencia S.A.U. céggel a szegedi Hódmezővásárhely Tram-Train program járműveinek szállítására. A Valenciái cég a KTI-vel kötött szerződést a járművek megfellelőértékelésére és a tanúsítási eljárás elvégzésére. A szerzők a Hódmezővásárhely-Szeged között közlekedő tram train hibrid járművek forgóvázának tanúsításáról számolnak be.

#### Summary

Having finished a successful public procurement project, MÁV-START has signed a contract with Stadler Valencia S.A.U. company for the transport of vehicles of the Hódmezővásárhely Tram-Train program in Szeged. The Valencian company has contracted with KTI to carry out the conformity assessment and the certification procedure of the vehicles. The authors report on the bogie certification of tram train hybrid vehicles running between Hódmezővásárhely and Szeged.

### Előzmények

*A vaspálya-társaság igazgatóságának közelebb hozott végleges határozata folytán, folyó évi május hó 15-től kezdve további intézkedésig – próbaképpen a társulat szegedi állomásától a hódmezővásárhelyi állomásig s viszont a hódmezővásárhelyi állomástól a szabadkai állomásig naponként omnibusz, – azaz olyan vonatok fognak közlekedni, melyek a most nevezett s még közben eső állomásokon kívül, több olyan őrháznál is, melyek egyes tanyai majorságok gócpontját képezik – megállanak, hogy ott a kiszállni vagy beszállni óhajtó utasok ki, illetve beszállhassanak.”<sup>1</sup>* A Vasúti és közlekedési közlöny 1881. április 27-i számában ezzel a rövid közleménnyel adta hírül az Alföld Fiumei

Vasút társaság a közúti vasúti forgalomban bevált omnibusz járatok indítását Szeged és Hódmezővásárhely, valamint Hódmezővásárhely és Szabadka között.

A vasúti forgalom 1870-es években tapasztalt gyors növekedése mellett a személyszállítás részesedése egyre csökkenő arányt képviselt az Osztrák-Magyar Monarchiában működő vasúttársaságok bevételeiben. Ugyanakkor a személyszállítást a nagyvasúti járművekből kiállított, vegyesvonatokkal kiszolgált szárnyvonalakon és a fővonalakon bevezetett helyi forgalomban a magas önköltségek jellemezték, miközben az érintett vonalak, illetve viszonylatok személyforgalma nem haladta meg a lóvontatású közúti vasutak szállítási teljesítményét. A személyforgalom növeléséhez és az önkölt-

ségek csökkentéséhez szükség volt a más területeken szerzett kedvező tapasztalatok elemzésére és felhasználására.<sup>2</sup>

Abban az időben a városokban működő közúti vasutakon már megjelentek a gőzzel hajtott, könnyű, omnibusz motorkocsik, amelyek gyorsabbak és kényelmesebbek voltak a lóvasutak poroszkáló fogatainál. A gyorsabb eljutás – a rövidebb utazási idő – miatt már rövidebb szakaszokon is érdemes volt az omnibusz járatokra felszállva az utazásra pénzt áldozni, lényegesen megnövelve ez által a közúti vasutak forgalmát és bevételét, Magyarországon az Osztrák Államvaspálya Társaság (ÁVT), az Alföld Fiumei Vasút (AFV) és a Kassa Oderbergi Vasút (KsOd) a helyi forgalmat kiszolgáló, lassú vegyes vonatok

<sup>1</sup> A Vasúti és közlekedési közlöny 1881. április 27. p. 296

<sup>2</sup> **Ueber den Betrieb minder rentabler Bahnen.** (Vortrag, gehalten von Herrn W. T e d e s c o, Ober-Inspector der Oesterreichischen Nordwestbahn, am 7. Jänner 1879 in der XII. Versammlung des Clubs österreichischer Eisenbahn-Beamten.) Oesterreichische Eisenbahn-Zeitung, No 2. Wien, den 12. Jänner 1879. II. Jahrgang, p.15-22.

helyett úgynevezett omnibusz járatokat indított a fővonalakon a személyforgalom fellendítésére, az 1880-as évek elején. Az Osztrák-Magyar Monarchia lokomotívgyári felkészültek az omnibusz forgalom igényeinek megfelelő, könnyű gőzmozdonyok építésére. A megoldást azonban abban az időben a fővonalakon a közúti vasutaktól átvett gyakorlat helyett a helyi viszonylatokban, a nagyvasúti viszonyokhoz jobban igazodó, másodrangú forgalom bevezetése, valamint a hozzájuk csatlakozó másodrangú, helyi érdekű hálózat kiépítése jelentette. Mindenesetre az omnibusz forgalom bevezetése egy érdekes kísérlet volt a vasutak fejlődéstörténetében, amely felhívta a figyelmet a csak személyforgalom kiszolgálására berendezett megállóhelyek létesítésének fontosságára a fővonalakon is.

### Közúti vasút – Helyi érdekű vasút

A gyorsan fejlődő nagyvárosok körzetében gazdasági kényszer formájában továbbra is fennállt az igény, az urbanizálódó települések belső kerületeit az élelmiszerekkel, kisipari termékekkel és munkaerővel ellátó, környékbeli helységekkel való közvetlen vasúti kapcsolat kiépítésére. Az 1880. évi XXXI. törvény-cikk adta lehetőségeket kihasználva a főváros területén kiterjedt közúti lóvasút hálózatot üzemben tartó Budapesti Közúti Vaspálya Társaság (BKVT) Igazgatósága az elsők között kezdeményezte a város határáig vezető vonalainak folytatásaként üzemelő, Budapesti Helyi érdekű Vasutak (BHÉV) hálózatának kiépítését. Így került sor 1887. augusztus 7-én a Budapest–Soroksár, 1887. november 24-én a Soroksár–Haraszti, 1888. július 20-án



1. ábra: A Karlsruhei vasút villamos

a Budapest–Cinkota vonalrész és 1888. augusztus 17-én a Budapest–Szentendrei vonal megnyitására. A BHÉV járművei a közúti vasutak hálózatára történő zavartalan átmenet biztosítása érdekében központi vonó-ütközőkészülékkel voltak felszerelve. A szerelvényeket továbbító, közúti vasúti forgalomra készült tramway mozdonyok, azonban a nagyvasúti járművek továbbítására is alkalmasak voltak.<sup>3</sup>

A felgyorsult ipari fejlődés hatására az országos hálózathoz csatlakozó közúti vasutak egyes vonalai a XIX-XX. század fordulójára vontatóvágányokká váltak, közvetlen átjárást biztosítva a településeken működő, de közvetlen nagyvasúti kapcsolattal nem rendelkező gyárak, üzemek iparvágányaihoz. A BHÉV villamosított hálózata a városközi közlekedést szolgálta az országos vasúti hálózathoz csatlakozva teherforgalommal és iparvágány kiszolgálással. A személyszállítás feladata azonban ezeken a vonalakon is a központi ütközővel felszerelt, könnyű városi járműveké maradt. A vidéki városok közül Debrecenben a Debrecen–Nyírbátori HÉV,

Brassóban a Brassó–Háromszéki HÉV a Brassó–Hosszúfalu vonalán teljesített hasonló, közúti vasúti és városkörnyéki szállítási feladatokat.

A Monarchiában, Ausztriában is épültek hasonló vasutak. A legérdekesebb azonban ezek közül a Bécs belvárosát Pozsony belvárosával összekötő Pozsony Országhatárszéi Helyi érdekű Vasút (POHÉV) volt. Pozsonyban, az 1000 mm nyomközű villamoshálózat vágányai mellett egy harmadik sínnyal is lefektettek, hogy a POHÉV járművei a belvárosig zavartalanul közlekedjenek. Vonalának a Bécs és Pozsony belterületén haladó szakaszait a közúti vasutakhoz igazodva egyenáramú, az osztrák vonalrész az országhatártól Bécs közigazgatási határig egyfázisú, váltakozó feszültségű felsővezeték rendszerrel villamosították.<sup>4</sup> A nagyvárosok és a környékbeli települések között a közúti vasutak járműveivel kapcsolatot teremtő összekötő vasutak a XX. század elején az Egyesült Államokban is közkedveltek voltak.

A nagyvárosok belső területeit a környező településekkel közvetlenül összekötő, közúti vasutak körny-

<sup>3</sup> *A Budapesti Helyi érdekű Vasutak 1887-ben.* Vasúti és Közlekedési Közlöny, 40. szám 1888 p. 662-663.

<sup>4</sup> Tóbiás Károly, *A villamos közúti és helyi érdekű vasutak fejlődése Magyarországon.* Magyar Mérnök- és Építész-egylet közlönye 25-26. szám LIX. kötet, Budapest, 1925. június 28.

nyű járműveivel kiszolgáló vonalak létesítésének kérdése az 1980-as évek végén merült fel ismét Németországban. Ekkor azonban már nem külön vonalak létesítésével, hanem a DB üzemelő hálózatának felhasználásával. Így született meg a Tram-Train Karlsruhe-ban, az 1990-es évek elején.

## A Tram-Train járművek megfelelésértékelése

A MÁV-START egy sikeres közbeszerzési eljárás lezárásaként szerződést írt alá a Stadler Valencia S.A.U. céggel a szegedi Hódmezővásárhely Tram-Train program járműveinek szállítására. A Valenciái cég a KTI-vel kötött szerződést a járművek megfelelésértékelésére és a tanúsítási eljárás elvégzésére.

### Követelmények

A Tram-Train vagy vasútvillamos 2016/797 EU Irányelv bevezető rendelkezéseinek (6) pontja szerint „... olyan tömegközlekedési koncepció, amely lehetővé teszi mind a helyi-érdekű vasúti infrastruktúrán és a nagyvasúti infrastruktúrán való kombinált működtetést. A tagállamoknak meg kell engedni, hogy kizárhassák az ezen irányelvet végrehajtó intézkedések hatálya alól az elsősorban helyi-érdekű vasúti infrastruktúrán alkalmazott, de bizonyos nagyvasúti alkatrészekkel annak céljából felszerelt járműveket, hogy azok kizárólag összeköttetési célból képesek legyenek áthaladni a nagyvasúti infrastruktúrának egy jól körül határolt, korlátozott szakaszán. Amikor a vasút-villamosok vasúti infrastruktúrát használnak, biztosítani kell a valamennyi alapvető követelménynek való, valamint az érintett vonalakon elvárt biztonsági szintnek való megfelelést. A határokon átnyúló esetekben az illetékes hatóságoknak együtt kell működniük egymással.”

A Tram-Train tehát egy olyan köztöppályás vasúti jármű, amelyre az Irányelv előírásai nem vonatkoznak,

de ugyanakkor a nagyvasúti infrastruktúra használata miatt meg kell felelnie az alapvető követelményeknek, valamint az elvárt biztonsági szintnek.

Az Irányelv által meghatározott alapvető követelmények a vasúti járművek esetében a következők:

- Biztonság.
- Megbízhatóság és rendelkezésre állás.
- Egészség.
- Környezetvédelem.
- Műszaki összeegyeztethetőség.
- Akadálymentesítés.

A gördülő állomány alrendszer esetében az általános követelmények még kiegészülnek további, vasúti jármű specifikus elemekkel, köztük a fedélzeti adatrögzítő berendezés kötelező alkalmazásával.

A Tram-Train járművek megfelelésértékelésénél azonban a legfontosabb szempont a nemzeti előírások, OVSZ I. és az OVSZ II. követelményeinek betartása volt, különös tekintettel a szegedi villamoshálózat jellegzetességeire.

A járművek a közúti jellegüknel fogva számos, nagyvasúton nem alkalmazott megoldást tartalmaznak, mint például a csuklós járműszerkezet vagy maga a forgóváz a különleges szekrénykapcsolattal és a belső csapágyazású kerékpárokkal. Bízunk benne, hogy az üzembe helyezés és a próbák során tapasztalt hiányosságok

felszámolása után a járművek a MÁV-START járműparkjának hasznos elemeivé válnak.

## A forgóváz általános jellemzői

A hajtott és a futóforgóvázakat alacsony padló magasságú járművekhez fejlesztették ki. A nagy műszaki körülményekkel gyártott forgóvázak típusa a Németországban és az Egyesült Királyságban üzemelő járművekben is hibátlanul üzemelnek. A primer rugózást és a csapágyvezetést acéllemez tokba elhelyezett gumirugók biztosítják. A szekunder rugózást légrugókkal oldották meg. A szekrény alátámasztást a szokásos forgótányéros vagy oldalsó csúszótámas alátámasztás helyett egy teljesen újszerű forgatógyűrűs rendszerrel valósították meg. Ezen megoldásokkal igen kedvező futási dinamikát biztosítottak. A forgógyűrűvel ellátott szerkezet a szekrény és a forgóváz között kis pályávekben is akadálymentes elmozdulást biztosít. A szekunder pneumatikus felfüggesztéssel kiegészített primer gumi-fém rugós felfüggesztés és a rugalmas kerekek magas komfort fokozatot és igen alacsony futási zaj kibocsátást hoznak létre.

A forgóvázkeret a kívánt geometriai megvalósítása és a szilárdsági követelmények teljesítése végett



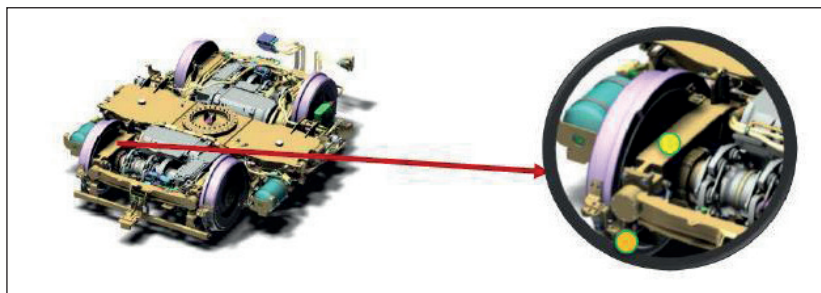
2. ábra: A MÁV-START megrendelésére gyártott Stadler Train tram hibrid jármű

öntött részeket is tartalmazó hegesztett szerkezet.

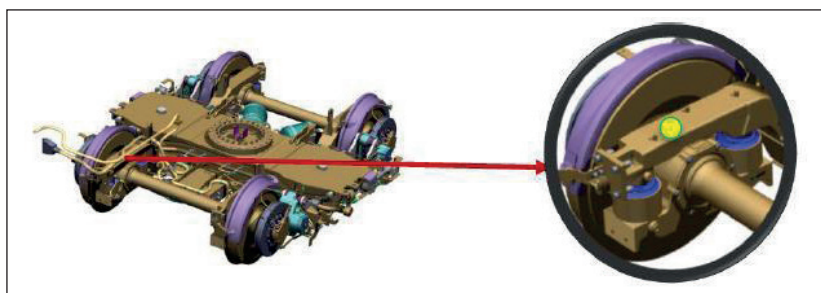
A hajtott forgóváz keretre rugalmasan felfüggesztett 145 kW teljesítményű önszellőztető vontatómotor van felszerelve. A motor a felfüggesztett hajtómű házzal kapcsolódik a csőtengelyű kerékpárhoz. A hajtómű és a kerékpár közötti kapcsolatot rugalmas tengelykapcsoló biztosítja. A hajtott forgóvázban a féktárcsa a hajtómű egység a csőtengelyen helyezkedik el, ahol a féknyereg a sebességváltó egységhez van felfüggesztve. A futó forgóvázakban a féktárcsák a tengelyvégekre vannak felszerelve, a féknyereg a forgóvázkeretre van felfüggesztve. A homokozó és a nyomkarima kenő berendezés a hajtott forgóváz első kerékpárjánál van a keretre felfüggesztve. A forgóváz kereten az emelési lehetőség biztosított.

### Műszaki adatok

- Kerékpárok tengely távolsága: 1900 mm
- Nyomtávolság: 1435 mm
- Kerék távolság: 1360 mm
- Primer rugók középvonali távolsága: 1180 mm
- Szekunder rugók középvonali távolsága: 1640 mm
- Kerékátmérő
  - Új: 720 mm
  - Kopott (legkisebb): 640 mm
- Abroncs szélesség: 135 mm
- Abroncs anyaga: B6T Rm = 920-1050 N/mm<sup>2</sup>
- Megengedett kerékpár terhelés: 12 t
- Kerék típusa: Rugalmas kerék (V-alakú)
- Kerékprofil: S1002-TT kerékprofil
- A sínkoronától mért lekisebb távolság: 80 mm (kopott kerék)
- Legnagyobb megengedett üzemi sebesség: 100 km/h
- Primer felfüggesztés: Gumi-fém
- Szekunder felfüggesztés: Pneumatikus



3. ábra: Hajtott forgóváz



4. ábra: Futó forgóváz

- Lengéscsillapítók (szekunder szinten): Vízszintes és függőleges
- Mágneses sínfék: 76 kN névleges (kompresszió)
- Fékberendezés
- Motor sebességváltó egység szabványban: VEM- Siemens
- Hajtott forgóváz saját tömege: 5880 kg
- Futó forgóváz saját tömege: 4300 kg

### Forgóváz keret

A forgóvázkeret főleg hegeszthető acéllemezekből készült a hosszartók kivételével, amelyek öntött acélból készülnek (anyaga: G-20 Mn 5+QT EN 10293) és a központi kerethez vannak hegesztve. A H-keretű forgóváz szerkezet a hajtott és a futó forgóvázaknál kisebb változtatásokkal közel egyforma, szekrényes kivitelű keresztirányú merevítővel összekötött hegesztett szerkezet.

A primer hord rugó felfüggesztések a keret acélöntvényű tartójához, a szekunder felfüggesztések a szekrényes kivitelű keresztartóhoz csatlakoznak.

A forgóváz keret szekrényes kivitelű hegesztett szerkezetből áll, a felhasznált acélanyag típusa megfelel az EN10025, és G-20 Mn 5+GT+QT EN 10293 szabványok előírásainak. A felhasznált lemezanyag jól hegeszthető S355J2+ N jelű nyugtatott acél.

A hegesztést követően a forgóváz keretet egyenetlés után feszültségmentesítő hőkezelésnek vetik alá. A hőkezelést maximális hőmérsékleten 610 °C-on 50 percig végzik.

A keretet homokfúvás után kimérik, az adatokat mérőlapon rögzítik, majd a szerkezeti egységet alpozásnak és festésnek vetik alá.

A forgóvázkeret mechanikai szilárdságát az EN1349 szabványban foglaltak megfelelően ellenőrizték a három részes hibrid motorvonat maximális terhelésének megfelelően. A statikai és a tartóssági FEM számításokat, a laboratóriumi statikai dinamikai vizsgálatokat fárasztógépen végezték. A fárasztás 10 E6 cikluson keresztül történt, a kereten repedés nem volt. Majd a készre szerelt forgóvázakkal készült prototípus járművet az előírásoknak megfelelően terhelési futópróbákra vetették alá, ahol az EN szab-

ványok követelményeink a forgóváz megfelelt.

## Kerékpár

A kerékpárokat belső csapágyazással tervezték. A kerékpár a következő főbb alkatrészekből áll:

- Csőtengely,
- Tengelycsapágyak kúpörgős-csapágyakkal,
- Kerékpár csapágyházak,
- Rugalmas V alakú gumibetétes abroncsos kerékpár.

A kerékpár a tengelyből és a tengelyvégre sajtolt rugalmas kerekekből áll. A kerekek belső oldalán van felsajtolva a csapágytokban lévő kúpörgős csapágy. A csapágytok felső részén van beépítve a rugalmas csapágyvezetés, ami a forgóváz keretre van fel erősítve.

A tengely tervezése és elrendezése megfelel az EN13104 / EN13103 szabványok előírásainak, és amely E4T 25CrMo4 minőségű acélból készült, az EN13261 szabványban foglaltaknak megfelelően. A tengelyek súly csökkentés és az ultrahangos vizsgálatok megkönnyítése végett üregesen készültek, a furat átmérője 30 mm.

A keréktárcsa C3N minőségű acélból készült. Tesztelését az UIC 812-1 döntvény előírása szerint végezték el. Az abroncsot az UIC előírása szerint B6T minőségi acélból gyártották.

A kerék futókörátmérője 720 mm, a megengedett kopási mélysége 80 mm. A kerékabroncs szélessége 135 mm. A kerék tárcsa lesajtolasát az ágyon lévő olajozási furat segíti elő. A kerékpárok tengelyei áram visszavezető gyűrűvel, az abroncsok földelő vezetékkel vannak a keréktárcsával összekötve. A primer és a szekunder rugó felfüggesztés mellett a rugalmas kerekek gumi elemei tekinthetők a felfüggesztés harmadik szakaszának. A csapágytokok az EN 1563 szabvány előírásainak megfelelően öntött acélból készültek. A csapágytokra vannak

felszerelve a sebesség mérők és a hőfokérzékelők. A csapágytokokba a por és a víz bejutását olajálló gumi labirint gyűrűk akadályozzák meg. Az SKF gyártású két soros kúpörgős csapágyak belső átmérője 144,5 mm.

## Primer rugózás és csapágyvezetés

A primer csapágyvezetésben csapágytokonként 2 gumi-fém gyűrű rendszert építettek be, amelyben a gumi rugói a forgóváz kerethez csatlakoznak. A gyűrű ki alakítása a lehetővé teszi a forgóváznak a kerékpárokkal való megemelését is. A speciálisan kialakított gumi-fém felfüggesztő elemek öncsillapítása a többi lengéscsillapító elem mellett hatásos csillapítást biztosít. A speciálisan kialakított gumirugók maximális terhelésnél függőleges irányban 20 mm-t, hossz és keresztirányban 2 mm nyomódnak össze, ezáltal a kerékpárok hossz és keresztirányú mozgása csillapítottan korlátozott. A primer csapágyvezetést úgy alakították ki, hogy korrigálni lehessen a gumi-fém felfüggesztés beállítását. A kerék terhelések pontos beállításához a csapágyvezetés 4 mm alaplemezére a szükség szerint alátét lemezeket lehet beépíteni, az alátétezés mértéke max. 10 mm lehet. A forgóvázkerethez való kapcsolódásnál egy helicoil menetbetét található, amely csökkenti a kopást és megkönnyíti az esetleg szükségessé váló javításokat.

## Szekunder rugózás

A szekunder rugózás forgóvázanként egy- egy légrugóból áll. A légrugó külső átmérője 500 mm, egy 23 mm-es légréssel. A szekunder rugózás két egységből áll, amely a kocsiszekrény függőleges irányú terhelését a forgóváz keret fő keresztirányú elemeire viszi át.

A légrugós rendszer folyamatos magasságot tart, a forgóváz és a kocsiszekrény között, továbbá a terheléstől kevésbé függő felfüggesztési frekvenciát biztosít. Minden légrugós felfüggesztő egység belső biztonsági felfüggesztő rendszerrel van ellátva (hengeres fémgumi biztosító rugó), amely akkor is lehetővé teszi a csökkentett sebességű tovább haladást, ha a pneumatikus rendszer meghibásodik. A vészhelyzeti felfüggesztés maximális összenyomódása 12 mm. A kocsiszekrényhez való csuklós kapcsolatot a forgóváz tartószerkezetéhez rögzített forgatóműgyűrű biztosítja. Ennek a megoldásnak a legfőbb előnye a súrlódó kapcsolatokhoz képest a zajforrások és az oszcilláció kiküszöbölése és a kanyarban való kedvezőbb mozgás, (beállítás). Ez az összekötési forma javítja a járműközlekedési jellemzőket és csökkenti a nyomkarima kopást. A forgatóműgyűrű átmérője 486 mm, a golyók átmérője 25 mm. A forgatóműgyűrű a keresztirtóra van felerősítve és két vonórúddal kapcsolódik a forgóváz kerethez. A forgatóműgyűrű megfelelő utazási kényelem mellett biztosítja a forgóváz és a kocsiszekrény közötti kapcsolatban a szabad mozgást, és egyben korlátozza is azokat. Az oldalirányú erőket a légrugók, valamint szükség esetén a tartószerkezet és a forgóváz keret közé helyezett oldalirányú rugalmas ütőközpök és lengéscsillapítók biztosítják. A forgóváz két oldalán két-két függőleges lengés csillapító, valamint egy hosszirányú az alváz és a forgóvázkeret között van beépítve, abból a célból, hogy az utas kényelmet fokozza.

## Forgóváz-kocsiszekrény kapcsolat

A kocsiszekrényhez való csuklós kapcsolatot a forgóváz tartószerkezetéhez egy rögzített forgatóműgyűrű biztosítja. A függőleges irányú erők mellett a forgatóműgyűrű a

hosszirányú és a keresztirányú erőket is továbbítja a kocsiszekrény és a forgóváz tartószerkezete között. Az oldalirányú erőket a lérugók, valamint szükség esetén a tartószerkezet és a forgóvázkeret közé helyezett oldalirányú rugalmas ütközők továbbítják.

### Hajtásrendszer

A hajtómű egység a hajtott forgóvázkereteken a kerekek között átlós helyzetben található. A meghajtó rendszer végzi a vontatómotor és a kerékpárok között a vontatási és fékezési teljesítmény létrehozását. A hajtóegység teljes egészében felfüggesztett helyzetben van telepítve. Ezáltal csökkenti a nem felfüggesztett tömegek káros hatását és minimalizálja a talajnak átadott rezgő hatásokat, továbbá védi a hajtás elemeit a kerékpárok által felvett nagymértékű rezgésekkel szemben.

A hajtóegység háromfázisú aszinkron meghajtó villamos motorból, homlokfogaskerék egységből, és tengelykapcsolóból áll. A féknyereg és a féktárcsa a sebesség váltóra rászerezve található a szerkezeti egységen belül. A motor hajtóegység három gumirugó felfüggesztéssel kapcsolódik a forgóváz kerethez. A kerékpár tengely és a sebességváltó közötti sugárirányú rések biztosítottak abból a célból, hogy a motor- hajtómű egységet, felfüggesztési pontjait be lehessen állítani.

### Fékberendezés

A járműnek három különböző fékrendszere van:

- Elektrodinamikus fék (ED fék),
- Mechanikus rugós tárcsafék (SD fék),
- Mágneses sínfék (MR fék).

Normál üzemi körülmények között a szerelvény az elektrodinamikus féket (ED fék) használja, mind-

addig, amíg az elegendő a szükséges fékezési utasítás végrehajtásához. A mechanikus fék (ED fék) csak az elektrodinamikus fék teljesítménye határának elérését követően lép működésbe. A fékezéshez szükséges erőt a szerelvény terhelési állapota is befolyásolja. Az SD fék hidraulikus működésű.

### Mágneses sínfék (MR fék)

A mágneses sínféket 24 V-s egyenáram szabályozza (akkumulátor áramkörrel) és közvetlen hatást gyakorol a sínre. Ennek megfelelően független a sín és a kerék közötti együtthatótól, funkciója a szükség szerinti gyors fékezés, amely csupán a kerekek fékezésével nem lehetséges (teljes befékezéskor). Mindegyik forgóváz esetében két elektromágneses sínfék kapcsolódik a csapágyházhoz.

### Kiegészítő berendezés

A fentiekben leírt fő berendezések mellett még az alábbiak találhatóak a forgóvázra szerelve:

- A nyomkarima kenő berendezés fűvókái,
- Homokozó rendszer fűvókái,
- Pályakotró,
- Sárvédők,
- Forgási sebesség érzékelő,
- Földelő érzékelők,
- Borítások

### Összefoglalás

A Stadler járműipari cég által a Tram-Train hibrid motorvonatokhoz kifejlesztett forgóvázakat a Stadler Rail Valencia S.A.M. gyárában gyártották. A műszaki leírás, az általános jellemzők és a műszaki adatok gondos előkészítése tanúsítási szempontból megnyugtató volt. Továbbiakban csak a forgóváz egyes főbb részeit emeljük ki ami tanúsítási szempontból érdekes volt. Ezek a következők:

#### 1. Forgóvázkeret

A forgóváz keret formája és a gyártáshoz használt lemez és öntött anyagok kiválasztása, a hegesztési varratok, a szilárdsági számítások, a fázispróbák eredményeinek értékelése, tanúsítási szempontból nagy odafigyelést igényelt, mivel a forgóváz felépítése kissé eltért a nagyvasúti járműveknél alkalmazottaktól.

#### 2. Kerékpár

A csőtengely különleges kialakítása, a megmunkálási finomságok megfelelőek voltak. A belsőcsapágyazású keréktárcsa, a V alakú gumibetétes abroncsa és a szokatlan kialakítású nyomkarima együttes vizsgálata is újdonságot jelentett.

#### 3. A primer rugózás és csapágyvezetés

Az acélhüvelyben lévő gumibetétes csapágyvezetés a jármű futásjóságát javítja. A speciális kerékprofil kialakítása lehetővé teszi a városi és a nagyvasúti pályán való biztonságos kerék vezetést.

#### 4. Szekunder felfüggesztés

A lérugók, a forgóváz tartószerkezetéhez kapcsolódó forgatógyűrű, valamint a hosszirányú kikötőkarok segítségével jön létre az alváz és a forgóváz kapcsolata. A kedvező futásjóságot a kapcsolódó lengéscsillapítók is segítik.

#### 5. Hajtó egység

Tanúsítási szempontból a beépítési egység nagyon jól átgondoltak minősíthető.

#### 6. Fékrendszer

A járműbe beépített három különböző fékrendszer tanúsítási szempontból újszerű volt, mivel az SD fék hidraulikus.

Az összefoglalásban csak azt a részt próbáltuk kiemelni, ami tanúsítási szempontból újdonságnak számított.

### Felhasznált irodalom:

A Stadler által biztosított forgóváz dokumentáció.