



MARX GÁBOR

Rendszermérnök
Knorr-Bremse AG

Fékkrendszer az IC+ személykocsikhoz – új kihívások a tervezésben és megfelelésértékelésben

Összefoglaló

A magyar mérnökök összefogásával 2014-ben megszületet az IC+ személykocsi, amely a MÁV Gépészet Zrt főállalkozásában készült el. A projekt kitalálója a Gépészet Zrt. vezetése igen magasra állította a mércét azzal, hogy a kocsiknak 200km/h sebességű, nemzetközi forgalomra alkalmas kivitelben kellett elkészülni. A nagysebességű személykocsik fékberendezése igen komoly tervezői kihívást és gyártmányfejlesztést követel meg. A magas műszaki és vasútbiztonsági követelmények teljesítése elég indok volt arra, hogy a világ, vezető vasúti fékberendezés gyártóját a Knorr - Bremset felkérjék a kocsi fejlesztésben közreműködni. Cikkében a szerző az IC+ kocsi fejlesztés során felmerült új kihívásokra adott válaszokat ismerteti.

MARX, GÁBOR
Dipl.-Ing. für Maschinenbau
Knorr-Bremse

GÁBOR MARX
Mechanical engineer
Mechanical engineer

Bremssystem für IC+ Reisezugwagen – neue Herausforderungen betreff Entwurf und Konformitätsbewertung

Brake System for the IC+ Passenger Coaches – New Challenges in Design and Conformity Assessment

Zusammenfassung

Als Hauptunternehmer ließ die MÁV Gépészet Zrt. in 2014 die Prototype der IC+ Reisezugwagen fertigstellen. Die Leitung von Gépészet Zrt. als Projektanregende hat die Anforderungen sehr hoch gesetzt, da Resezugwagen mit 200 km/h Geschwindigkeit in einer für den internationalen Verkehr geeigneten Ausführung zu erstellen waren. Die Bemsanlage eines Reisezugwagens für Hochgeschwindigkeit verkörpert eine erhöhte Herausforderung im Hinblick auf Konstruktionstätigkeit und Produktentwicklung. Die erhöhten Anforderungen betreff Technik und Eisenbahnsicherheit waren schon hinreichende Gründe dafür, um Knorr-Bremse als weltweit führenden Konstrukteur und Hersteller von Eisenbahnbremsystemen um Mitarbeit in der Entwicklung des Reisezugwagens zu ersuchen.

Der Autor beschreibt in seinem Beitrag neben den auf die während der Entwicklung der IC+ Reisezugwagen entstandenen neuen Herausforderungen durch den Bremsdesigner – Knorr-Bremse – gegebenen Antworten die Bremsausrüstung der IC+ Reisezugwagen.

Summary

The prototype vehicles of the IC+ passenger coaches produced by the MÁV Gépészet Zrt. were introduced to the public in 2014. The management of MÁV Gépészet Zrt. rolling stock maintenance company, which did not have any practice and skill in design and building of passenger coaches before, set up the requirements too high targeting the 200 km/h top speed and the international traffic. Therefore, the world's leading designer and manufacturer Knorr-Bremse was asked for to develop the new brake system for the coaches to fulfil the high demands of railway safety.

The author describes the brake system developed for the IC+ passenger coaches and the answers given by the Knorr - Bremse for the new challenges.

1. Előzmények

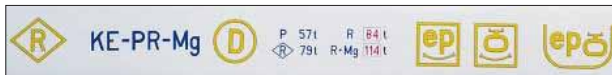
Ma már széles körben ismert, hogy a MÁV-Start (korábbi nevén MÁV-Gépészet) szolnoki telephelyén vasúti járműgyártásba kezdett és „IC Plusz” fantáziánévén két új, prototípus személykocsit készítettek.

Aki vasúton szokott utazni, azt tudja, hogy a MÁV gördülőállománya ma igencsak szép kort megért, sokat látott járművekből áll. Ez különösen igaz a távolsági forgalmat lebonyolító gyorsvonati és interciti járművekre, ahol az elmúlt években a Dunakeszin 2008-tól gyártott tíz darab harmadik generációs IC kocsi forgalomba állításától tekintve nem történt jelentős fejlesztés illetve kocsi beszerzés az elmúlt években. Az elővárosi forgalmat bonyolító járművek esetében ma már jelentősnek mondható előrelépés látszik, ugyanis a korábbi évek motorvonat beszerzései, mint a Siemens Desiro, a Bombardier Talent vagy a Stadler cég FLIRT fantáziánévű vonatai jelentős műszaki, minőségi előrelépést jelentenek a korábbi színvonalhoz képest, melyeket az utasok örömmel fogadtak és szíves használják. Az elővárosi, regionális forgalomban megjelenő új járművek és a távolsági forgalomban közlekedő járművek összevetésekor kontrasztos képet kaphatunk, ami jól mutatja az utóbbi terület lemaradását. Ezt felismerve döntött úgy a MÁV-Gépészet korábbi ve-

zetése, hogy önálló vállalkozásba kezd egy saját fejlesztésű és gyártású személykocsi megalkotásával. A terület és a szükséges infrastruktúra nagy része a MÁV szolnoki telephelyén már eleve adott, hiszen a Járműjavító régóta foglalkozik a meglévő járműpark karbantartásával és felújításával.

2. A jármű

A projekt 2011-ben indult útjára, a szükséges infrastruktúra és gyártási technológia kiépítésével a MÁV szolnoki telephelyén, amelyek lehetővé teszik a később tervezett szériagyártást is. A járművek tervezése során olyan járműkonceptiót dolgoztak ki, amivel biztosítható a nemzetközi, távolsági forgalomban való részvételt is. A 200 km/h végsebességű, termes elrendezésű vasúti kocsik kialakításakor messzemenőig figyelembe vették a változó utazási igényeket. Ennek megfelelően a kocsik teljes mértékben klimatizáltak, az ülések mellett 220V-os hálózati csatlakozókat helyeztek el és WiFi hozzáférés biztosítja az utasok megfelelő kiszolgálását. A komfortos utazásról a korszerű, légrugós SF-400-as típusú forgóvázak gondoskodnak, így most már a távolsági forgalomban is megjelenik majd ez a magas futásjóságot biztosító technológia a MÁV-Start kínálatában.



1. ábra: A fékrendszer típusát jelölő felirati mező a jármű oldalán
 Abb. 1: Bremsanschrifttafel für Bremssystem auf Wagenseitenwand
 Fig 1. The type of the brake system. Markings on the side of the coaches.

Természetesen a jármű tervezése során nemcsak a „kulcsinre” – az utasok által közvetlenül látható, érzékelhető tulajdonságokra – kellett tekintettel lenni, hanem a „belbecsre” is, így a járműnek meg kellett felelnie a mai modern kor kihívásainak, elsősorban műszaki szempontokból. E kihívásokat egy jól ismert betűszóval lehet röviden kifejezni: TSI. A betűszó az európai vasúti rendszerekre vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásokat jelenti, melyek célja, hogy az európai vasúti pályahálózaton egységes elvek alapján készül, azonos követelményeket kielégítő járművek közlekedjenek. A TSI előírások által támasztott követelmények teljesítése és igazolásuk új kihívásokat jelentett a jármű és a fékrendszer tervezése során is.

3. Alkalmazott fékrendszer

A prototípus járművekhez a Knorr-Bremse tervezte és szállította a teljes fékberendezést mind a forgóvázakba épülő elemek, mind pedig a fékvezérlés tekintetében. Az IC+ személykocsi fékrendszere, noha korszerűnek mondható, mégis régi tervezési hagyományokra visszatekintő, kipróbált alapokra építkező rendszer, amely számos más, korszerű vasúti személykocsiban is megtalálható. Mivel a jármű egy nemzetközi forgalomra tervezett, 200 km/h maximális sebességű személykocsi, ezért a korábban említett építési elveknek megfelelően tárcsafékes kialakítású, elektropneumatikus fékezésű, sínfékkel támogatott, automatikus fékrendszer került beépítésre. A fékrendszer hatékony működését elektronikus csúszásgátló berendezés és az utasok által működtethető, a mozdonyvezető által áthidalható vészfék berendezés támogatja. A hagyományos járműépítési elveknek megfelelően a kocsi rögzítéséről álló helyzetben csavarorsós kézfék gondoskodik.



2. ábra: Fékonténer a BRT698- as fékpanellel
 Abb. 2: Bremscontainer mit Bremspaneel BRT698
 Fig 2. Brake container with type BRT698 brake panel.

A fékvezérlés pneumatikus komponensei a járműgyártók körében mai napig is népszerű, a Knorr-Bremse által Budapesten tervezett, BRT698-as típusú, csövezett fékpanelen helyezkednek el, amely magában foglal minden olyan pneumatikus vezérlési funkciót, amely egy korszerű személykocsinál szükséges. A fékpanel és a fékvezérlés többi komponense, mint a légtartályok, vagy a különböző – szintén budapesti tervezésű és gyártású – átváltó berendezések egy úgynevezett fékkonténerben vannak összezszerelve és komplett egységként építik be a járműbe.

A konténeres elrendezés, illetve a fékpaneles kialakítás a gyártás és a későbbi karbantartás folyamán is számos előnnyel jár, elég csak a könnyű hozzáférhetőséget vagy a cseredarabos javítást említeni. A fékvezérlést további, szintén a Knorr budapesti gyárában készülő komponensek egészítik ki, mint a féktömlők, végelzáró váltók vagy az utastérben elhelyezett vészfékhúzó berendezések. A kerékpárok védelméről, a csúszásgátlásról az MGS2- es elektronika gondoskodik, amely egyben a fék diagnosztikai funkcióit is ellátja. A mai korra jellemző, megnövekedett információéhségét egy RS-485-ös járműbuszra csatlakoztatott diagnosztikai kártya csillapítja, amely a csúszásgátló berendezés által, a fékrendszer működéséről gyűjtött információkat továbbítja a jármű központi adatgyűjtőjéhez. Az elektropneumatikus fékezést és vészfék áthidalást további két elektronika kártya kezeli, a sínfékeket pedig a néhány éve bemutatott, moduláris elven felépülő, kompakt MMBC sínfék vezérlő elektronika működteti.

A jármű tényleges megállítását a forgóvázakba szerelt, 640 mm átmérőjű, kerékpáronként három darab féktárcsa és a tárcsákat fékező, hagyományos felépítésű, WZ29UP10- es tárcsafék egységek végzik. A fékegységekbe Icer 106 típusú, UIC organikus fékbetétek kerültek beépítésre.

4. Új tervezési szempontok

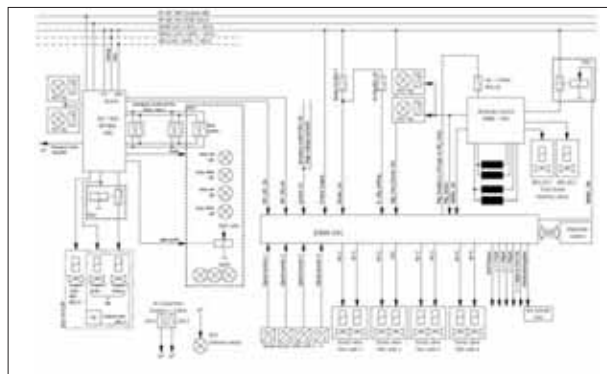
A TSI által támasztott új követelményrendszer alkalmazása némileg eltérő megközelítést igényel a tervezés során, mint a korábban az UIC döntvények által megkövetelt



3. ábra: A fékberendezés külső kezelőszervei
 Abb. 3: MMBC-Schienenbremssteuergerät – Einbau
 Fig 3. The operating handles of the brake system.



4. ábra: Az MMBC sínfék vezérlő beépítése
 Abb. 4: MMBC-Schienenbremssteuergerät – Einbau
 Fig 4. The installation of the MMBC type rail brake controller unit.



5. ábra: Az IC+ személykocsi fékrendszerének villamos sémája
 Abb. 5: Bremssystem für IC+ Reisezugwagen – elektrisches Schaltbild
 Fig 5. The electric wiring diagram of the IC+ coaches' brake system.

módszerek, még akkor is, ha a végeredmény lényegében ugyanaz a termék, mint ami korábban volt. Az IC+ projekt elindulásakor már érvényben volt a vasúti járművekre vonatkozó, a nagysebességű járművekre érvényes, átjárhatósági műszaki követelményeket megfogalmazó TSI előírás (TSI-HS: 2008/232/EK határozat), illetve a hagyományos, transzeurópai vasúti rendszeren közlekedő, mozdonyokra és személyszállító járművekre vonatkozó előírás (TSI-LOK&PAS: 2011/291/EU határozat). Ezen két alapvetően járműves előírás mellett figyelembe kellett venni a tervezés során további előírásokat is, amelyek az alkalmazott megoldások biztonsági kérdéseit boncolgatják (CSM: 352/2009/EK rendelet a közös biztonsági módszerekről), vagy éppen a vasúti alagutak tűzbiztonsági problémái által támasztott követelményeket helyezik új megvilágításba (TSI-SRT: 2008/163/EK határozat). A tűzvédelmi kérdések, mint az éghetőség, a toxicitás, vagy a jármű futásképségének megőrzése megadott ideig egy tüzeset során, illetve az új európai tűzvédelmi szabvány az EN-45545 előírásai is komoly fejtörést okoztak. Elegendő itt csak olyan egymásnak ellentmondó elvárásokat említeni, mint például a hidegállóság (-40 °C) és a nyomásállóság meghatározott ideig tűz esetén, holott egy féktömlő gumi esetében mindkét tulajdonság meglé-

te fontos követelmény. Az imént felsorolt előírások ezen kívül számos egyéb követelményt támasztanak a járművekkel, és azok fékrendszerével szemben, adott esetben konkrét paraméterek és egzakt értékek előírásával. Azonban a korábbi gyakorlattal ellentétben e paraméterek értékei, tűrésai néhol eltérnek a korábban bevett gyakorlattól. Arra is akadt példa, hogy a korábban külön életet élő nagysebességű járművekre és a hagyományos járművekre vonatkozó előírások azonos témát más megközelítésben vizsgálnak, teret engedve különböző értelmezéseknek, melyre jó példa lehet a járműveken alkalmazandó vészfék áthidaló rendszerek szabályozása. Természetesen az új előírások a korábbi nemzetközi szabványok vagy UIC előírások által már bevezetett követelmények mellett egyéb követelményeket is támasztanak, melyek kielégítését a korábbiaknál kiterjedtebb dokumentációban és vizsgálatok által lehet csak megfelelőképpen bizonyítani. A fékrendszerek méretezése tekintetében is megjelentek új követelmények a TSI bevezetésével. A korábbi gyakorlat szerint egy vasúti személykocsi fékrendszerét a biztonságos megállíthatóságot garantáló vészfékezés esetére méretezték, de az új követelményrendszer szerint a személykocsik esetében is számolni kell üzemi fékezési esetekkel, amelynek pontos definíciójával az előírások



6. ábra: A biztonságos megállításhoz szükséges féktárcsák
 Abb. 6: Bremsscheiben für das sichere Anhalten
 Fig 6. The brake disks ensure the safe brake distance.



7. ábra: Dinamométeres próbapad féktárcsák és betétek vizsgálatához
 Abb. 7: Dynamometer-Prüfstand für die Untersuchung von Bremsscheiben und Bremssohlen
 Fig 7. Brake test bench for testing the brake pads.

adósak maradtak. Ezen túlmenően ma már előírás, hogy a fékrendszer súrlódó elemeit, jelen esetben a féktárcsákat és a fékbetéteket hőkapacitás szempontjából is vizsgálni kell. Korábban a bevett gyakorlat szerint csak a kritikus nagy tömegű járművek esetében készítették el ezeket az időigényes számításokat és még ritkább esetekben végeztek drága, dinamométeres vizsgálatokat a gyártók. Általános esetekben az egyébként EN szabványban is rögzített és a gyakorlat által igazolt ököszabályok szerint ellenőrizték a féktárcsák megfelelőségét. Az új előírások szerint ma már legalább a számítás el kell végezni, de ekkor még nyitott kérdés marad a számítás eredményeinek igazolása a gyakorlatban. Az eredmények igazolására több módszer is kínálkozik, mint például a járműves kísérletek, vagy a dinamométeres mérések, de sajnos egyik módszer sem nevezhető költségkímélőnek.

Járműves mérésekkel kell igazolni az egyébként konformitási igazolással már rendelkező csúszásgátló rendszerek működését is, a járműben beépített állapotban, így a járművek dinamikus mérései is további pontokkal bővülnek. Mái érzhetetlen módon, az új TSI előírás a csúszásgátlók vizsgálatával kapcsolatban vasúti személykocsik esetében is az EN szabvány motorvonatok vizsgálatára vonatkozó feltételrendszerének alkalmazását írja elő, noha a szabvány külön programot definiál a személykocsik vizsgálatára. Persze nem csak ez az egy érdekes

követelmény akad az előírások között a fékrendszerre vonatkozóan. A rendelet megköveteli, hogy fékrendszer dinamikus vizsgálatait követően – az egyébként a fékrendszer előzetes méretezésére szolgáló –fékszámításokat paraméter korrekcióval a tervező igazítsa a mért eredményekhez. Természetesen az azonossági kritériumok megfogalmazása vagy a korrigálható paraméterek definíciója nem került rögzítésre, így ezt a követelményt is sokféleképpen lehet értelmezni és teljesíteni. Amíg tehát nem alakul ki szakmai berkekben jól bevett gyakorlat arra vonatkozólag, hogy az új előírások miként értelmezhetőek, hogyan lehet megvalósítani az előírásokat és igazolni a teljesítésüket, addig a tervezőknek, gyártóknak és a jóváhagyást végző szervezeteknek sok vitával és hosszadalmas eljárásokkal kell szembenézniük. Minden nehézség ellenére, az elkészült két prototípus jármű sikeresen teljesítette a fékrendszerekre előírt próbákat és vizsgálatokat, a járművek pedig megkapták az üzembe helyezéshez szükséges engedélyeket.

A tervezés, a gyártás, az üzemi- és futópróbák, valamint a jóváhagyási eljárás során szerzett tapasztalatok minden bizonnyal jól kamatoztathatóak lesznek a szériagyártás alkalmával és további járműtípusok tervezésénél, még akkor is, ha idő közben a nagysebességű és a hagyományos járművekre vonatkozó TSI előírásokat részben megváltoztatták és összevonták.

HÍREK A VASÚT VILÁGÁBÓL

Az EIB finanszírozza Moldova vasútjának modernizációját

Az Európai Befektetési Bank, EIB, bejelentette október elején, hogy 50 millió eurót kölcsönöznek a Moldova Köztársaság vasúti infrastruktúrájának, és gördülőanyagának modernizációjára.

A projektre az EU 5 millió euró támogatást adott, az Európai Bank a Rekonstrukcióért és Fejlesztésért / EBRD/ közösen.

Az EIB kijelentette, a kereskedelem Moldovában, és Moldova valamit az EU tagjai közötti és kereskedelmi partnerei a modernizációs projekt előnyeit élvezhetik.

A projekt célja az is, hogy Moldova vasúti szektora versenyképes legyen a többi közlekedési móddal, a személyszállítás színvonalának emelése révén.

A projekt megvalósításával a kiválasztott vasúti infrastruktúra színvonala emelkedni fog, és a fővonalai dízel mozdonyok valamint fenntartásukhoz szükséges berendezések beszerzésére is sor fog kerülni.

Buszok váltják fel a német városközi villamost?

A 21,7 kilométer hosszú méteres nyomtávolságú, Thüringerwaldbahn villamos üzeme, mely Gotha és Tabarz között közlekedik kérdésessé vált miután a

helyi autóbusz üzemeltető felajánlotta, hogy azonos szintű szolgáltatást nyújtana kevesebb, mint 2,8 millió euróért, annyit mint amennyit a Thüringerwald és a Gotha villamos kap évente átlagosan.

A hivatalos javaslatot a Weimár közigazgatósági bíróság számára, Steinbrück elkészítette, állítva, hogy az autóbusz üzem nem igényel állami támogatást, annak ellenére, hogy tíz év alatt, 13 új járművet kell beszerezni kb. 30 millió euróért. A döntés decemberben várható.

Az autóbusz üzem tulajdonosa, Wolfgang Steinbrück, az elnöke a német autóbusz üzemeltetők szövetségének. Ezen túlmenően, a CDU csoport tagja, amely jelenleg ellenőrzi a gothai városi tanácsot, amely nemrégiben fogadta el a gothai helyi közlekedés tervét 2017-21 évekre, amely magában foglalta a Thüringerwaldbahn finanszírozását.

A TWSB rendelkezik 2024 évig érvényes szerződéssel a villamos üzemeltetésére, de Steinbrück rámutatott, hogy a villamos vonal engedélye 2017. évben lejár. A Thüringerwaldbahn infrastruktúráját az elmúlt 10 évben nagymértékben modernizálták, jó állapotban van, a villamosok nagy része, használt.