



ELŐHEGYI ISTVÁN

okleveles közlekedésmérnök
ny. mérnök főtanácsos
GYSEV Zrt

**Az ICE-V születése, előzmények,
az ICE-V kialakítása**

Összefoglaló

A cikksorozat a német ICE születésének 30. évfordulója okán született és alkalom arra, hogy először áttekintsük az európai vasutak sebességnövelést célzó több mint száz éves törekvéseit. Szerző a nagysebességű európai vasutak fejlődéstörténetét bemutató cikksorozatát, benne a 30 éves ICE fejlődéstörténetét 2016 év elején átadta a Vasútgépészetben történő közzétételre. Az előző két számban a francia és a német vasút nagysebességű vasútfejlesztésben megtett tartalmas útba, évszázados kísérleti, úttörő munkába nyertünk bepillantást.

A cikksorozat 3. részében az ICE-V megszületését eredményező fejlesztési munkát eleveníti fel a szerző.

ELŐHEGYI, ISTVÁN
Dipl.-Ing. für Verkehr
Bahnberrat iR.
GYSEV Zrt.

ISTVÁN ELŐHEGYI
Transport engineer
Retired senior engineer councillor
GySEV Co

ICE-V – Geburt, Vorgeschichte und Gestaltung

Zusammenfassung

Die Artikelreihe entstand anlässlich des 30. Geburtsjahres der ICE in Deutschland, und bietet eine Möglichkeit für einen Überblick der Europäischen Eisenbahngesellschaften betreffs einer der bereits über 100 Jahre andauernden Bestrebungen nach Erhöhung der Geschwindigkeit

Der Autor hat seine Artikelreihe über die Entwicklungsgeschichte der Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnstrecken in Europa, unter diesen die Entwicklungsgeschichte vom 30-jährigen ICE für Veröffentlichung in der Zeitschrift „Eisenbahmaschinenbau“ übergeben.

Die vorangehenden beiden Hefte gaben einen Überblick über die durch die SNCF und die DB am Wege der Eisenbahnentwicklung für Hochgeschwindigkeit während 100 Jahren unternommenen Pionierarbeit.

Teil 3 der Artikelreihe behandelt die Entwicklungstätigkeit der dem Geburt von ICE-V vorangehenden Entwicklungstätigkeiten.

The Birth of the ICE-V, Preliminaries, Performance

Summary

The next series of articles were written for the 30th anniversary of the birth of the ICE, utilising the occasion to summarise the more than 100 year intents of the European railways to increase the speed of the trains running in scheduled service.

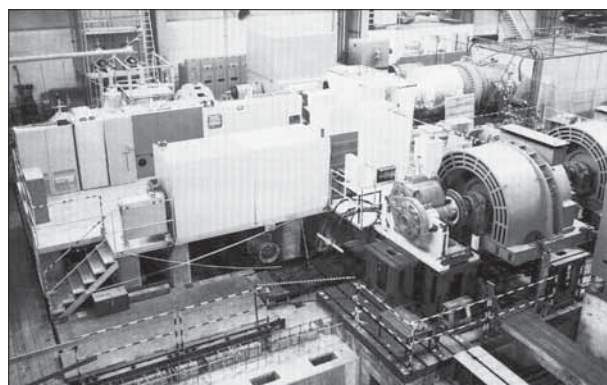
The author gave the manuscript of his article series about the history of the European high speed trains to publish in the Vasútgépészet in the beginning of 2016, including the development history of the 30 years old ICE.

We have got an insight into the hundred years of the experimental and pioneer work, the long way of the French and German high speed railway development, in the previous two parts of the article.

The author introduces the development activity which led to the birth of the ICE-V in the part three.



1. ábra: 752.004 kísérleti menetel München BZA 2009
Abb. 1: Versuchsfahrt mit 752.004, BZA München, 2009
Fig 1. No. 752,004 in a test run München BZA 2009



2. ábra: Mannheim BBC, TC motor kísérleti állomás
Abb. 2: BBC Mannheim – Fahrmotor-Versuchsstand
Fig 2. Mannheim BBC, traction motor experimental station

A széleskörű kísérletek eredményeiből levonható következtetések és tanulságok alapján egy „egységmozdony”, személy, teher és nagysebességű gyorsvonatok továbbítására alkalmas típus körvonalazódott, ami-

nek kifejlesztésére a BBC, Krauss-Maffei, Krupp és Henschel cégek vállalkoztak, így 1977 márciusában 5 prototípus mozdony megrendelése történt meg. Az első sorozatban készült aszinkron vontatómotoros

mozdony 120 sorozatjelzéssel vonult be a német vasutak történetébe¹. E technológiai alapokból kiindulva jött létre az 1979/80-as években az ICE-V a nagysebességű járműsorozatok kísérleti példánya. A kísér-

¹ A prototípusokat a szériamozdonyok gyártása után kísérleti célokra használták és 1989-ben átszámolták DB 752,001 – 005 pályaszámokra. 1992/93-ban visszakapták eredeti DB 120-as számaikat.

leti üzem után a sorozat első példányát ünnepélyes keretek között 1987.01.13-án adták át a DB-nek. A feladat nagysága és összetettsége miatt minden nagyobb gyártó részt vett a fejlesztésekben, BBC, Siemens, AEG, Krauss-Maffei, Henschel és Krupp cégek.

A 752 sorozattal végzett kísérletek során a széria 120 sorozat jelentősen átalakult és a mozdony már olyan rendszerbeli tulajdonságokat mutatott fel, amelyeket a korszerű járművek újabb generációi is megtartottak. A jármű kialakításával elkülönült egymástól a személy és

tehervonati alkalmazhatóság. A két vonófej ugyan lényegileg mozdony, de kialakításával, kapcsolhatóságával mégis csak a hozzájuk kapcsolható betétkocsikkal együtt képez vonategységet.

A vonófejeket a Krauss-Maffei és a Thyssen - Henschel építette, a három hajtás nélküli betét-kocsit a Messerschmitt-Bölkow-Blohm cég építtette, amikhez a DUEWAG és Linke-Hofmann-Busch cég is csatlakozott.

A 78 tonna tömegű, 3640 kW teljesítményű vonófejek alapja a DB

120-sor mozdonya, de áramvonalas külsővel és fehér színben, igazodva a szerelvény külső megjelenésének stílusához.

A szerelvény 1985-re készült el és még ebben az évben május elsején 406,9 km/h sebességrekordot is felállított, ami 1990-ig maradt megdöntetlen. Az ICE-V szerelvényt végzett kísérleti üzem tapasztalatai alapján indult meg az ICE-1 szerelvények sorozatgyártása 1987-ben.

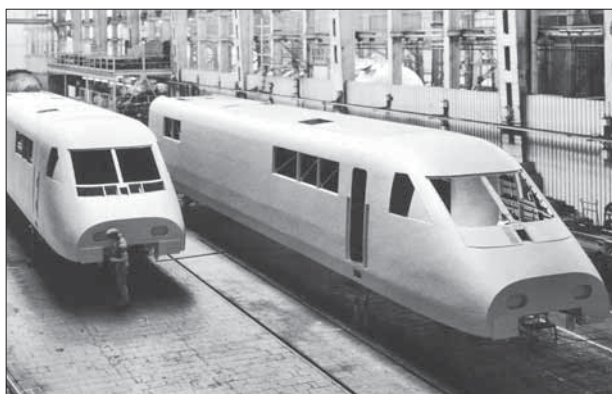
Az ICE-V kísérleti szerelvény legfontosabb technikai részletei:

- erőátvitel főáramköri egyenáramú közbensőkörös áramirányító rendszer (4qS, GZK, MSR)²,
- MICAS³, mikroprocesszoros irányítástechnika, átfogó hibadiagnosztika (DAVID⁴),
- GTO tirisztoros segédüzemi áramirányítók (HBU),
- automatikus menet/fék-vezérlés (AFB)
- kettős, kapcsolt vontatás ZDS vezérléssel, AiZ kábel segítségével,
- INDUSI vonatbefolyásolás mellett LZB beépítése,
- fékrendszerhez NBÜ/ep vezérlés beépítése,
- rugóerőtárolós rögzítőfék,

A felsorolt főbb elemek mellett természetesen a 120 sorozat mozdonyai számos más technikai újdonosságot is felmutattak, amelyek kisebb



3. ábra: DB 120,131 Kassel-Fulda (NBS) vonal, 1988.05.29
Abb. 3: DB-Lok 120.131 – Strecke Kassel-Fulda (NBS), 29.15.1988
Fig 3. DB No. 120,131 on the Kassel-Fulda (NBS) line, 29.05.1988.



4. ábra: ICE-V 410.001 és 002 járműszekrények
Abb. 4: ICE-V 410.001 und 002 – Wagenkasten
Fig 4. Vehicle bodies of ICE-V 410.001 and 002



5. ábra: ICE-V vonófej belső kialakítása
Abb. 5: ICE-V – Triebkopf – Innengestaltung
Fig 5. Inside of the ICE-V traction unit

² A főáramköri áramirányítóknál a főtirisztorok kapcsolására segédtirisztoros kommutációs áramköröket alkalmaztak.

³ MICAS, Micro-Computer-Automatisierungs-System

⁴ DAVID, Diagnose Aufrüst und Vorbereitungsdiens mit Integrierter Displaysteuerung, diagnosztikai üzembe helyező és előkészítő rendszer, integrált displayvezérléssel.

nagyobb változtatások után épültek be a 410 sorozatjelzésű ICE (mellékkocsik: 810) szerelvényekbe, valamint a követő vontatójárművekbe.

Általános jellemzők:

A technikai részleteken túl a szerelvény a 120-sor mozdonyhoz képest a külső megjelenésében változott meg a legjobban. Két vonófejből, amelyek tulajdonképpen mozdonyok, és három betétkocsiból áll, és összesen 104 ülőhellyel rendelkezik. A járműveket Scharfenberg kapcsolókészülék köti össze és egyedi forgóvázakon nyugszanak. A DB döntésének alapja volt, hogy a ki/besorolásoknál e megoldás előnyösebb.

A szélcsatorna kísérletek alapján a magasság 400 mm-el alacsonyabb lett a DB-nél szokásos magasságnál. A mérések az előlhaladó vonófejnél 0,17 cW értéket igazoltak, míg az utánfutó esetében 0,19, a kocsiknál pedig 0,07 és az egész szerelvényre pedig 0,6 érték adódott.

A külsőhöz kapcsolódóan a nagy sebesség miatt a DB-nél szokásosan

használt áramszedőket is a gyártó Dornier cégnek át kellett alakítania, egyrészt a légellenállás csökkentése miatt alacsonyabbra építenie, másrészt az elhelyezést is meg kellett változtatni az áramszedés biztonsága (kis távolság) és az előlhaladó áramszedő által a felsővezetékben keltett hullámmozgások miatt.

A futómű kialakítását a kerék/sín kapcsolati vizsgálatok eredményei alapján szinte teljesen átalakították és két, megoldást légrugózással, valamint csavarrugókkal kialakított megoldást vizsgáltak. A Minden-Duetz alapokon nyugvó forgóvázak tengelytávolsága a nagy sebesség miatt nőtt (2800 mm). A sínekre gyakorolt kedvezőtlen hatások miatt a rugózatlan tömeget is jelentősen csökkenteni kellett (7506 kg), valamint a futás zaj csökkentése érdekében zaj elnyelő kialakításokat alkalmaztak. Hasonló jelentős átalakítással járt együtt a tárcsás levegős és az örvényáramú sínfék elemeinek elhelyezése is. A vonóerő kifejtéssel előálló billentő hatás csökkentése érdekében a vonóerő átadási pontok is

mélyebbre kerültek.

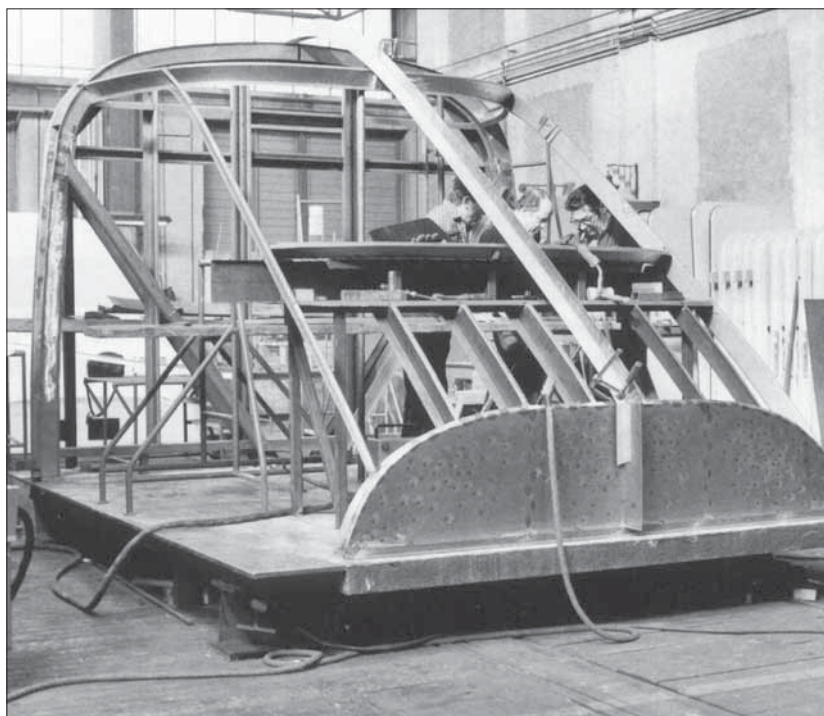
Mechanikai részek

A tervezés során a légellenállás, esztétika és más szempontok miatt nagy gondot fordítottak a vonófejek kialakítására. A munkákat a KS20 elnevezésű profillal 1982-ben kezdték meg, amit a népnyelv „Kartoffelnase” (krumpliorr) néven emlegetett. Mindez jelentős kompromisszumokkal járt együtt, hiszen a gazdaságos gyártás és az alkatrészek elhelyezése mellett még a vonattalálkozások alkalmával előálló nyomáshullám problémáival is meg kellett alkujni. Mindezek gyakorlati ellenőrzésére, az aerodinamikai vizsgálatokhoz 1:1 méretarányú modell készült Münchenben a Krauss-Meffei-nél, amivel ezen kívül az alkatrészek szerelhetőségének, a kábelelhelyezések és átvezetések kialakítására is sor kerülhetett. Hasonlóképpen itt nyílt lehetőség a DB-nél már bevezetett ún. „Einheitsführerstand”, (BR. 111, 120 sor) egységes vezetőállás elhelyezésének kialakításához is.

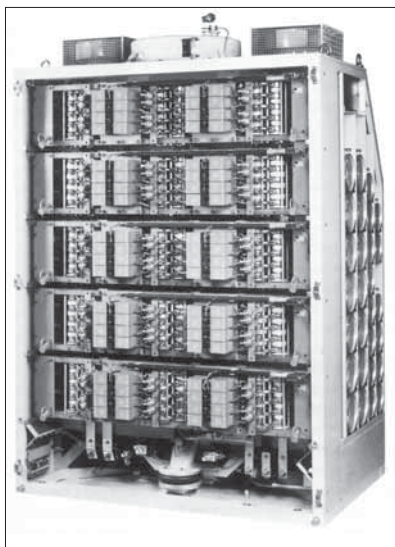
Külön problémát jelentett a vizsgálatok során az erős oldalszél esetén előálló keréknyomás változás kompenzálása, amit megfelelő tetőlekerékítéssel (400 mm) oldottak meg, egyúttal biztosítva még kedvezőtlen szélviszonyok esetén is a kellő hűtőlevegő ellátást is.

A járműszerkevény konstrukció acél, amellyel figyelembe véve az erősáramú villamos berendezések és más elemek súlyát is, ami mellett sok fejtörést okozott az előírt 80 t konstrukciós tömeg betartása. Viszont más szerkezeti elemek, különféle fedelek stb. a súlycsökkentés végett alumíniumból, valamint üvegszálerősítésű műanyagból és az eredmény, hogy a BR. 111 sor mozdonyhoz képest az ICE/V 4 m-el hosszabb, de tömege mégsem nagyobb.

Hajtott forgóvázak



6. ábra: ICE-V vezetőállás, München (Krauss-Maffei)
 Abb. 6: ICE-V – Führerstand, München (Krauss-Maffei)
 Fig 6. ICE drivers' cab, München (Krauss-Maffei)

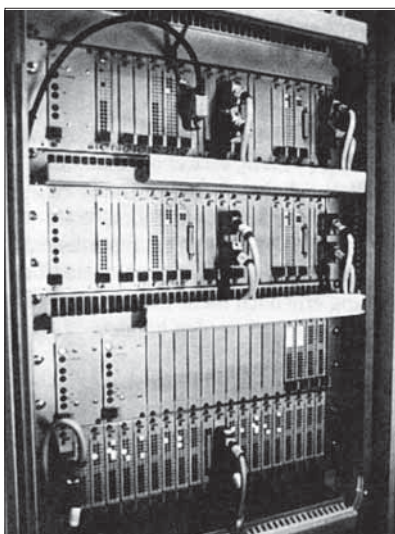


7. ábra: ICE/V áramirányító szekrény
 Abb. 7: ICE/V – Stromrichterschrank
 Fig 7. ICE/V converter box

A nagy sebességre alkalmas forgóvázás kísérleteket a DB 202,003 (Um-An, Umkoppelbarer Antrieb), átkapcsolható hajtás) jelzésű járművön végezték, amely módosításokkal az ICE/V-be is belekerült.

A fejlesztés lényege volt, hogy a nagysebességű kísérleti vizsgálatok már 1978-ban a francia Z 7001 jelzésű kísérletek is azt mutatták, hogy a futásjóság javítása érdekében a TC-motor tömegétől a forgóvázat mentesíteni kell.

A részleteket mellőzve az



8. ábra: ICE/V irányítástechnikai számítógép
 Abb. 8: IVE/V – Fahrzeugleitgerät
 Fig 8. ICE/V control computer

UmAn forgóváz ezt a problémát erre készült kapcsoló elemekkel oldotta meg, amelyek működésbe lépését a sebességtől és az ívviszonyoktól függően vezérelt pneumatikus elemek biztosították. Az 1982-ben befejezett kísérletek után az UmAn forgóváz módosításával sikerült elérni, hogy a TC-motor, tárcsafék blokk teljes tömegének mintegy kétharmada a kettős rugózású forgóváz keretre került át. Megszűnt a forgócsap, a vezetést a flexicoil rugózás csavarrugói biztosítják, valamint a keresztirányú vezetésre is csavarrugók vannak beépítve. A vonóerő átadás pedig a vonó/nyomó rudak feladata lett.

Villamos berendezések

Összehasonlítva a hagyományos villamos mozdonyokkal az erőátvitel teljes egészében új alapon nyugszik. Az új háromfázisú aszinkronmotor köré épültek be az erősáramú berendezések és a rendszer szabályozás és vezérléstechnikai elemei. A járműbe a 120 sorozatnál már bevált elemek épültek be, így a hálózati áramirányító (4QS), amely a felsővezeték 1430V-ra transzformált feszültségét az egyenáramú közbensőkör (ZK) 2800V egyenfeszültségévé

alakítja. A közbensőkör speciális önjavító kondenzátorai két feladatot látnak el, egyrészt pufferként szolgálnak az egyfázisú lüktető energiaszállítása és a háromfázisú áram időben egyenletes energiaszállítása között. Másrészt a kapcsolt szívóköri kondenzátorok (SK) a hálózati frekvencia kétszeresével pulzáló összetevőjének szűrésére szolgálnak (simítás). A közbenső kör egyenfeszültségét a motorköri áramirányítók (PWR) alakítják át a vontatómotorok (FM) igényelte háromfázisú változó feszültségű és frekvenciájú váltakozó árammá. Ezeknek a statikus áramirányító elemeknek a működését irányítja SIBAS16 irányítástechnikai rendszer a központi vezérlőberendezés (ZSG), valamint a motorköri áramirányítók működését biztosító hajtásvezérlő egységek (ASG) segítségével. Az áramirányító egységek a fejlesztési kockázatok csökkentése érdekében elsősorban a 120 sorozatnál már bevált, de nagyobb és bonyolultabb elektronikai ráfordítást igénylő hagyományos tirisztorokból épültek fel, míg a további ICE változatoknál már GTO tirisztorokat építettek be.

Irányítástechnika



9. ábra: ICE/V vezetőasztal
 Abb. 9: ICE/V – Führerpult
 Fig 9. ICE/V drivers' desk



10. ábra: 410,002 bemutatás előtt (Kassel, Thyssen-Henschel)
 Abb. 10: Vor Vorführung – 410.0002 (Kassel, Thyssen-Henschel)
 Fig 10. The No. 410,002 before the introduction (Kassel, Thyssen-Henschel)



11. ábra: ICE-V, Hamburg-Sternschanze, 1985
 Abb. 11: ICE-V – Hamburg-Sternschanze, 1985
 Fig 11. ICE-V, Hamburg-Sternschanze, 1985

Az új fejlesztésű irányítástechnikai rendszer egységes keretbe foglalja a vonófejek és a közbenső kocsik irányítástechnikai feladatait. A rendszer több szintre osztható, mint vonat-, jármű-, valamint fékrendszer irányítási szintek. A mikroprocesszoros rendszerhez szükséges adattovábbítás céljaira az ICE/V esetében először alkalmaztak fényvezető kábeleket.

A 16 bites technikára épülő rendszerben mindegyik vonófej saját vezérlő számítógéppel (ZSG) rendelkezik, de az alárendelési szempontoknak megfelelően a „master”, a tényleges irányítási feladatokat mindig az aktív vezetőálláshoz tartozó látja el. Legfontosabb feladatai a vonó-/fékerő kifejtés vezérlése, valamint az automatikus vonatvezetéssel (LZB) kapcsolatos feladatok. Így a „master” ZSG végzi úgy a vonóerő, mint a fékerő elosztását a működőképes hajtássegységek között. Ehhez az automatikus menet-/fékvezérlés (AFB) kapcsolódik, amely mikroprocesszoros perdülés és csúszásvédelemmel egészül ki.

Az LZB fail-safe, hármas számítógépre épül, amely működése

még két számítógép azonos értékelése esetén biztosított, de egy további számítógép kiesése esetén a rendszer már biztonságos szükségüzemre tér át. Az LZB-hez szükséges pontos helymeghatározás, útmérés két úton valósul meg. Egyrészt az LZB vonal teljes hosszában elhelyezett sugárzó kábelek keresztezési pontjai szolgálnak 100 méteres pontosságú helymeghatározásra. Más részben a pontos helymeghatározáshoz a jármű elején elhelyezett ún. vsb radar⁵ szolgáltat információkat. A kapcsolatot a perifériális egységekkel, kezelő- és érzékelő szervekkel az ún. IFZ-busz⁶ biztosítja.

Hibainformáció, diagnosztika

A hagyományos járművek üzemi ellenőrzési rendszereivel szemben az ICE/V teljes új, számítástechnikai alapokra helyezett a teljes szerelvényre kiterjedő központi hibaellenőrző, üzemellenőrző diagnosztikai rendszerrel rendelkezik (DAVID⁷). Alapvetően két területet fog át. Az üzemi diagnosztika ellenőrzi a jármű üzemállapotát és elvégzi az elsődlegesen szükséges beavatkozásokat a folyamatokba, valamint a

járművezető számára nyújt segítséget a hibaelhárításban. Másik fontos feladata a segítségnyújtási a karbantartási, javítási feladatokban.

Az előző diagnosztika feladatokon túl elvégzi a jármű üzembe- és üzemén kívül helyezési feladatait, beleértve a fékpróbát is, valamint a számos egyéb funkció mellett igen fontos a nagy sebesség miatt szükséges folyamatos futásjóság ellenőrzés és a beavatkozások pedig többlépcsős módon állnak elő, mint figyelmeztetés, korlátozás, leállítás. A diagnosztikai adatok ún. múló és állandó hibatárolóba kerülnek. A múló tárolóban a véletlenül előforduló és nem állandósult hibák rögződnek, amelyek később törlődnek. Az utóbbiban pedig a tényleges meghibásodással kapcsolatos adatok tárolása történik.

A fenntartási diagnosztika úgy a felsőbb szinteken, mint a gépegységek szintjén is megvalósul és kapcsolódik a fenntartást végző szolgálati helyekhez. Például az észak felé haladó vonatok járművezetői a Göttingen és Hamburg-Altona állomásokon áthaladva a diagnosztikai adatokat

⁵ vsb, rövidítés, v=sebesség, s=út, b=gyorsulás.

⁶ Integrierte Fahrzeug Zubringerbus, integrált jármű adatbusz.

⁷ DAVID, Diagnose-Aufrüst- und Vorbereitungsdienst, diagnosztikai-üzembehelyező és előkészítő rendszer.

rádióon leadva a Hamburg-Eidelstedt-i műhelybe juttatják, míg a déli irányba közlekedők ugyanezt az Augsburg-i áthaladás során juttatják el Bw. München 1-be.

Fékrendszer

A járműbe épített fékrendszer (HSM⁸) egy kombináció, amelynek elsődleges eleme a generátoros visszatápláló fék, amihez a nagy sebességekről történő fékezésekhez alkalmas örvényáramú sínfék kapcsolódik. Alapelemként van beépítve a kisebb sebességeken és célfékezésekhez hasz-

nálható levegős tárcsafék, amely villamos hiba esetén a vész-megállítási funkciót is ellátja.

A ZSG által feldolgozott vonó-/fékerő irányítástechnikai jelek mind a hajtásvezérlési számítógépekhez (2 db.), mind a fékvezérlési számítógépekhez (2. db) eljutnak és a fékezési folyamatban az elsődleges fékként értelmezhető visszatápláló fékezés érvényre juttatása érdekében az PWR-t generátoros üzemmódba kapcsolják. A rendelkezésre álló örvényáramú sínfék vagy levegős

csak kiegészítésként, meghatározott feltételek, pl. az áramirányító kiesése esetén automatikusan lép üzembe.

Természetesen már az ICE/V még alapjaiban kísérleti szerelvényi a fentiekén kívül számos olyan műszaki újdonsággal és belső utastér kialakítási elemekkel rendelkezik, amelyek vagy ebben a formájukban vagy továbbfejlesztett formában a sorozatjárműveken is megjelentek.

(Folytatjuk)

In memoriam Előhegyi István

Előhegyi István 1945. január 9-én született Miskolcon, régi vasutas családból. Nagyapja mozdonyvezető; édesapja tengerész, később mozdonyvezető, fűtőházvezető volt. Az általános iskola elvégzése után útja szinte természetesen vezetett a vasúthoz. A Vasútgépeszeti Technikum után Jászapáti gőzmozdonylakatosként kezdett dolgozni, majd 1964-ben mozdonyvezetői vizsgát tett. Sorkatonai szolgálata után egyetemi tanulmányait 1966-ban kezdte meg az akkori Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen, amit 1971-re fejezett be. 1971-től Budapesten a Ferencvárosi fűtőházban dolgozott, majd egy időre szakítva a vasúttal, Törökszentmiklósról került a Városi Tanács Műszaki Osztályára vezetőként. 1977-ben azonban lehetősége nyílt arra, hogy folytassa a vasúti munkát a GYSEV, a Győr-Sopron-Ebenfurti Vasút keretein belül. A GySEV-nél feladata a vontatás osztrák ügyeivel való foglalkozás volt, melynek során sikerült az ÖBB-vel jó kapcsolatokat kialakítani, de hasonlóképpen működtek a kapcsolatok a hazai viszonyokban a MÁV-val, vagy más külföldi vasutakkal is. Az 1990-es években a GYSEV egy átfogó mozdonyremotorizációs programba fogott és ebben az osztrák ügyek megtartása mellett ez lett a fő feladata: átfogva a tervezést, kivitelezést, szervezést és ezzel kapcsolatosan minden ügyintézését. Az M44-306 pályaszámú mozdonnyal indulva a tizennégy darabos sorozat korszerűsítése, átépítése, és hazai viszonyok között az első digitális számítógépes irányítástechnikai berendezéssel ellátott mozdony kialakítása kezdődött meg, amely teljes mértékben a GYSEV soproni műhelyében készült. E sorozat folytatásaként készült el hasonló módon az M40-402, -401 pályaszámú mozdonyok korszerűsítése is, amelyből az átalakítás során csak az alváz, forgóvázak, valamint a mozdonysekreney maradt meg, és a mozdony többi részei teljesen új tervezés és gyártás során kerültek az előzőhöz hasonló módon átépítésre. Még nyugdíjazása előtt új feladatként dolgozott az M44-306 pályaszámú mozdony rádió-távirányításra való átépítésének tervezésén, illetve vezette a kivitelezést. Közreműködött a GYSEV új beszerzésű járműveinek, az 5047- sorozatú motorkocsi, valamint a „Taurus” villamos mozdony beszerzésekkal kapcsolatos műszaki tevékenységeinek lebonyolításában is.

Szerzőként számtalan vasúti szakcikket; három vasúttal, és egy, a brit haditengerészet történetével foglalkozó könyvet jegyzett, társszerzőként egy kötet szerzője volt. Több kézírata maradt kiadatlanul.

Emlékét megőrizzük!

⁸ HSM, H=típusjelzés, S=Stellungsabhängig, helyzetfüggő, M=Microprozessorgesteuert, mikroprocesszoros vezérlésű.