

**LACZÓ FERENC**

Villamos mérnök
Stadler Bahn AG

A FLIRT – egy modern jármű az elővárosi forgalom részére

A szerző cikkét 2004-ben írta a Vasút-gépészet számára

2004. évi helyzetkép

A mai közgazdasági helyzetben a tömegközlekedés fejlesztés igénye esetén az infrastruktúra beruházás lehetőségei korlátozottak. Egy új elővárosi járműnek alkalmasnak kell lenni arra, hogy a meglévő hálózaton a nagy vonatforgalomban a menetrendi részekbe be tudjon illeszkedni. A Stadler cég által fejlesztett, nagy teljesítményű „FLIRT” motorvonat egy ideális megoldás erre a feladatra és minden kényelmi jellemzőt tartalmaz (magas alacsonypadlós arány; légkondicionálás), amelyik ma egy ilyen járműnél kötelező. A cikk bemutatja a járműt, amelyből a Svájci Államvasutak (SBB) 42 darabot vásárolt.

Bevezetés

Az ezredforduló éveiben az elővárosi tömegközlekedés többféle kihívás előtt áll.

A beruházásra rendelkezésre álló eszközök egyre szerényebbek. Ezért a létező infrastruktúrából a lehető legnagyobb hasznot kell elérni minimális beruházással.

Az utasok a vonatkényelem szintjét a személygépkocsijukkal hasonlítják össze. Ha a tömegközlekedési jármű nem kínál megfelelő kényelmet, nem lehet meggyőzni az autóval ingázókat a vonatra átszállásra.

A társadalom igényli, hogy a mozgássérültek könnyebben tudják önállóan használni a tömegközlekedési

eszközöket.

Az utasnak biztonságban kell éreznie magát, mialatt a tömegközlekedési szolgáltatásokat igénybe veszi.

Ebből az itt felsorolt követelmények következnek egy modern elővárosi, sínen közlekedő jármű részére:

Az új járatoknak be kell illeszkedni a létező, általában sűrű menetrendben közlekedő, különböző sebességű, Intercity- és tehervonatok közé. Ennek feltétele számottevő gyorsulás és magas utazósebesség. Bevált konstrukcióknak magas megbízhatóságot kell garantálni. Magasfokú redundancia biztosítja, hogy hiba esetén a jármű ne zavarja a forgalmat.

Az utastér hőmérsékletét klímaberendezéssel kellemes szinten kell tartani. Az ülőhelyek számának minél nagyobbának kell lenni. Az utastér kialakítása gyors, egyszerű takarítást tegyen lehetővé.

A padló magassága olyan szinten legyen, hogy lehetőleg lépcső nélkül lehessen beszállni a peronról. A belső térben a folyosó túlnyomó része lépcsőt ne tartalmazzon. A toalettet a mozgáskorlátozottak kerekesszékekkel is használhassák.

Az utastér teljes hosszában áttekinthető legyen és szabadon átjárható. A felszerelt vészjelzőkkel segítséget lehessen kérni. Szükség esetén videó berendezéssel az utasteret megfigyelve a vandalizmust megelőzni, csökkenteni lehessen. Tűzjelző és biztonsági berendezés biztosítja, hogy gyújtogatás esetén is az utasok biztonságosan menekülni tudjanak.

A svájci város, Zug is bővíteni akarja a tömegközlekedési kínálatot a már létező, ugyanakkor sűrű forgalomtól terhelt vasúti hálózaton. A legújabb beruházás során mindössze annyi lett engedélyezve, hogy néhány új megállóhelyet hozhattak létre. Az úgynevezett „Stadtbahn Zug” üzemeltetés egy „free access” módon lett kiírva. A versenykiírást a Svájci Államvasutak (SBB) nyerte el. Járműként, a fent leírt követelményeket teljesítő „FLIRT” motorvonatot választották, melyet a svájci Stadler cég fejlesztett ki.

Fejlesztési célok, jármű koncepció

A Stadler cég filozófiája szerint, az új jármű a sikeres „GTW”-család tagjaként lett kifejlesztve. Ennek a fő jellemzői a következők.

- Alumínium kocsiszekrény.
- A hajtott tengelyekre összpontosított hajtó berendezés, a maximális tapadás kihasználása céljából.
- Moduláris szerkezet, mely könnyen alkalmazkodó különböző megrendelők követelményeihez.

(1. ábra helye)

A „Stadtbahn Zug” specifikáció valamint egyéb piaci követelmények (az SBB egy következő opcióban kétfrequenciás – 15 kV 16,7 Hz, 25 kV 50 Hz –, sőt esetleg két áramnemű – 15 kV AC, 3 kV DC – járművet szándékozik rendelni) a következő jármű koncepcióhoz vezettek:

- Csuklós szerelvény, alumínium könnyű konstrukciós kocsiszekrény
- Hajtó berendezés a vonat két végén koncentrálva; négy hajtott tengellyel
- Szabadon választhatóan kettő vagy négy beszállóajtó kocsiszekrényenként
- Ülőhely kapacitás 160-tól 350-ig választható
- Hagyományos hajtóforgóváz; Jacobs futóforgóváz a csuklók alatt
- Padlómagasság 550 mm; a csukló átjárónál lejtős kialakítással
- „Cantilever” ülések (láb nélküliek, csak az oldalfalhoz vannak rögzítve)
- Indulási gyorsulás $1,2 \text{ m/s}^2$ (4-részes szerelvény)
- Legnagyobb megengedett sebesség 160 km/h

A szerelvényt 3 – 6 csuklós tagból lehet összeállítani, alkalmazkodva a várható forgalomhoz (1. ábra). A kocsiszekrény hosszát és szélességét is lehet változtatni (2. ábra). Az üléstávolság választható, 1650 mm vagy 1800 mm lehet.

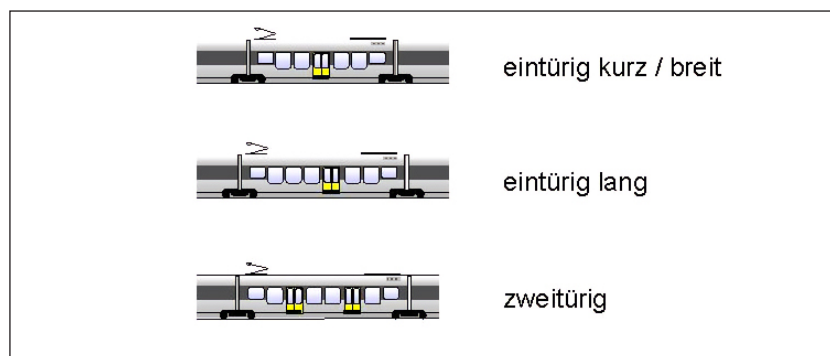
Jármű struktúra, „Crash” koncepció

A kocsiszekrény az UIC 566 illetve EN 12663 szabvány szerint hosszban 1500 kN nyomószilárdságra lett tervezve. A szerkezet nagy méretű alumínium profilokból áll, melyeket hegesztéssel erősítenek össze. (3. ábra).

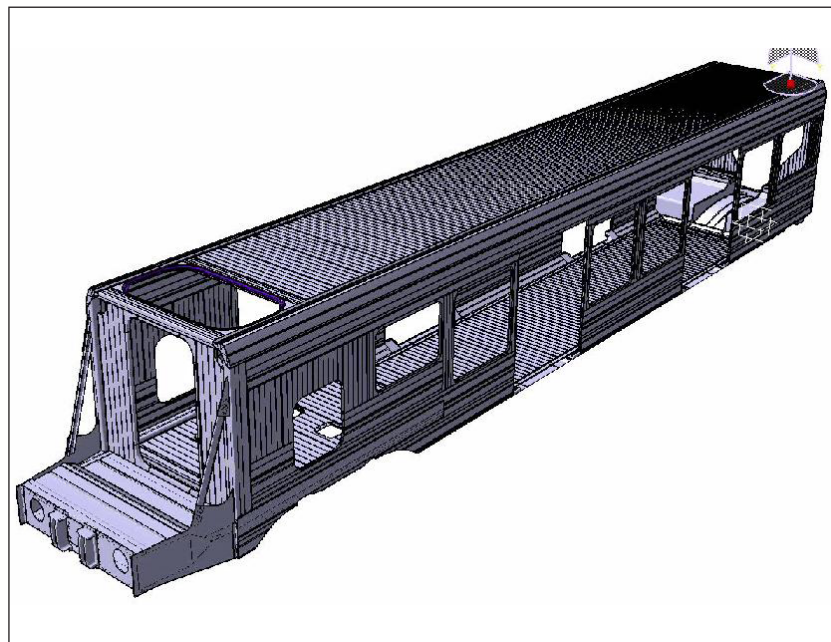
A megfelelő ütközési ellenállás a front struktúrával, a középütközős vonókészülékbe ültetett hidraulikus energiaemésztővel, valamint energiaemésztő segédütközőkkel van megoldva. Ha két FLIRT 10 km/h sebességgel ütközik, akkor azt a vonatok maradandó alakváltozás nélkül elviselik. A segédütközők két fokozatban működnek: először egy rugó emészt fel az energiát. Ez egy 90 t tömegű teherkocsi 5 km/h sebességgel történő ütközésének felel meg (4. ábra).



1. ábra: A FLIRT lehet három, hat tagos



2. ábra: Változtatható hosszúságú, szélességű kocsiszekrény



3. ábra: Kocsiszekrény

Ha a vasúti jármű egy teherautóval 40 km/h sebességgel ütközik össze, akkor a segédütközők összenyomódnak. A középütköző betolódik az előépítménybe. Az üvegszálerősített műanyag kabin (könnyen javítható módon) behorpad. A mozdonyvezető munkahelyét ez nem érinti és az alumínium szerkezet sem szenved alakváltozást. Az utasokat érintő gyorsulás nem lépi túl 1,3 g-t.

Belső berendezés

A Jacobs-futóforgóvázak lépcső nélküli átjárást tesznek lehetővé a kocsik között. Mivel a vonat végig átjárható, látványosan hosszú, egybefüggő utastér keletkezik, amelyet a design tovább fokoz. (5. ábra). A belső berendezés elemei a GTW járművek jól bevált termékei.

Az elválasztó falak csak oldalfalhoz és a tetőhöz vannak rögzítve. A Cantilever ülésekkel együtt ez gyors, könnyű takarítást tesz lehetővé.

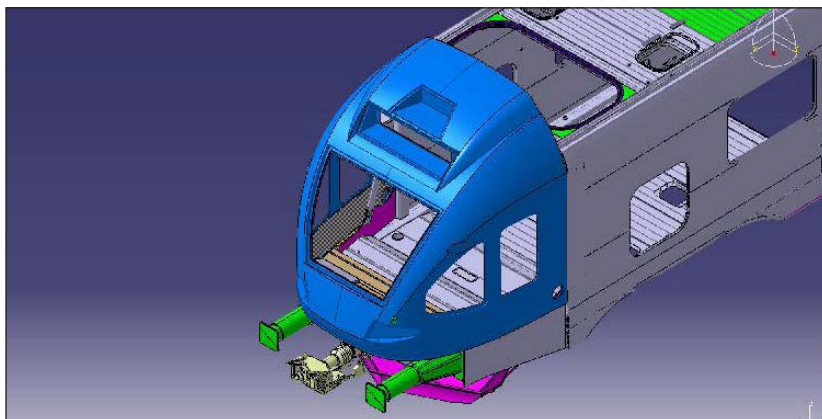
Tetőburkolat-modulok integrált levegőcsatornákkal és világítótestekkel készülnek. A keret nélküli oldalablakok, profilgumival közvetlenül az oldalfalhoz vannak rögzítve.

Az utastér klímaberendezése a tetőn van beépítve. A levegő hangtompítón át áramlik a csatornába. A beérkező levegő a kocsik hosszában elosztva majd perforált paneleken keresztül beáramlik az utastérbe. Hideg időben az ülések melletti fűtőtestek, továbbá kritikus helyeken (beszálló ajtó, átjárók) elhelyezett ventilátoros hőszugárzók biztosítanak kellemes hőmérsékletet (6. ábra).

A toalettfülke úgy lett kialakítva, hogy egy kerekesszékes mozgássérült személy segítségével együtt beférjen. A fülkében külön szellőző berendezés állandó szívást hoz létre, ezáltal akadályozva a levegőnek a toalettből az utastérbe áramlását.

A kétszárnyas lengőtölő ajtók 1300 mm szélességre nyílnak ki és villamos hajtással működnek.

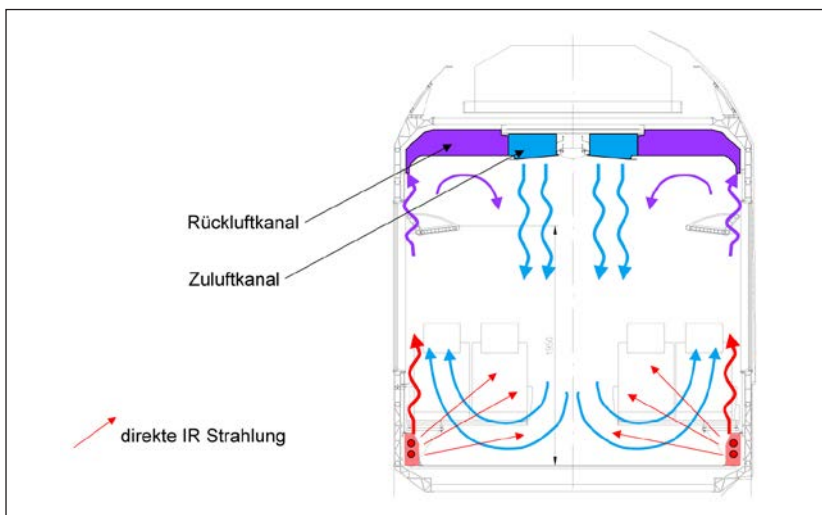
A svájci szabvány peronon (550 mm magasság), lépcső nélkül lehet beszállni. A mozgássérültek biz-



4. ábra: Kétfokozatú segéd ütköző



5. ábra: Egybefüggő utastér



6. ábra: Utastér tetőklíma

tonságos közlekedése érdekében egy kitoló lépcső biztosítja, hogy a peron és a jármű között rés ne haladjon meg

az 50 mm távolságot. Alacsonyabb peronok esetén, egy lehajtható lépcsőt lehet a tolólépcső helyett felszerelni.

Futómű

A szerelvény végén két hajtóforgóváz, valamint a csuklók alatt „Jacobs” futóforgóvázak vannak elhelyezve. Mindegyiknél a primer rugózást csavarrugók, a szekunder rugózást lég-rugók teljesítik. A tengelycsapágó kikötőruddal van rögzítve a hegesztett acélkerethez. A féktárcsa a keréktesten van elhelyezve (7. ábra).

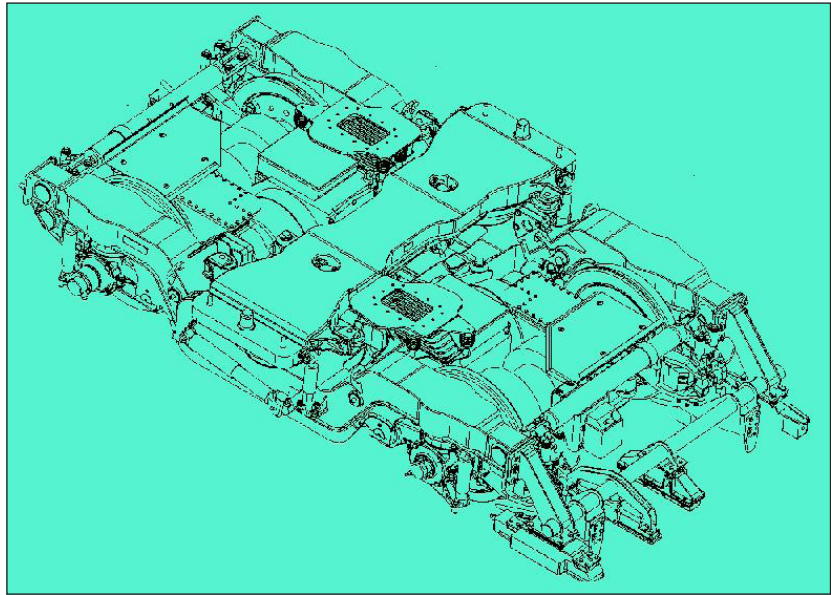
Forgócsap viszi át az erőt a hajtóforgóvázzról a kocsiszekrényre. A motor teljesen rugózottan van a forgóvázban felfüggesztve (csőtengelyes hajtás gumieleemes kardáncsuklóval). A négy kompakt fékhengerben rugóerő tároló üzemel rögzítő fékként. Nyomkarimakenő, homokszórók, valamint a különböző biztonsági berendezések antennái egészítik ki a felszerelést.

A kocsiszekrények a futóforgóváz fölött egy vas-gumi gömbcsuklóval vannak összekötve, amely mindenirányú mozgást megenged ívben, lejtőtörésnél és kitérőkön való áthaladáskor. A kocsiszekrények két-két lég-rugón támaszkodnak fel a forgóvázra. Az erőátvitel egy forgócsapon keresztül történik (8. ábra).

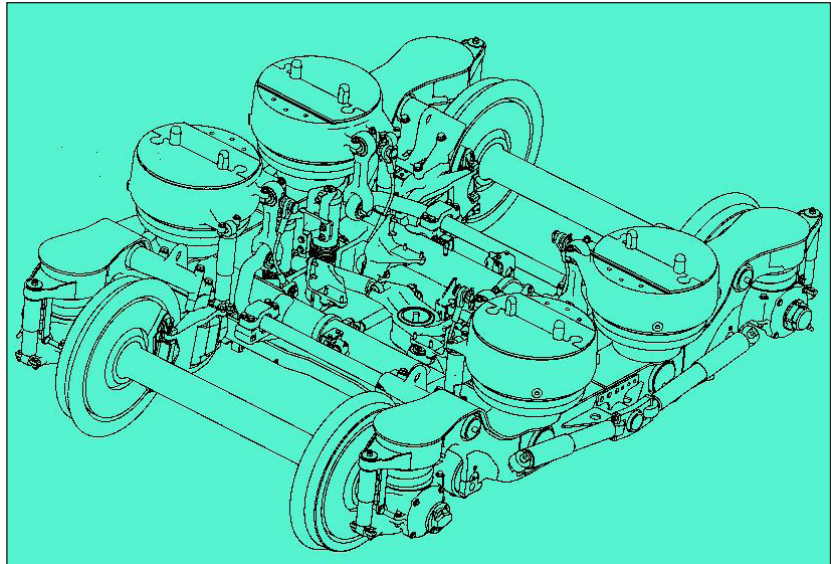
Főáramkörök

A motorvonaton egy vagy két (ha különböző csúszóbetétre van szükség) áramszedő van. Ezeket a kocsik tetején egy magasfeszültségű kábel köti össze. A vákuum-főmegszakítótól ismét magasfeszültségű kábel vezet a főtranszformátorhoz, amely a motor-kocsi elején, a tetőn van elhelyezve. A főmegszakítótól kezdve az egész villamos berendezés redundáns.

A transzformátor (ABB Sécheron, Genf gyártmány) olajhűtéses. A hozzátartozó elemek (szivattyú, hűtő) közvetlenül mellette, vele egy-egy-ségekben vannak elhelyezve. Így minimális a tömítetlenség veszélye. A primer áramkörök 25 kV felsővezeték-feszültségre vannak tervezve. A két áramrendszer (25 kV és 15 kV) üzemeltetéséhez szükséges megcsa-



7. ábra: FLIRT hajtott forgóváz



8. ábra: FLIRT futóforgóváz

polások a szekunder tekercseken találhatóak. Két tekercs táplál egy-egy áramátalakítót; a harmadik a fűtésnek áll rendelkezésére.

A négynegyedes átalakító 750 V feszültséggel táplál egy közbenső áramkört. Ez egy vontatómotort és egy segédüzemi áramkört lát el háromfázisú feszültséggel. Az akkumulátortöltő táplálása is a közbenső áramkörből ágazik el. Az ABB Bordinline-CC750-es családból származó átalakítók egy szekrénybe vannak elhelyezve (9. ábra) és vízhűtéssel működnek. A vezérlő elektronika az

ajtóba van beépítve, és fényvezetőkön keresztül irányítja az IGBT félvezetőket.

Az ipari hajtásokban manapság standardnak vehető aránylag alacsony közbenső áramköri feszültség, a következők okok miatt lett választva:

- Az IGBT félvezetők, mint tranzistorok nem optimálisak magas feszültségekre, de párhuzamos kapcsolásban probléma nélkül nagy áramot tudnak vezetni.
- 1200 V zárófeszültségű IGBT-modulok ma nagy számban készülnek



9. ábra: ABB Bordline-CC750-es átalakító

különböző gyártóktól ipari hajtásokhoz. Ebből következik a szállítási biztonság, jó minőségben és elfogadható áron.

Ennek a megoldásnak a hagyományos hajtásokkal összevetve a következő előnyei vannak:

- Az alacsony feszültség miatt kicsi a kapcsolási veszteség, ami megenged egy magas taktfrekvenciát (2 kHz). Ebből következik, hogy a transzformátorba minden áramátalakítóhoz csak egy szekunder tekercset kell betervezni, és kisebb a szórt reaktancia. Így a transzformátor kialakítása könnyebb és egyszerűbb lesz. A primer áramban ennek ellenére mégis csökken a zavaró áram, mert az első harmonikus rezgés csak 4 kHz-nél jelentkezik.
- A magas taktfrekvencia lehetővé teszi, hogy a vontató motor áramátalakítója a teljes üzemeltetési határon belül egy szinus-alakú impulzus-szélesség-modulációval legyen vezérelve. Emiatt a motor áram majdnem szinus alakú, ami csökkenti a veszteséget és a zajt.
- Mivel a veszteségek főleg az áramtól függenek (csak a kapcsolási veszteségek függenek a feszültségtől), az egész üzemeltetési tartományban magas hatásfok érhető el.

A vasútnál, ahol gyakori a részterhelésben üzemelő jármű, észrevehetően csökken az energiafogyasztás.

- A 750 V közbenső áramköri feszültség alkalmas a segédüzemek ellátására is (3 x 400 V). Ezért a segédüzemi átalakító is a vontató áramátalakító egységben van beépítve. Így kevesebb félvezetőre van szükség, ami növeli a megbízhatóságot. Feszültségmentes szakaszokon a fedélzeti feszültség még kikapcsolt főmegszakítóval is fenntartható kis fékezőerő alkalmazásával.

Hátrányt legfeljebb a nagyobb áramok jelenthetnek, amelyek nagyobb vezeték keresztmetszetet igényelnek. A hajtó elemek koncentrált elhelyezése miatt ezek a kábelek azonban nagyon rövidek és ezért a hátrány nem számottevő.

A vontatómotorok külső hűtésű aszinkron motorok, 500 kW tartós és 650 kW legnagyobb teljesítménnyel. A szigetelési osztály C200, a gyártó TSA, Wiener Neudorf (A).

Segédüzem

A víz-szivattyún kívül a segédüzemi gépek a tetőn vannak elhelyezve. A hűtőlevegőt két szellőző szivja

be a tető oldalán lévő szűrőkön át és továbbítja csatornákon keresztül a vontatómotorokhoz, illetve a víz – és olajhűtőhöz. A fék részére a sűrített levegőt egy-egy levegőszárítóval ellátott kompresszor termeli.

Fékberendezés

A szerelvényben egy főfékvezeték és egy fölégtartály-vezeték van beépítve.

A mozdonyvezető rendszerint a vezérlő karral vezérli a vonóerőt és a fékezőerőt. Fékezés esetében a vezérlő elektronika először a visszatápláló villamos féket hozza üzembe. Ha ez a fékezőerő nem elég, a futóforgóvázak légfék ereje egészíti ki a fékerő hiányt. Ez az elektrópneumatikus fék által történik. A főfékvezeték nyomása nem lesz csökkentve. Ebből az irányításból a lehetőleg legnagyobb energia-visszatáplálás következik. Ha kiesik a felső vezeték feszültség, az elektrópneumatikus fék a hajtóforgóvázon azonnal helyettesíti a fékerő hiányt.

Arra az esetre, ha a jármű egy akadály felé haladva lassul (például a fejpályaudvar vágányvégén lévő ütközőbak felé), egy fékezőszelep áll a mozdonyvezető rendelkezésére. Evvel közvetlenül a főfékvezeték vezérli, és a jármű csak a légfékkel lassul. Ez által hirtelen felső vezeték feszültség kiesés esetén sem lesz hosszabb a fékút.

A pneumatikus szelepek könnyen elérhető paneleken vannak elhelyezve. A fontos elzárócsapok állapotát segédérintkezők jelzik a vezérlő elektronikának, amely a mozdonyvezetőt ilyen esetben figyelmezteti a fékerő csökkenésről. A csúszásgátló szelepek a lehetőleg leggyorsabb hatás érdekében a forgóváz közelében vannak elhelyezve. Minden tengelynek egy külön szelep és fordulatszám-mérő áll rendelkezésre.

Járműszabályozás

A szerelvényen két redundáns adatbusz áll rendelkezésre, melyik a CANopen

szabvány szerint működik. Ehhez a buszhoz a főszámítógépek a jármű- és az áramátalakító vezérlésre, valamint az egyéb számítógépek (ajtóvezérlés, klímaberendezés, sebességmérő, fékvezérlés, csúszásgátló berendezés, stb.) csatlakoznak (10. ábra). Az adatbuszon egy GPS-el szinkronizált időjel lesz kiadva. Ez által a mozdonyvezetőnek is másodperc pontossággal lehet a pontos időt kijelezni.

A többszörös vezérlés is redundáns módon történik két CANPowerline adatbuszon. Ez a buszrendszer hasonló a CANopen buszhoz, de ki van egészítve egyéb funkciókkal, melyek a feladatokhoz szükségesek (automatikus hálózat módosítás, szerelvény szét- vagy összekapcsolás esetén). Az SBB négy szerelvényt kíván többszörös vezérlésben üzemeltetni.

A buszrendszer kialakítása és az árnyékolt kábelek megfelelő elhelyezése biztosítja, hogy tűz esetén is a jármű a DIN 5510 második tűzvédelmi fokozat ("Brandschutzstufe 2") szabvány szerint még 15 percig vezérelhető maradjon. Ez a svájci alagutakban manapság kötelező.

A vezérlő elektronika modulok (számítógépek, bemeneti/kimeneti interfész) a MAS-T családból származnak a svájci Selectron cégtől. A programozás az EN 50 128 szabvány szerint történik.

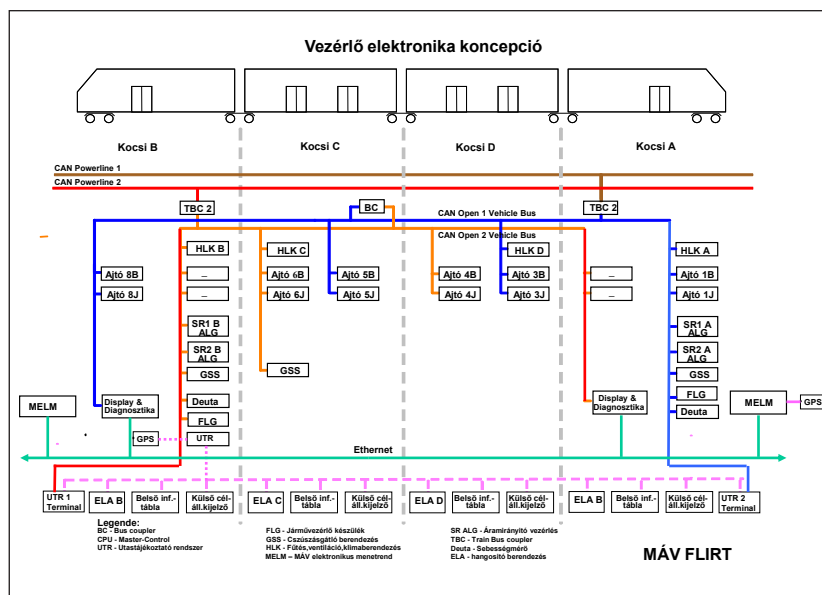
Sécheron Teloc2500 sebességmérő készülék és rendszer elektronikus adattárolóval rendelkezik. A kazetta helyet nyújt az ETCS/ERTMS szabványtól követelt „Juridical Recording Unit (JRU)» adattároló későbbi beépítésére.

Az utas-tájékoztatás érdekében külön hálózat van beépítve, amelyen keresztül a vonat célállomás kijelzők, az utastérben lévő képernyők és a digitális megállóhely bemondások – egy GPS helymeghatározó rendszer segítségével – lesznek irányítva.

Diagnosztikai rendszer

A diagnosztikai rendszer a következő feladatokat teljesíti:

- Hiba esetén a mozdonyvezetőt értesíti, hogy mennyi teljesítmény áll még rendelkezésére, és milyen hatá-



10. ábra: Vezérlő elektronika koncepció



11. ábra: Vezetőfülke (Fotó: Stadler)

sa van a hibának az utasokra (fűtési/hűtési hiány, világítási hiány, stb.).

- Bizonyos esetben tanácsot is tud adni, hogy milyen azonnali beavatkozással tudná a mozdonyvezető a hibát elhárítani (vagyis hibás elemeket kikapcsolni).
- Hibás kezelés esetén (ha példaképpen a mozdonyvezető meghúzott rögzítő fékkel akarja indítani a vonatot) erről figyelmezteti őt a rendszer, mielőtt emiatt késéssel indulna a vonat.
- A járműjavító személyzet részére tárolja a hibajelentéseket és néhány

fontos adatot a hiba keletkezésének időpontjában, valamint a hiba előtti és utáni rövid idő-intervallumot. Ez segíti a hiba gyors megtalálását.

A diagnosztikai adatokat ki lehet olvasni a jármű számítógép memóriájából, és egy adatbázisba áttölteni. Ilyen program, pl., a járműjavítóban lévő számítógépen van telepítve. Ezáltal a hibákat ki lehet értékelni és egy "hit-listával" a leggyakoribb hibák okát megszüntetni.

A diagnosztikai számítógép és a hibamemória az INC-60 típusú vizualizáló rendszerben van összefoglalva.

A képernyő színes TFT LCD, normál esetben sötét, csak hiba esetén világosodik ki, hogy feleslegesen ne terelje el a mozdonyvezető figyelmét. Ha hibás lesz a sebességmérő, a névleges és a tényleges sebességet is ezen a képernyőn lehet kimutatni.

Vezetőfülke

A mozdonyvezető asztalnak moduláris felépítése lehetővé teszi a különböző üzemeltetői követelményéhez, igényekhez való alkalmazkodást. A vezető szék a fülke közepén van elhelyezve. A svájci kialakításban a kezelőkarok (vonó-/fékezőerő, irányváltás, stb.) az asztalnak a jobb oldalán, a fékszelep a bal oldalán található (11. ábra). A központi táblán a sebességmérő és egyéb műszerek találhatók, valamint fontos jelzőlámpák. A vezetés közben használandó nyomógombok a kezelőkarok és fékezőszelep közelébe lettek elhelyezve. A diagnosztikai képernyő és egyéb nyomógombok az asztalnak a jobb oldalán elhelyezett táblára vannak rögzítve. A rádió és a biztonsági



12. ábra: SBB FLIRT szerelés

berendezésre tervezett vezérlőtáblákat a mozdonyvezető a baloldalon találja. A fülke elő van készítve egy későbbi ETCS (európai biztonsági berendezés) beépítésére

Kitekintés

A jármű – az ütemtervet betartva – a végszerelés alatt van. (12. ábra). 2004. áprilisában kezdődik

az üzembe helyezés, ezt követően a svájci és a német engedélyezési eljárás. A „Stadtbahn Zug” megnyitóra (2004. december) 9 szerelvény fog rendelkezésre állni, és további 10 FLIRT, német biztonsági berendezéssel, 2005. májusában veszi át a forgalmat a Basel északi környékén közlekedő Wiesental vasúton.

LACZÓ FERENC

Villamosmérnök

osztályvezető

STADLER Rail AG. Bussnang

A STADLER FLRT egy új generációs MÁV villamos motorvonat

Összefoglaló:

Mire ezek a sorok a T. Olvasó elé kerülnek, megkezdte magyarországi hatósági járművizsgáját a STADLER AG-nek a MÁV Zrt részére gyártott villamos motorvonat első példánya. A tervek szerint az elsőt hamarosan követi a többi és 2007. év végéig mind a 30 darabot forgalomba állíthatjuk. Milyen is ez a villamos motorvonat, mik a fontosabb műszaki jellemzői, mit nyújt az utasnak?

A most kezdődő cikksorozat ezekre a kérdésekre is választ ad.

Előzmények:

a./ A pályázat

Bizonyára a T. Olvasó előtt ismert, hogy a MÁV Zrt. elővárosi villamos motorvonat beszerzési pályázatának végeredményeként – sok izgalmat és vihart megélt közbeszerzési eljárás után – a svájci STADLER cég nyerte el a motorvonatok szállítás jogát.

A 2005. augusztus 15-én aláírt szerződések 30 darab négyrészes elővárosi motorvonat szállítására és azok – külön szerződésben rögzített – karbantartására-tisztítására, valamint további 30 azonos típusú motorvonat opciós szállítására vo-

natkoznak. Az első 30 jármű a három, Budapest Déli-pályaudvarról induló elővárosi vasútvonal kiszolgálására (Déli-pályaudvar – Tatabánya, – Pusztaszabolcs, – Székesfehérvár) szolgál az üzembe helyezés után, míg a további 30 darab – az opció remélt lehívása után – még nem véglegesített helyen, de más magyar vasútvonalakon is közlekedhet.

b./ a bemutató

A szállítási szerződés tartalmazza, hogy a MÁV Zrt-vel egyeztetett időpontban a STADLER cégnek magyarországi bemutató meneteket kell tartania még a szállítások

megkezdése előtt. A szerződés ezen (11. 11 számú) pontjának teljesítésére 2005. december 9. és 15. között került sor. Ekkor mutattunk be a leendő utazó-közönségnek egy- a szállítási szerződés szerint a MÁV részére gyártandó motorvonatokkal gyakorlatilag azonos kivitelű- négyrészes villamos motorvonatot, amely a Svájci Szövetségi Vasutak (SBB) Basel-környéki regionális hálózatán teljesít szolgáltatást. Tekintettel arra, hogy az említett elővárosi hálózat a Francia Nemzeti Vasúttársaság (SNCF) vonalaira is átnyúlik, a motorvonatok „két áramrendszerű” kivitelben készülnek, ezért alkalmasak a MÁV 25 kV, 50 Hz rendszerrel villamosított vonalain való közlekedésre is.

A 2005-ben Magyarországon járt svájci motorvonat minimális mértékben eltért a most szállítandó „magyar” kivitelűtől. Így pl.: oldalanként 1-1 ajtóval többet, többnyelvű feliratokat és az eltérő külső-belső színeket, dizájnt jelentette elsősorban. A MÁV-nak szállítandó járműveken, – a magyar peron-magasságok miatt – szükség esetén kimozduló-többszörös lépcső is lesz, amely a svájci járműről hiányzott. A MÁV- számítva az elővárosi peronok sok helyen még hiányos kiépítési színvonalára- a motorvonatokat 150-550 mm között változó peronmagasságokhoz rendelte. A magyar kivitelű járművek padlószintje 600 mm. lesz a sínkorona felett.

c./ a magyar FLIRT-ek gyártási programban

A magyar FLIRT-ek gyártása Svájcban 2005 decemberében kezdődött el. Az első jármű elkészült. A második a harmadik és a negyedik – a gyártási ütemtervet betartva – a vég szerelés alatt van.

Az összeszerelés után az első kész jármű gördült ki a szerelőműhelyből. A jármű állópróbái (élesztése) 2006 októberében megkezdődött. A cikk kéziratának lezárásakor már az 5 jármű összeszerelése kezdődött meg.



0. ábra: A Svájci FLIRT 2005 őszén Magyarországon



1. ábra: A FLIRT 3..6 részes változat

Fejlesztési célok, járműcsalád koncepció

A Vasútgépészet 2004. évi 1. számában már bemutattuk a FLIRT motorvonatok főbb jellemzőit. A következőkben a MÁV részére gyártott járműtípust ismertetjük.

A Stadler cég filozófiája szerint, a FLIRT (Fürge, könnyű, innovatív, regionális motorvonat német rövidítése ejtsd: Flört) jármű a sikeres „GTW”-család tagjaként lett kifejlesztve. Ennek a fő jellemzői a következők.

Alumínium kocsiszekrény.

- A hajtott tengelyekre összpontosított hajtó berendezés, a maximális tapadás kihasználása céljából.
- Moduláris szerkezet, mely könnyen alkalmazkodó különböző megrendelők követelményeihez.

Ha a vevő kétfrekvenciás: 15 kV 16,7 Hz, és a 25 kV 50 Hz – sőt esetleg két áramnemű – 15 kV AC, 3 kV DC – járművet szándékozik rendelni a FLIRT ezeknek az igényeknek is képes megfelelni. A követelmények teljesítése a következő jármű koncepcióhoz vezetett:

- Csuklós szerelvény, alumínium könnyű konstrukciós kocsiszekrénnel
- Hajtó berendezés a vonat két végén koncentrálva; négy hajtott tengellyel
- Szabadon választhatóan kettő vagy négy beszállóajtó kocsiszekrényenként
- Ülőhely kapacitás 160-tól 350-ig választható
- Hagyományos hajtóforgóváz; Jacobs futóforgóváz a csuklók alatt
- Padlómagasság 550-600 mm; a csukló átjárónál lejtős kialakítással
- “Cantilever” ülések (láb nélküliek, csak az oldalfalhoz vannak rögzítve)
- Indulási gyorsulás 1,2 m/s² (4-részes szerelvény)
- Legnagyobb megengedett sebesség 160 km/h

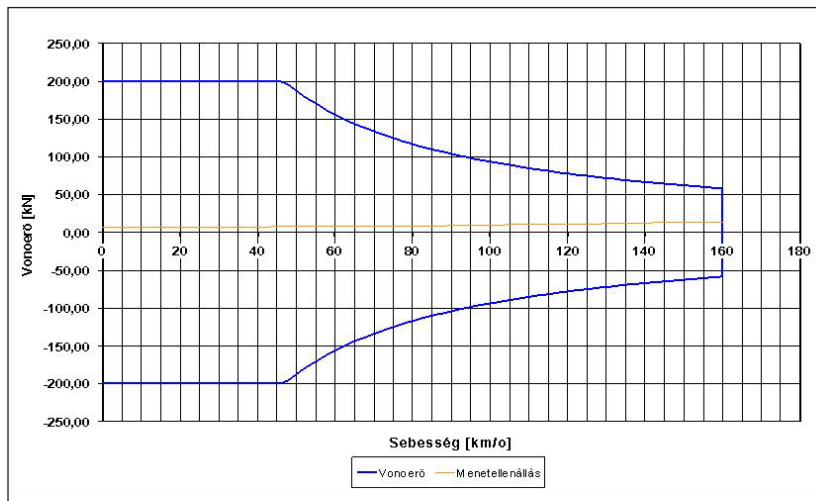
Férőhelynövelés gyorsan

A FLIRT szerelvényt 3 – 6 csuklós tagból lehet összeállítani, alkalmazkodva a várható forgalomhoz (1. ábra). A kocsiszekrény hosszát és szélességét is lehet változtatni. Az üléstávolság választható, 1650 mm vagy 1800 mm lehet. A MÁV-nak a kényelmesebb 1800 mm-es üléstávolságú kivitelt ajánlottuk és így is szállítjuk a vonatokat. (Lásd a vonóerő sebesség diagramot)

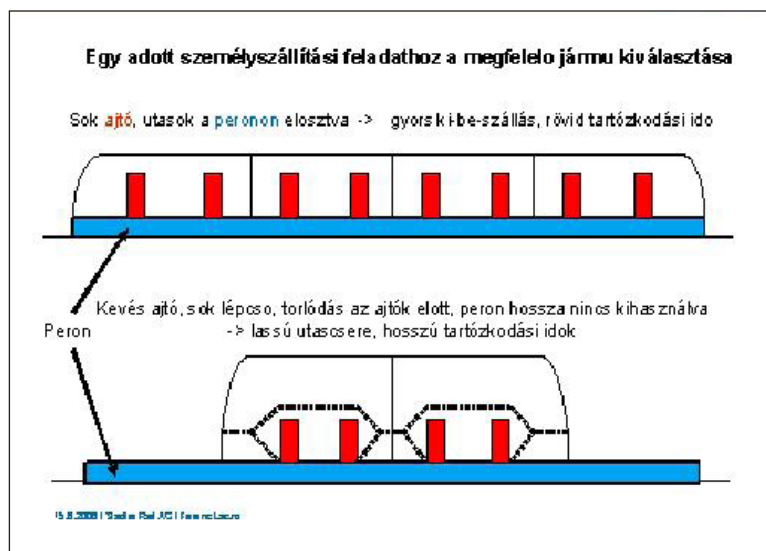
Ha egy vonalon az utasok száma váratlanul megnő, vagy napszakonként ingadozik, akkor az üzemeltető a vonat kapacitásának növelésével oldja fel a zsúfoltságot. Ez legegyszerűbben két FLIRT motorvonat összekapcsolásával valósítható meg. Az egyesítés és vonatosztás technológiai ideje a szükséges fékpróbával együtt kevesebb, mint 3 perc és a mozdonyvezető egyedül elvégezheti

Ugyanez igaz a forduló állomási irányváltásra is.

Ha egy vonalon az utasok száma tartósan megnő, akkor a FLIRT javítóműhelyben – célszerűen egy magasabb karbantartási munka része-



2. ábra: A FLIRT vonóerő-sebesség diagram



3. ábra: Egy és kétszintes FLIRT

ként – közbenső tagokkal egyszerűen kiegészíthető és így akár hatrészesre is bővíthető, majd a szükséges hatósági engedélyezés után forgalomba helyezhető.

Miért nincs emeletes FLIRT?

Az egyszintes motorvonatok előnyeit, hátrányát, 3. ábra mutatja. (Szerkesztő kieg: Gittinger Tibor MÁV menetrend tervező az ezredfordulón figyelmeztetett arra, hogy egy vonat menetrendjét, a megállóhelyi tartózkodás idejét úgy kell megtervezni, hogy a közlekedővonat oldalanként ajtószámát, a járműbe lépés gyorsas-

ságát, a peron magasságát egyaránt figyelembe kell venni. A menetrendtervezés fontos alaptényezője a közlekedő vonat jellemzői, és a megállóhelyek kialakítása, peron magasság, hossza stb, ennek hiányában a vonatkozás várható)

A MÁV jármű struktúra, biztonsági “Crash” koncepció

A kocsiszekrény az UIC 566 illetve EN 12663 szabvány szerint hosszában 1500 kN nyomószilárdságra lett tervezve. A szerkezet nagyméretű alumínium profilokból áll, melyeket hegesztéssel erősítenek össze.

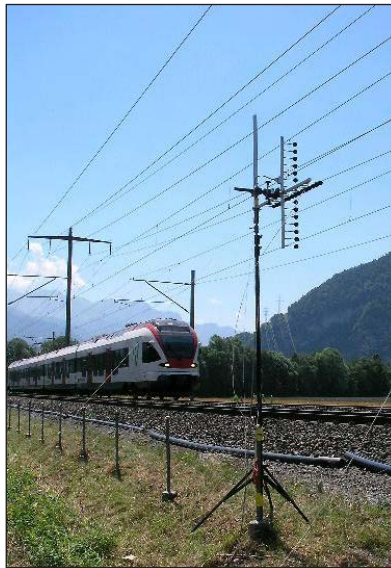


4. ábra: A Wien Arsenal a FLIRT hidegpróba

A megfelelő ütközési ellenállás a front struktúrával, a középütközős vonókészülékbe ültetett hidraulikus energiaemésztővel, valamint energiaemésztő segédütközőkkel van megoldva. Ha két FLIRT 10 km/h sebességgel ütközik, akkor azt a vonatok maradandó alakváltozás nélkül elviselik. A segédütközők két fokozatban működnek: először egy rugó emészt fel az energiát. Ez egy 90 t tömegű teherkocsi 5 km/h sebességgel történő ütközésének felel meg

Ha a vasúti jármű egy teherautóval 40 km/h sebességgel ütközik össze, akkor a segédütközők összenyomódnak. A középütköző betolódik az elő-építménybe. Az üvegszállal erősített műanyag kabin (könnyen javítható módon) behorpad. A mozdonyvezető munkahelyét ez nem érinti és az alumínium szerkezet sem szenved alakváltozást. Az utasokat érintő gyorsulás nem lépi túl 1,3 g-t.

A FLIRT hideg és melegűrő képességét (k tényezőjét) valamint a motorvonat zajterhelését az előírások szerint vizsgálták.



5. ábra: a FLIRT zajterhelés vizsgálat

Belső berendezés

A Jacobs-futóforgóvázak alacsony szerkezeti kialakítása következtében a teljes vonaton lépcső nélküli, akadálymentes átjárás lehetséges. Mivel a vonat végig átjárható, látványosan hosszú, egybefüggő biztonságos utastér keletkezik. A belső berendezés elemei a GTW járművek jól bevált termékei a FLIRT-en is megtalálhatók. A magyar FLIRT belső berendezései gyártói között magyar beszállító is szerepel.

Az elválasztó falak csak oldalfalhoz és a tetőhöz vannak rögzítve. A Cantilever ülésekkel együtt ez gyors, könnyű takarítást tesz lehetővé.

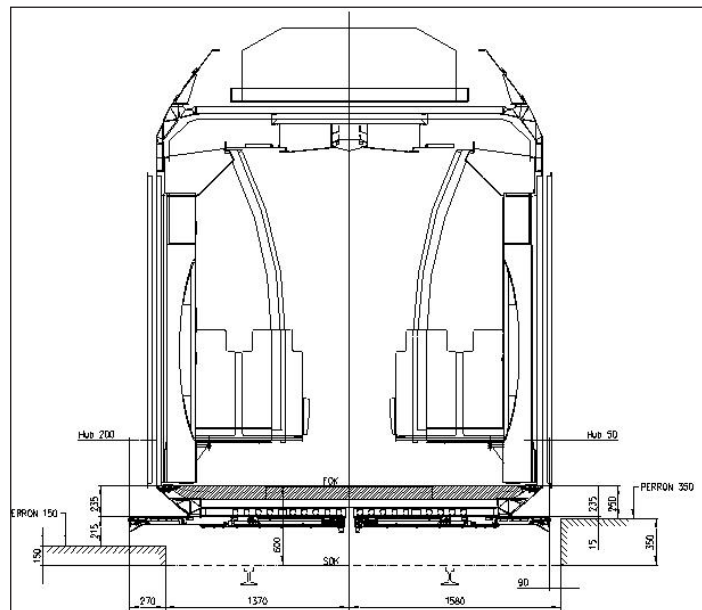
Tetőburkolat-modulok integrált levegőcsatornákkal és világítótestekkel készülnek. A keret nélküli oldalablakok, profilgumival közvetlenül az oldalfalhoz vannak rögzítve.

Az utastér klímaberendezése a tetőn van beépítve. A levegő hangtompítón át áramlik a csatornába. A beérkező levegő a kocsik hosszában elosztva majd perforált paneleken keresztül beáramlik az utastérbe. Hideg időben az ülések melletti fűtőtestek, továbbá kritikus helyeken (beszálló ajtó, átjárók) elhelyezett ventilátoros hőszugárzók biztosítanak kellemes hőmérsékletet.

A klímaberendezés igény szerint irreverzibilis működésű hűtő-fűtő üzemmódban is üzemeltethető.

Biztonsági kamera vandálbiztos kivitel, (6. ábra)

Mosdó-WC fülke úgy lett kialakítva, hogy egy kerek székkel mozgássérült személy segítőjével együtt beférjen. A fülkében külön szellőző berendezés állandó szívást hoz létre, ezáltal akadályozva a levegőnek a toalettből az utastérbe áramlását.



5/a ábra: A peron/járműbeszállás FLIRT megoldása



6. ábra: Vandálbiztos kamera



7. ábra: A lépcsőtoldás kimozduló lépcsőelem

Beszállás

A kétszárnyas lengőtölő ajtók 1300 mm szélességre nyílnak ki és villamos hajtással működnek.

550 mm peronmagasság esetén lépcső nélkül lehet beszállni. A mozgássérültek biztonságos közlekedése érdekében egy kitoló lépcső-csonk biztosítja, hogy a peron és a jármű között rés ne haladja meg az 50 mm távolságot. Alacsonyabb peronokhoz érkezéskor kb. 300 mm magasságban kimozduló lépcsőelem biztosítja a gyors, kényelmes le- és felszállást.

A jármű főbb műszaki adatai

A főbb műszaki adatokat az 1. táblázat tartalmazza.

Futómű

A magyar FLIRT motorvonat végén két hajtóforgóváz, valamint a csuklók alatt "Jacobs" futóforgóvázak vannak elhelyezve. Mindegyiknél a primer rugózást csavarrugók, a szekunder rugózást légrugók teljesítik. A tengelycsapágy kikötőrúddal van rögzítve a hegesztett acélkerethez. A féktárcsa a keréktesten van elhelyezve (8. / 10. felső ábra).

Forgócsap viszi át az erőt a hajtóforgóvázzal a kocsiszekrényre. A motor teljesen rugózottan van a forgóvázban felfüggesztve (csőten-

Saját tömeg:	120 tonna
Szerelvény hossza ütközők között:	74 m
Szabályozott hűtésű, fűtésű egyterű utastér és 2 vezetőállás	
Klíma berendezés típusa	
Utastér fűtő berendezés	
Zárt WC és mosdó	1
Többcéltér (kerékpár, babakocsi, stb)	1
Ülőhely:	200+10 fő
Férőhely (üh+ áh (3fő/m ²)):	fő
Legnagyobb vontatási teljesítmény:	2600 kW
Segédüzemi teljesítmény igény:	?kW
Legnagyobb járműtömeg:	120 tonna
Legnagyobb engedélyezett sebesség:	160 km/h
Max, tengelyterhelés:	18,0 tengely/tonna
Utastér legnagyobb zajszintje	
Vezetőállás zajszintje	
Menetdinamikai jellemzők:	
Vontató motorok	
Típusa:	
Mennyisége	4
Névleges teljesítmény:	KW
Legnagyobb gyorsulás:	
Üzemi fékklaszul	
Hajtómű	
Típus:	
Bemenő teljesítmény max	KW
Olajfeltöltés:	28 l
Járművezérlés típusa	Bz
Utastájékoztató rendszer típusa	AEG FLASHTronik

1. táblázat: A főbb műszaki adatok táblázata

gelyes hajtás gumielemes kardán-csuklóval). A négy kompakt fékhengerben rugóerő tároló üzemel rögzítő fékként. Nyomkarimakenő, homokszórók, valamint a különböző biztonsági berendezések antennái egészítik ki a felszerelést.

sági berendezések antennái egészítik ki a felszerelést.

A kocsiszekrények a futóforgóváz fölött egy vas-gumi gömbcsuklóval vannak összekötve, amely minde-

nirányú mozgást megenged ívben, lejtőtörésnél és kitérőkön való áthaladáskor. A kocsiszekrények két-két légrugón támaszkodnak fel a forgóvázra. Az erőátadás egy forgócsapon keresztül történik (8. ábrák)

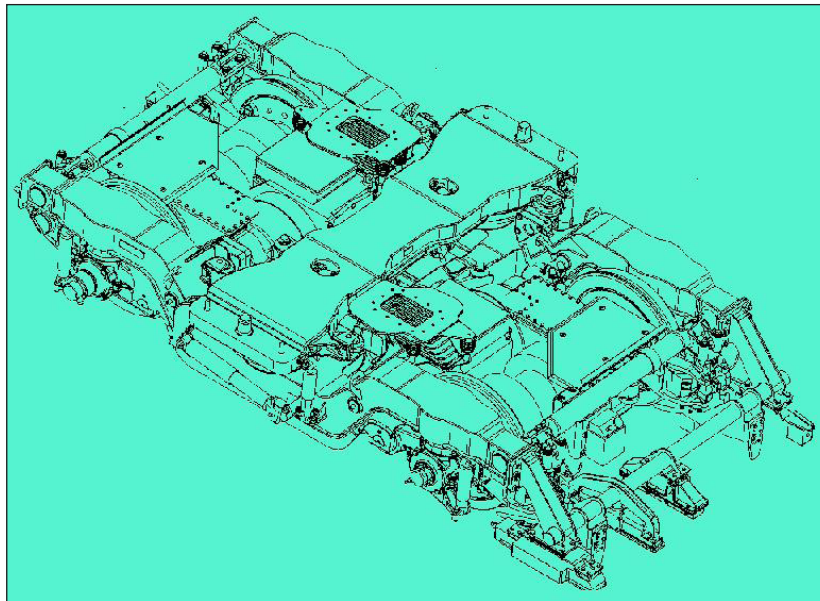
Főáramkörök

A motorvonaton egy vagy két (ha különböző csúszóbetétre van szükség) áramszedő van. Ezeket a kocsik tetején egy magasfeszültségű kábel köti össze. A vákuum-főmegszakítótól ismét magasfeszültségű kábel vezet a főtranszformátorhoz, amely a motor-kocsi elején, a tetőn van elhelyezve. A főmegszakítótól kezdve az egész villamos berendezés redundáns.

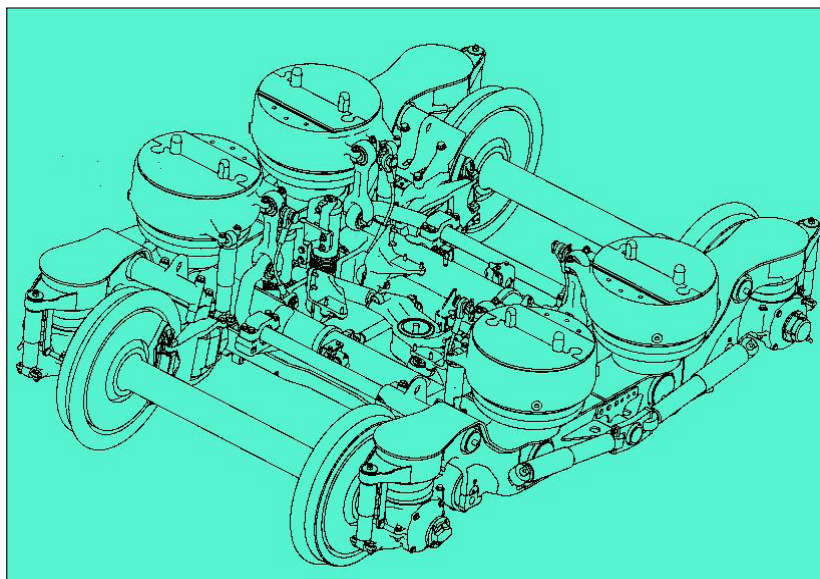
A transzformátor (ABB Sécheron, Genf gyártmány) olajhűtéses. A hozzátartozó elemek (szivattyú, hűtő) közvetlenül mellette, vele egy-egyben vannak elhelyezve. Így minimális a tömítetlenség veszélye. A primer áramkörök 25 kV felsővezeték-feszültségre vannak tervezve. A két áramrendszer (25 kV és 15 kV) üzemeltetéséhez szükséges megcsapolások a szekunder tekercseken találhatóak. Két tekercs táplál egy-egy áramátalakítót; a harmadik a fűtésnek áll rendelkezésére.

A négynegyedes átalakító 750 V feszültséggel táplál egy közbenső áramkört. Ez egy vontatómotort és egy segédüzemi áramkört lát el háromfázisú feszültséggel. Az akkumulátortöltő táplálása is a közbenső áramkörből ágazik el. Az ABB Bordline-CC750-es családból származó átalakítók egy szekrénybe vannak elhelyezve (9. ábra) és víz-hűtéssel működnek. A vezérlő elektronika az ajtóba van beépítve, és fényvezetőn keresztül irányítja az IGBT félvezetőket.

Az ipari hajtásokban manapság standardnak vehető aránylag alacsony közbenső áramköri feszültség, a következő okok miatt lett választva:



8a ábra: Hajtott forgóváz



8b ábra: Futó forgóváz

Az IGBT félvezetők, mint tranzisztorok nem optimálisak magas feszültségekre, de párhuzamos kapcsolatban probléma nélkül nagy áramot tudnak vezetni.

1200 V zárófeszültségű IGBT-modulok ma nagy számban készülnek különböző gyártóktól ipari hajtásokhoz. Ebből következik a szállítási biztonság, jó minőségben és elfogadható áron.

Ennek a megoldásnak a hagyományos hajtásokkal összevetve a következő előnyei vannak:

Az alacsony feszültség miatt kicsi a kapcsolási veszteség, ami megenged egy magas taktfrekvenciát (2 kHz). Ebből következik, hogy a transzformátorba minden áramátalakítóhoz csak egy szekunder tekercset kell betervezni, és kisebb a szórt reaktancia. Így a transzformátor kialakítása könnyebb és egyszerűbb lesz. A primer áramban ennek ellenére mégis csökken a zavaró áram, mert az első harmonikus rezgés csak 4 kHz-nél jelentkezik.

A magas taktfrekvencia lehetővé teszi, hogy a vontató motor áramátalakítója a teljes üzemeltetési határon belül egy szinuszosz-alakú impulzus-szélesség-modulációval legyen vezérelve. Emiatt a motor áram majdnem szinuszosz alakú, ami csökkenti a veszteséget és a zajt.

Mivel a veszteségek főleg az áramtól függenek (csak a kapcsolási veszteségek függenek a feszültségtől), az egész üzemeltetési tartományban magas hatásfok érhető el. A vasútnál, ahol gyakori a részterhelésben üzemelő jármű, észrevehetően csökken az energiafogyasztás.

A 750 V közbenső áramköri feszültség alkalmas a segédüzemek ellátására is (3 x 400 V). Ezért a segédüzemi átalakító is a vontató áramátalakító egységben van beépítve. Így kevesebb félvezetőre van szükség, ami növeli a megbízhatóságot. Feszültségmentes szakaszokon a fedélzeti feszültség még kikapcsolt főmegszakítóval is fenntartható kis fékezőerő alkalmazásával.

Hátrányt legfeljebb a nagyobb áramok jelenthetnek, amelyek nagyobb vezeték keresztmetszetet igényelnek. A hajtó elemek koncentrált elhelyezése miatt ezek a kábelek azonban nagyon rövidek és ezért a hátrány nem számottevő.

A vontatómotorok külső hűtésű aszinkron motorok, 500 kW tartós és 650 kW legnagyobb teljesítménnyel. A szigetelési osztály C200, a gyártó TSA, Wiener Neudorf (A).

Segédüzem

A víz-szivattyún kívül a segédüzemi gépek a tetőn vannak elhelyezve. A hűtőlevegőt két szellőző szívja be a tető oldalán lévő szűrőkön át és továbbítja csatornákon keresztül a vontatómotorokhoz, illetve a víz- és olajhűtőhöz. A fék részére a sűrített levegőt egy-egy levegőszárítóval ellátott kompresszor termeli.

Fékberendezés

A szerelvényben egy főfékvezeték és egy főlégtartály-vezeték van beépítve.

A mozdonyvezető rendszerint a vezérlő karral vezérli a vonóerőt és a fékezőerőt. Fékezés esetében a vezérlő elektronika először a visszatápláló villamos féket hozza üzembe. Ha ez a fékezőerő nem elég, a futóforgóvázak légfék ereje egészíti ki a fékerő hiányt. Ez az elektrópneumatikus fék által történik. A főfékvezeték nyomása nem lesz csökkentve. Ebből az irányításból a lehetőleg legnagyobb energia-visszatáplálás következik. Ha kiesik a felső vezeték feszültség, az elektrópneumatikus fék a hajtóforgóvázon azonnal helyettesíti a fékerő hiányt.

Arra az esetre, ha a jármű egy akadály felé haladva lassul (például a fejpályaudvar vágányvégén lévő ütközőbak felé), egy fékezőszelep áll a mozdonyvezető rendelkezésére. Evvel közvetlenül a főfékvezeték vezérli, és a jármű csak a légfékkel lassul. Ez által hirtelen felső vezeték feszültség kiesés esetén sem lesz hosszabb a fékút.

A pneumatikus szelepek könnyen elérhető panelen vannak elhelyezve. A fontos elzárócsapok állapotát segédérintkezők jelzik a vezérlő elektronikának, amely a mozdonyvezetőt ilyen esetben figyelmezteti a fékerő csökkenésről. A csúszásgátló szelepek a lehetőleg leggyorsabb hatás érdekében a forgóváz közelében vannak elhelyezve. Minden tengelynek egy külön szelep és fordulatszámérő áll rendelkezésre.

Járműszabályozás

A szerelvényen két redundáns adatbusz áll rendelkezésre, melyik a CANopen szabvány szerint működik. Ehhez a buszhoz a főszámítógépek a jármű- és az áramátalakító vezérlésre, valamint az egyéb számítógépek (ajtóvezérlés, klímaberendezés, sebességmérő, fékvezérlés, csúszásgátló berendezés stb.) csatlakoznak

(10. ábra). Az adatbuszon egy GPS-el szinkronizált időjel lesz kiadva. Ez által a mozdonyvezetőnek is másodperc pontossággal lehet a pontos időt kijelezni.

A többszörös vezérlés is redundáns módon történik két CANPowerline adatbuszon. Ez a buszrendszer hasonló a CANopen buszhoz, de ki van egészítve egyéb funkciókkal, melyek a feladatokhoz szükségesek (automatikus hálózat módosítás, szerelvény szét- vagy összekapcsolás esetén). Az SBB négy szerelvényt kíván többszörös vezérlésben üzemeltetni.

A buszrendszer kialakítása és az árnyékolt kábelek megfelelő elhelyezése biztosítja, hogy tűz esetén is a jármű a DIN 5510 második tűzvédelmi fokozat ("Brandschutzstufe 2") szabvány szerint még 15 percig vezérelhető maradjon. Ez a svájci alagutakban manapság kötelező.

A vezérlő elektronika modulok (számítógépek, bemeneti/kimeneti interfész) a MAS-T családból származnak a svájci Selectron cégtől. A programozás az EN 50 128 szabvány szerint történik.

Sécheron Teloc2500 sebességmérő készülék és rendszer elektronikus adattárolóval rendelkezik. A kazetta helyet nyújt az ETCS/ERTMS szabványtól követelt "Juridical Recording Unit (JRU)" adattároló későbbi beépítésére.

Az utas-tájékoztatás érdekében külön hálózat van beépítve, amelyen keresztül a vonat célállomás kijelzők, az utastérben lévő képernyők és a digitális megállóhely bemondások – egy GPS helymeghatározó rendszer segítségével – lesznek irányítva.

Diagnosztikai rendszer

A diagnosztikai rendszer a következő feladatokat teljesíti:

Hiba esetén a mozdonyvezetőt értesíti, hogy mennyi teljesítmény áll még rendelkezésére, és milyen hatása van a hibának az utasokra (fűtési/

hűtési hiány, világítási hiány, stb.).

Bizonyos esetben tanácsot is tud adni, hogy milyen azonnali beavatkozással tudná a mozdonyvezető a hibát elhárítani (vagyis hibás elemeket kikapcsolni).

Hibás kezelés esetén (ha például képpen a mozdonyvezető meghúzott rögzítő fékkel akarja indítani a vonatot) erről figyelmezteti őt a rendszer, mielőtt emiatt késéssel indulna a vonat.

A járműjavító személyzet részére tárolja a hibajelentéseket és néhány fontos adatot a hiba keletkezésének időpontjában, valamint a hiba előtti és utáni rövid idő-intervallumot. Ez segíti a hiba gyors megtalálását.

A diagnosztikai adatokat ki lehet olvasni a jármű számítógép memóriájából, és egy adatbázisba áttölteni. Ilyen program, pl., a járműjavítóban

lévő számítógépen van telepítve. Ezáltal a hibákat ki lehet értékelni és egy "hit-listával" a leggyakoribb hibák okát megszüntetni.

A diagnosztikai számítógép és a hibamemória az INC-60 típusú vizualizáló rendszerben van összefoglalva. A képernyő színes TFT LCD, normál esetben sötét, csak hiba esetén világosodik ki, hogy feleslegesen ne terelje el a mozdonyvezető figyelmét. Ha hibás lesz a sebességmérő, a névleges és a tényleges sebességet is ezen a képernyőn lehet kimutatni.

Vezetőfülke

A mozdonyvezető asztalnak moduláris felépítése lehetővé teszi a különböző üzemeltetői követelményéhez,

igényekhez való alkalmazkodást. A vezető szék a fülke közepén van elhelyezve. A svájci kialakításban a kezelőkarok (vonó-/fékezőerő, irányváltás, stb.) az asztalnak a jobb oldalán, a fékszelep a bal oldalán található (11. ábra). A központi táblán a sebességmérő és egyéb műszerek találhatók, valamint fontos jelzőlámpák. A vezetés közben használandó nyomógombok a kezelőkarok és fékezőszelep közelébe lettek elhelyezve. A diagnosztikai képernyő és egyéb nyomógombok az asztalnak a jobb oldalán elhelyezett táblára vannak rögzítve. A rádió és a biztonsági berendezésre tervezett vezérlőtáblákat a mozdonyvezető a baloldalon találja. A fülke elő van készítve egy későbbi ETCS (európai biztonsági berendezés) beépítésére.

LACZÓ FERENC

Villamosmérnök

osztályvezető

STADLER Rail AG. Bussnang

A STADLER FLRT egy új generációs MÁV villamos motorvonat

A cikket 2007-ben mutattuk be, a Laczó Ferenc írását folytatjuk.

Összefoglaló:

Mire ezek a sorok a Tisztelt Olvasó elé kerülnek, megkezdte magyarországi hatósági járművizsgáját a STADLER AG-nek a MÁV Zrt részére gyártott „FLIRT” villamos motorvonat első példánya. A tervek szerint az elsőt hamarosan követi a többi, és 2008. március végéig mind a 30 darabot forgalomba állíthatjuk. Milyen is ez a villamos motorvonat, mik a fontosabb műszaki jellemzői, mit nyújt az utasnak?

A cikksorozat ezekre a kérdésekre is választ ad.

A Vasútgépészet 2006. 4. számában megkezdjük a svájci Stadler cég MÁV Zrt. megrendelésre gyártott FLIRT villamos motorvonat bemutatását.

Az első, Székesfehérvár névre elnevezett motorvonat, 2006. december 18-án be lett mutatva a megrendelő MÁV vezetőinek és szakembereinek.

A szerelvény kísérleti menetei, üzem próbái és más előírt vizsgálatai január eleje óta ütemesen folynak felváltva azokon a vonalakon, ahol a későbbi, menetrendszerű közlekedést a MÁV tervezi. E próbák során minden beépített berendezés működési és használhatósági próbája megtörtént. Többek között vizsgázott a kerekesszék emelő berendezés is amellyel minden FLIRT motorvonatot felszereltünk. (9. ábra)

A cikk kéziratának lezárásakor – február végén – már a negyedik jármű összeszerelését végeztük és a harmadik jármű üzem behelyezésre készen állt.

E cikk megjelenésekor pedig a tervek szerint már kettő FLIRT ösz-

szekapcsolt ún. szinkronvezérlési próbái és sikeres hatósági vizsgájára is befejeződött.

A FLIRT általános műszaki és utaskomfort jellemzőinek tárgyalása



9. ábra: Kerekesszék emelő (Fotó: Stadler)

után a vonat részletes ismertetésére térünk át.

Futómű

A magyar FLIRT motorvonat végén két hajtóforgóváz (10. ábra), valamint a csuklók alatt „Jacobs” futóforgóvázak vannak elhelyezve. Mindegyiknél a primer rugózást csavarrugók, a szekunder rugózást légrugók teljesítik. A tengelycsapágy kikötőruddal van rögzítve a hegesztett acélkerethez. A féktárcsa a keréktesten van elhelyezve

Forgócsap viszi át az erőt a hajtóforgóvázról a kocsiszekrényre. A motor teljesen rugózottan a forgóvázban felfüggesztve (csőtengetyes hajtás gumieleemes kardáncsuklóval). A négy kompakt fékhengerben rugóerő tároló üzemel rögzítő fékként. Nyomkarimakenő, homokszórók, valamint a különböző biztonsági berendezések antennái egészítik ki a felszerelést.

A kocsiszekrények a futóforgóváz fölött egy vas-gumi gömbcsuklóval vannak összekötve, amely mindenirányú mozgást megenged ívben, lejtőtörésnél és kitérőkön való áthaladáskor. A kocsiszekrények két-két légrugón támaszkodnak fel a forgóvázra. Az erőátadás egy forgócsapon keresztül történik (11. ábra).

A típusvizsgán be lett bizonyítva, hogy a jármű stabilan fut az előírt 160km/h +10% sebességgel (176 km/h sebességnél) is. Egy korábbi próbán, Olaszországban Pisa és Róma között, ahol a futómű és a lengéscsillapító együttműködése lett vizsgálva, a FLIRT probléma nélkül futott 190 km/h sebességgel, ez bebizonyította, hogy a járműkonstrukció alkalmas Interrégió vagy Intercity forgalomra is.

Főáramkörök

A motorvonaton két áramszedő van. Ezeket a kocsik tetején egy magasfeszültségű kábel köti össze. A vá-



10. ábra: Hajtott forgóváz



11. ábra: Futó forgóváz

kuum-főmegszakítótól ismét magasfeszültségű kábel vezet a főtranszformátorhoz, amely a motorkocsi elején, a tetőn van elhelyezve. A főmegszakítótól kezdve az egész villamos berendezés redundáns.

A transzformátor (ABB Sécheron, Genf gyártmány) olajhűtéses. A hozzátartozó elemek (szivattyú, hűtő) közvetlenül mellette, vele egy-egységben vannak elhelyezve. Így minimális a tömítetlenség veszélye. A primer áramkörök 25 kV felsővezeték-feszültségre vannak tervezve. Mivel az első széria csak belföldi forgalomra lesz alkalmazva, a főtranszformátor csak egy áramrendszerre (25 kV, 50 Hz) van

tervezve. Két tekercs táplál egy-egy áramátalakítót; a harmadik a fűtésnek áll rendelkezésére.

A négynegyedes átalakító 750 V feszültséggel táplál egy közbenső áramkört. Ez egy vontatómotort és egy segédüzemi áramkört lát el háromfázisú feszültséggel. Az akkumulátortöltő táplálása is a közbenső áramkörből ágazik el. Az ABB Bordline-CC750-es családból származó átalakítók (12. ábra) egy szekrénybe vannak elhelyezve és vízhűtéssel működnek. A vezérlő elektronika az ajtóba van beépítve, és fényvezetőn keresztül irányítja az IGBT félvezetőket.

Az ipari hajtásokban manapság standardnak vehető aránylag alacsony közbenső áramköri feszültség, a következő okok miatt lett választva:

Az IGBT félvezetők, mint tranzistorok nem optimálisak magas feszültségekre, de párhuzamos kapcsolatban probléma nélkül nagy áramot tudnak vezetni.

1200 V zárófeszültségű IGBT-modulok ma nagy számban készülnek különböző gyártóktól ipari hajtásokhoz. Ebből következik a szállítási biztonság, jó minőségben és elfogadható áron.

Ennek a megoldásnak a hagyományos hajtásokkal összevetve a következő előnyei vannak:

1. Az alacsony feszültség miatt kicsi a kapcsolási veszteség, ami megenged egy magas taktfrekvenciát (2 kHz). Ebből következik, hogy a transzformátorba minden áramátalakítóhoz csak egy szekunder tekercset kell betervezni, és kisebb a szórt reaktancia. Így a transzformátor kialakítása könnyebb és egyszerűbb lesz. A primer áramban ennek ellenére mégis csökken a zavaró áram, mert az első harmonikus rezgés csak 4 kHz-nél jelentkezik.
2. A magas taktfrekvencia lehetővé teszi, hogy a vontató motor áramátalakítója a teljes üzemeltetési határon belül egy szinusz-alakú impulzusszélesség-modulációval legyen vezérelve. Emiatt a motor áram majdnem szinusz alakú, ami csökkenti a veszteséget és a zajt.
3. Mivel a veszteségek főleg az áramtól függenek (csak a kapcsolási veszteségek függenek a feszültségtől), az egész üzemeltetési tartományban magas hatásfok érhető el. A vasútnál, ahol gyakori a részterhelésben üzemelő jármű, észrevehetően csökken az energiafogyasztás.
4. A 750 V közbenső áramköri feszültség alkalmas a segédüzemek ellátására is (3 x 400 V). Ezért a segédüzemi átalakító is a vontató

áramátalakító egységben van beépítve. Így kevesebb félvezetőre van szükség, ami növeli a megbízhatóságot. Feszültségmentes szakaszokon a fedélzeti feszültség még kikapcsolt főmegszakítóval is fenntartható kis fékezőerő alkalmazásával.

Hátrányt legfeljebb a nagyobb áramok jelenthetnek, amelyek nagyobb vezeték keresztmetszetet igényelnek. A hajtó elemek koncentrált elhelyezése miatt ezek a kábelek azonban nagyon rövidek és ezért a hátrány nem számottevő.

A vontatómotorok külső hűtésű aszinkron motorok, 520 kW tartós és 680 kW legnagyobb teljesítménnyel. A szigetelési osztály C200, a gyártó TSA, Wiener Neudorf (Ausztria).

Segédüzem

A víz-szivattyún kívül a segédüzemi gépek a tetőn vannak elhelyezve. A hűtőlevegőt két szellőző szívja be a tető oldalán, lévő szűrőkön át és továbbítja csatornákon keresztül a vontatómotorokhoz, illetve a víz – és olajhűtőkhöz. A fék részére a sűrített levegőt egy-egy levegőszárítóval el látott rotációs kompresszor termeli.

Fékberendezés

A FLIRT a maximális üzemi biztonság érdekében három (részben?) önállóan működő fékberendezéssel készül:

1. A hajtott kerekre ható villamos üzemi fék,
2. Valamennyi kerékre ható elektrópneumatikus tárcsafék, és
3. A futó-forgóvázakra függesztett mágneses sínfék.

A szerelvényben egy főfékvezeték és egy főlégtartály-vezeték van beépítve.

a./ Üzemi fékezés:

A mozdonyvezető a „menet-fék” karral vezérli a vonóerőt és a fékezőerőt.



12. ábra: Áramirányító

Fékezés esetében a vezérlő elektronika először a visszatápláló villamos féket hozza üzembe. Ha a kívánt fékezésési lassulás eléréséhez ez a fékezőerő nem elég, a futóforgóvázakra ható légfék ereje egészíti ki a fékerő hiányt. Ez az elektrópneumatikus fék által történik. A főfékvezeték nyomása nem lesz csökkentve. Ebből az irányításból a lehetőleg legnagyobb energia-visszatáplálás következik. Ha kiesik a felső vezeték feszültség, az elektrópneumatikus fék a hajtóforgóvázon azonnal helyettesíti a villamos fékerő hiányt.

b./ Bejárás foglalt vágányra, vagy fejpályaudvarra

Arra az esetre, ha a jármű egy akadály felé haladva lassul (például a fejpályaudvar vágányvégén lévő ütközőbak felé), egy fékezőszelep áll a mozdonyvezető rendelkezésére. Evvel közvetlenül a főfékvezeték vezérli, és a jármű csak a légfékkel lassul. Ez által hirtelen fellépő felső vezeték feszültség kiesés esetén sem lesz hosszabb a fékút.

A pneumatikus fékerőt a relészelepek terheléstől függően igazítják úgy, hogy a fékutak csak minimálisan változzanak. Mind a három futóforgóváz mágneses sínfékkel is rendelkezik.

A pneumatikus szelepek könnyen elérhető panelen vannak elhelyezve. A fontos elzárócsapok állapotát segédérintkezők jelzik a vezérlő elektronikának, amely a mozdonyvezetőt ilyen esetben figyelmezteti a fékerő csökkenésről. A csúszásgátló szelepek a lehetőleg leggyorsabb hatás érdekében a forgóváz közelében vannak elhelyezve. Minden tengelynek egy külön szelep és fordulatszámérő áll rendelkezésre.

c./ Vészfékezés

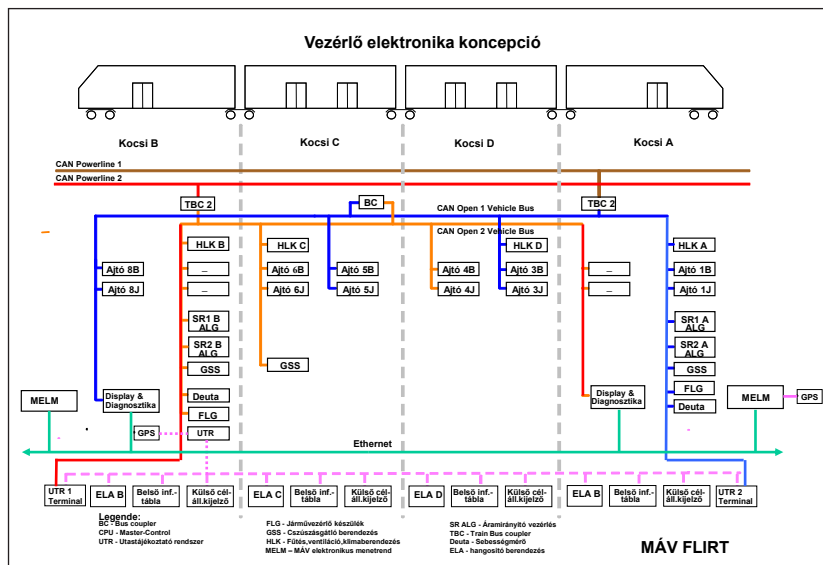
Vészhelyzetben a motorvezető működteti a vészféket. A legrövidebb fékutat a mágneses sínfék automatikus bekapcsolásával lehet biztosítani. A mágneses sínfék beépítésével a motorvonat aktív biztonsága jelentősen növelhető volt. A hatósági fékpróbák során a 120km/h-ról sík pályán, vészfékezve a vonat fékútja 380-390m, míg sínfék nélkül legerősebb üzemi, tisztán villamos fékezéssel pedig 720 méter volt.

d./ Rögzítőfék

A vonat állóhelyben tartása üzemben (a megállóhelyekben) az elektrópneumatikusan vezérelt rögzítő fékkel történik. Hosszabb jármű leállítás esetén (parkolt vagy kikapcsolt helyzetben) egy rugóerő-tárolós fék biztosítja a jármű állva tartását minden segéd energia nélkül.

Járműszabályozás

A szerelvényen két redundáns adatbusz áll rendelkezésre, melyik a CANopen szabvány szerint működik. Ehhez a buszhoz a főszámítógépek a jármű- és az áramátalakító vezérlésre, valamint az egyéb számítógépek (ajtóvezérlés, klímaberendezés, sebességmérő, fékvezérlés, csúszásgátló berendezés stb.) csatlakoznak (13. ábra). Az adatbuszon egy GPS-el szinkronizált időjel lesz kiadva. Ez által a mozdonyvezetőnek is másodperc pontossággal lehet a pontos időt kijelezni.



13. ábra: Vezérlő elektronika hálózata

A többszörös vezérlés is redundáns módon történik két CANPowerline adatbuszon. Ez a buszrendszer hasonló a CANopen buszhoz, de ki van egészítve egyéb funkciókkal, melyek a feladatokhoz szükségesek (automatikus hálózat módosítás, szerelvény szét- vagy összekapcsolás esetén). A MÁV három szerelvényt kíván többszörös vezérlésben üzemeltetni.

A vezérlő elektronika modulok (számítógépek, bemeneti/kimeneti interfész) a MAS-T családból származnak a svájci Selectron cégtől. A programozás az EN 50 128 szabvány szerint történik.

A Deuta KWR21 sebességmérő készülék és rendszer elektronikus adattárolóval rendelkezik. Ez a berendezés össze van hangolva a szabványos magyar EVM-120 vonatbefolyásoló rendszerrel.

Az utas-tájékoztatás érdekében külön hálózat van beépítve, amelyen keresztül a vonat célállomás meg „következő állomás” kijelzők és a digitális megállóhely bemondások – egy GPS helymeghatározó rendszer segítségével – lesznek irányítva.

Arra a célra, hogy a mozdonyvezetőnek ne kelljen sok menetrend-könyveket magával hordani, a FLIRT-be egy elektronikus menet-

rend található. Ez a szokásos MÁV menetrend-adatbázisból lesz feltöltve. A lassújeleket jelenleg még nem tartalmazza, de a rendszer úgy kiépíthető, hogy GSM-(R)-en át minden nap az aktuális menetrend-adatok közvetíthetők a járműbe.

Az éjszakai (és napközi) tárolásra a járművezérlés egy úgynevezett „parkoló állás”-sal rendelkezik. Ebben az állásban a vezető fülke be van zárva és a kezelő elemek se engedik (kulcs nélkül) a jármű kezelését. Ennek ellenére a motorvonat be van kapcsolva és minden védelem (hardver és szoftver bázison) működik. A klímaberendezés a teljesítményét úgy csökkenti, hogy télen ne legyen fagyveszély, nyáron meg úgy, hogy a hőmérséklet napközbe ne lépjen túl egy megengedett értéket. Az utolsó távozó mozdonyvezető beállítja azt az időt, amikor a járműnek újra üzembe kell állnia. A klímavezérlés a külső hőmérsékletből és a beadott indítási időből kiszámítja, hogy mikor kell a fűtést vagy hűtést beindítani, hogy az első beszálló utasok egy kellemesen klimatizált utastérbe szálljanak be. Ez a megoldás a magyar vasútvilágban még nem annyira ismert, de sok más vasutaknál már bevált.

Diagnosztikai rendszer

A diagnosztikai rendszer a következő feladatokat teljesíti:

1. Hiba esetén a mozdonyvezetőt értesíti, hogy mennyi teljesítmény áll még rendelkezésére, és milyen hatása van a hibának az utasokra (fűtési/hűtési hiány, világítás hiány stb.).
2. Bizonyos esetben tanácsot is tud adni, hogy milyen azonnali beavatkozással tudná a mozdonyvezető a hibát elhárítani (vagyis hibás elemeket kikapcsolni).
3. Hibás kezelés esetén (ha például a mozdonyvezető meghúzott rögzítő fékkel akarja indítani a vonatot) erről figyelmezteti őt a rendszer, mielőtt emiatt késéssel indulna a vonat.
4. A járműjavító személyzet részére tárolja a hibajelentéseket és néhány fontos adatot a hiba kezelésének időpontjában, valamint a hiba előtti és utáni rövid idő-intervallumot. Ez segíti a hiba gyors megtalálását.
5. A diagnosztikai adatokat ki lehet olvasni a jármű számítógép memóriájából, és egy adatbázisba áttölteni. Ilyen program, pl., a járműjavítóban lévő számítógépen van telepítve. Ezáltal a hibákat ki lehet értékelni és egy "hit-listával" a leggyakoribb hibák okát megszüntetni.

A diagnosztikai számítógép és a hibamemória az INC-70 típusú vizualizáló rendszerben van összefoglalva. A képernyő színes TFT LCD, normál esetben sötét, csak hiba esetén világosodik ki, hogy feleslegesen ne terelje el a mozdonyvezető figyelmét. Ha hibás lesz a sebességmérő, a névleges és a tényleges sebességet is ezen a képernyőn lehet kimutatni. A diagnosztikai képernyő helyettesíti az elektronikus menetrendet is, ha az meghívásodnak.

Vezetőfülke

A vezetőfülke (14. ábra) mozdonyvezető asztalnak moduláris felépítésű.



14. ábra: FLIRT vezetőfülke



15. ábra: Az első magyar FLIRT üzemi próbán Pusztaszabolcson (Fotó: Kovács Károly)

se lehetővé teszi a különböző üzemeltetési követelményéhez, igényekhez való alkalmazkodást. A vezető szék a fülke közepén van elhelyezve. A svájci kialakításban a kezelőkarok (vonó-/fékezőerő, irányváltás stb.) az asztalnak a jobb oldalán, a fékzelep a bal oldalán található. A központi táblán a sebességmérő és egyéb műszerek találhatók, valamint fontos jelzőlámpák. A vezetés köz-

ben használandó nyomógombok a kezelőkarok és fékezőzelep közelébe lettek elhelyezve. A diagnosztikai képernyő és egyéb nyomógombok az asztalnak a jobb oldalán elhelyezett táblára vannak rögzítve. A rádió és a biztonsági berendezésre tervezett vezérlőtáblákat a mozdonyvezető a baloldalon találja. A fülke elő van készítve egy későbbi ETCS (európai biztonsági berendezés) beépítésére.

LACZÓ FERENC

Projektmérnök

STADLER Rail AG, Bussnang

**A FLIRT villamos motorvonatok
karbantartási koncepciója****Összefoglaló**

A MÁV 2005-ben szerződést kötött a villamos motorvonat beszerzési tender-győztesével a svájci STADLER céggel 30+30 négyrészes FLIRT villamos motorvonat szállítására és karbantartására. Az első 30 motorvonat leszállítása ez év március végén befejeződött. A FLIRT járműveket a Vasútgépészet 2005 évi számában bemutattuk.

Cikksorozatunk következő részében a FLIRT-ek karbantartási sajátosságait ismertetjük és bemutatjuk a villamos motorvonatok karbantartási, javítási ciklusrendjét, fenntartási koncepcióját.

A FLIRT motorvonatok szerződésben vállalt 94%-os rendelkezésre állását, az esedékes tisztítási és karbantartási feladatok minőségi és határidőre történő elvégzése mellett a STADLER-nek biztosítani kellett. Ez a MÁV-val kötött szerződés szerint, egy erre alapított STADLER vállalkozásnak a STADLER Magyarország Vasúti Karbantartó Kft-nek lett a feladata.

A cikksorozat ebben a részében a járműtisztításra és a karbantartó bázisra választott svájci megoldásokat és a magyar mérnöki tervezés eredményeiként 2007-ben elkészült pusztaszabolcsi karbantartó és járműmosó telepet mutatjuk be.

Bevezetés

A MÁV járműbeszerzési történetében egyedülállóan szigorú feltételt szabott, amikor előírta a FLIRT villamos motorvonatokra, azok teljes élettartamára a 94%-os rendelkezésre állást.

A szerződés szerint a motorvonatok futásteljesítménye munkanapon 585 km/motorvonat/nap. A vasútüzem számára naponta 04-23 óra között a 30 motorvonatból 28-at kell üzemképesen rendelkezésre bocsátani. A 2008. áprilisától már teljes, 30 motorvonatból álló flottából 2 darab áll folyamatosan a karbantartás és tartalék céljára.

Külön szerződésben határozták meg a felek kötelezettségeit a karbantartás körébe tartozó munkák

nem szerződés szerinti teljesítésének szankcióit (pl. a kötbért)

A FLIRT villamos motorvonat karbantartása a MÁV tender kiírásához tartozó ajánlati feltételekre épült. Ennek szellemében a STADLER-nek vállalnia kellett a ciklusrend szerinti és a rendkívüli karbantartásokat, valamint a motorvonatok teljes körű tisztítását. A szerződés része volt a motorvezetők és a karbantartó személyzet képzése, továbbá a feladatokhoz szükséges infrastruktúra megteremtése is Pusztaszabolcson. A szerződés tartalmazta továbbá a fordulóállomásokon (Budapest Déli, Székesfehérvár és Tatabánya) létrehozandó tisztító álláshelyek, kézi alkatrészraktár, és a közüzemi hálózatokhoz való csatlakozások kiépítését is.

**Üzemeltetési és
karbantartási koncepció**

Azért, hogy a FLIRT motorvonatok üzemeltetése és karbantartása hatékonyan és gazdaságosan legyen



1. ábra: Egy FLIRT karbantartásra érkezik Pusztaszabolcs állomásra (Fotó: Kovács Károly)

megvalósítható, szoros és átlátható együttműködést kellett kidolgozni a MÁV-START Zrt, mint üzemeltető és a STADLER, mint karbantartó között. Szerződés szabályozza e két szervezet közötti kapcsolódási felületeket az átláthatóság a „legjobb gyakorlat” és a „legjobb teljesítmény” elve szerint. A karbantartási szerződésben rögzítettük az alapelveket és a peremfeltételeket.

Az üzemeltetés és a karbantartás tervezésére vonatkozó koncepció és karbantartási ár alapját az alábbi peremfeltételek alkotják:

- naponta 28 FLIRT motorvonat van forgalomban
- 2 FLIRT motorvonat pusztaszabolcsi helyszínű karbantartása, javítása lett betervezve
- A járművek karbantartására munkanapokon Pusztaszabolcsra kerül sor.
- Hétvégén nincs karbantartás.

A karbantartó bázison elvégzendő munkák szervezése (2.ábra) a menetrendszerkesztéssel, szerelvényforduló tervvel összhangban lett kialakítva.

Terszerű karbantartási munkák:

- Járművek külső mosása 7 munkanaponként
- Ellenőrzés 14 munkanaponként (10 000 ±10% km)
- Karbantartás 70 munkanaponként (50 000 ±10% km)
- Karbantartás 140 munkanaponként (100 000 ±10% km)
- Karbantartás 280 munkanaponként (200 000 ±10% km)
- Egyéb váratlan, rendkívüli javítások.

Az eredeti koncepcióban a felsorolt munkák elvégzéséhez 29 db FLIRT-re van szükség. A vonatok ún. járatszám-léptetéses módon kerülnek a menetrend szerkesztés során forgalomba. A 29. vonat minden munkanapon egy járatszámmal tovább lépve üzemel. Így 29 munkanap után újból előlről kezd a menetrend teljesítését és közben minden



2. ábra: FLIRT motorvonat külső felület tisztítása a mosóalagútban (Fotó: Kovács Károly)

előírt munka elvégzésre kerül. 29 naponként minden vonat kb. azonos kilométer futást teljesít.

A munkanapokkal történő számításnál 14 munkanap 18 naptári napot jelent. A napi futásteljesítmény 585 km. $18 \times 585 = 10\,530$ km. Figyelembe véve, hogy ezt a teljesítményt 29 vonatra kell számolni, így egy vonat átlagosan 10 166 km-t teljesít. Ezzel minden ciklusra előírt javítás időben teljesíthető.

A végállomási munkák biztonsággal szervezhetők mivel a napközi csökkent forgalmi időszakokra, ill. az éjjeli forgalommentes időre vannak tervezve, külön többlet vonat igény nincs.

A járműtelepi munkák elvégzése egy darab többlet FLIRT-et igényel, erre a célra kerül felhasználásra a menetrendszerkesztésnél a 29. vonat.

A vonatok külső mosására és a karbantartó bázison történő takarítására a 7.-14.-21.-28. munkanapon kerül sor. (2. ábra)

A 10 000 km-es karbantartásra a 14. és 28. munkanapokon kerül sor, az 50 000 km-es karbantartások váltakozva a 14. és a 28. munkanapokon kerül sor.

A 100 000 km-es és a 200 000 km-es karbantartások mindig a 28. munkanapra vannak beállítva.

Az ismertetett elv több előnnyel is rendelkezik:

- A 7.-21. munkanapon végzett jármű külső felületének mosása hideg téli (-5°C) alatti külső hőmérséklet esetén marad csak el, de a belső takarítások mindig elvégezhetők.
- A 14-s járatszámú vonat karbantartó bázison tartózkodása 6 óra, így az átlagos hazai téli időjárás mellett a külső mosások elmaradásával csak igen ritkán kell számolni.
- A 28. járatszámon kerülnek elvégzésre a nagyobb munkát igénylő karbantartások. A vonat 16 óra után megy a karbantartó bázisra és a tervezett munkavégzés itt is

Megnevezés	Karbantartási esedékesség (Futásteljesítmény határ (km))	Karbantartási esedékesség Időpont legfeljebb	Normaóra (h)
K1	10 000	14 nap	5
K2	50 000	3 hónap	6
K3	100 000	6 hónap	19
K4	200 000	1 év	42
Kerékszabályozás	200 000	1 év	20
K5	1 000 000	5 év	1000
K6	3 000 000	15 év	1600

1. táblázat: A FLIRT tervszerű karbantartási ciklus rendszer felépítése

6 óra. Ez a vonat azonban a karbantartó bázison éjszakázik, így egy esetleges többlet karbantartási idő igény is a forgalmi rend veszélyeztetése nélkül kielégíthető. Ezen a járatszámon télen is minden esetben elvégezhető a külső felületek tisztítása.

- A karbantartó bázison történő tervszerű munkavégzés csak munkanapokra és két műszakra van tervezve. Így a hét többi időszaka egy esetleges rendkívüli munkavégzésre a menetrend veszélyeztetése nélkül biztosíthat lehetőséget.
- A 30. vonatra csak akkor van szükség a karbantartó bázison, ha keréksztergálást kell a vonatnál végezni vagy K5 karbantartási munkára kerül sor vagy a karbantartási bázison elvégezhető rendkívüli meghibásodás miatt kell javítást végezni. A 30. vonat ezekhez a munkákhoz képez tartalékot. A 30. vonatot az év jelentős részén tartalék szerelvényként üzemidőben a Déli pu.-n tárolják, hogy bármelyik vonalon szükség esetén felhasználható legyen. Ezeken a napokon FLIRT-ek a teljes üzemidőben rendelkezésre állása **97%-os!**
- A motorvonatok belső tisztítása Tatabánya és Székesfehérvár végállomáson és Pusztaszabolcsan a karbantartó bázison a történik.

A végállomásokon kiépültek a szükséges csatlakozások a villamos energia- és a vízhálózathoz, továbbá adott volt a lehetőség a szennyvíz elvezetéséhez.

A FLIRT motorvonatok megelőző karbantartási rendszere

A MÁV-nak szállított FLIRT-flotta komplett megelőző karbantartását

a villamos motorvonatok Műszaki Kézikönyv és Karbantartási Előírások c. dokumentumra épül.

A futásteljesítményekhez túrérték (+/- km) tartozik. Az egyes járművek karbantartási munkákat a STADLER Magyarország Vasúti Karbantartó Kft. betervezi, és átadja az üzemeltető MÁV-START-nak, aki ezek alapján megtervezheti a motorvonati-fordulókat.

A karbantartás során a STADLER új, használt, javított vagy felújított alkatrészek beépítését önállóan dönti el.

K1 – vizsgálat:

A K1 vizsgálat keretein belül elvégzett munkák a következők:

Szemrevételezéssel ellenőrzik:

- a belső világítást,
- a belsőtéri berendezést, (ülések, ajtóműködtetés nyomógombjai)
- az ablaktörlőket,
- a forgóvázakat,
- a központi vonó- és ütközőkészülékeket, valamint az
- áramszedők állapotát és ellenőrzik a féket stb.

Szükség esetén a nyomkarima kenőberendezést olajjal feltöltik.



3. ábra: A karbantartás után a FLIRT közforgalomba indulhat (Fotó: Kovács Károly)

K2 – vizsgálat:

A K1 vizsgálat tartamán felül ellenőrzik a tető berendezéseket szemrevételezéssel, elvégzik

- az olaj- és a vízhűtők tisztítását
- klímaberendezés szűrő csere; szellőzőrácsok tisztítása,

Vizsgálóaknából ellenőrzik

- a forgóvázak, és
- a fékberendezés elemeinek állapotát,
- a mágneses sínféket megtisztítják a felrakódásoktól,
- ellenőrzik a hajtómű – olajsintet, a
- homokszóró berendezés működését

A padlószintről elvégzik

- A központi vonó- és ütköző berendezés után kenését
- vezetőfülke-klímaberendezésnél: szűrő-csere, ráctisztítás,
- légrugók állapot ellenőrzése stb.

K3 vizsgálat

A hozzátartozó karbantartási tevékenység keretein belül elvégzett munkák:

Tetőn (az oldalállványról):

- áramszedő – csúszóbetét csere
- kompresszor: levegő- és vízhűtő
- kompresszor: túlnyomásszelep ellenőrzése
- kompresszor: általános szemrevételezése
- ablaktörlőlapát kicserélése stb.

Járműben: az utas-beszállójatok teljes működésellenőrzése

K4 vizsgálat

A hozzátartozó karbantartási tevékenység keretein belül elvégzett munkák:

Tetőn:

- visszahűtők (olaj, víz) tisztítása nagynyomású tisztítóval;
- klímaberendezés: éves ellenőrzés, szűrőtisztítás / esetleg csere

- nagyfeszültségű tetőkészülékek ellenőrzése
- zárt átjáró: állapotellenőrzés (felülről)
- kompresszor: olajcsere, olajszűrő cseréje.

Járműben, illetve a jármű mellett:

- WC: vízkő eltávolítása
- áramirányító: szakaszoló-kontaktorok érintkezőinek az állapota
- szemrevételezés: harmonikatömlő/átmenet
- fényszóró-beállítás ellenőrzése

Szerelőaknából:

- nyomkarimakenés – szórási kép szemrevételezéses ellenőrzése
- Féktárcsa betétek: szemrevételezése, ha szükséges, csere

Kerékpárok átesztergálása és profilszabályozása

A kerékpárok átesztergálását és profilszabályozására a tervezett intervallum 200 000 km, amely azon a feltételezésen alapul, hogy a vágányhálózat geometriája és a felépítmény kivitele, állapota és karbantartása az UIC-irányelveknek megfelelően történik. További kiindulópont, hogy a környezeti feltételek normál körülmények között alakulnak. Az egyes kerékpárok profilszabályozásához tartozó futáskilométert és időpontot a futófelületek állapotvizsgálata után a karbantartást végző szakemberek állapítják meg.

K5 kisjavítás

A kisjavítás elvégzését minden 1 000 000 km futásteljesítmény elérésekor el kell végezni. A karbantartási munkák terjedelmét az határozza meg, hogy biztosítható legyen a járművek üzembiztonságos tovább üzemeltetése a szerződésben rögzített élettartamig.

A kisjavítás alatt elvégzendő lényegesebb munkák többek között az alábbiak:

- forgóváz-csere
- forgóvázak javítása
- forgógépek csapágynak a kicserélése.

K6 nagyjavítás

A FLIRT tervezési élettartama alapján nagyjavításra 3 000 000 km futásteljesítmény elérése után kerül sor. A javítás terjedelmének a meghatározása olyan, hogy annak elvégzése esetén garantálható a járművek üzembiztonsága továbbá a szerződésben rögzített élettartama.

A nagyjavítás alatt elvégzett munkák többek között az alábbiak:

- forgóvázak javítása
- központi vonó- és ütközőkészülék javítása
- belső berendezés igény szerinti korszerűsítése stb.

Rendkívüli hibák megszüntetése

A karbantartási szerződés kiterjed a 30 FLIRT villamos motorvonatból álló flottán keletkező rendkívüli hibák megszüntetésére. Ezek lehetnek:

1. Közvetlen hibakeresés és a hibák megszüntetése a kiírás szerinti vonalhálózat összes fordulóállomásán.
2. A 24 órás segélyszolgálat a hibaelhárító tanácsadással.
3. Karbantartó bázison történő esetleges váratlan hibajavítást költségét a STADLER viseli.

Alkatrész biztosítás

A karbantartási munkák elvégzéséhez szükséges pótalkatrészek és anyagok beszerzését és raktározását a STADLER Magyarország Vasúti Karbantartó Kft. végzi.

Szerkesztő kiegészítése: 2027. év újabb FLIRT ünnep lesz, mert a Pusztaszabolcsi Karbantartó Bázis jubileumát ünnepli.