



FARKAS ATTILA
vasúti járműüzemeltetési
szakmérnök
MÁV-TRAKCIÓ Zrt.

KOVÁCS KÁROLY
okleveles gépészmérnök
műszaki fejlesztési koordinátor
MÁV-START Zrt.



TARNAI GÉZA
egyetemi tanár
BME
Közlekedésautomatikai Tanszék

SÁGHI BALÁZS
egyetemi docens
BME
Közlekedésautomatikai Tanszék



Az M47-1331 pályaszámú rádió távirányításos tolatómozdony

Összefoglaló

A mozdony elkészült, a próbaüzemét sikeresen teljesítette, a történet sikeres lezárásának nincs műszaki akadálya

Attila Farkas

Railway vehicle-maintenance engineer
Shunt liable, Dunaújváros
MÁV-TRAKCIÓ Ltd.

Géza Tarnai Phd.

Professor Emeritus
BME, Department of control and transport Automation

Balázs Sági phd.

Associate professor
BME, Department of control and transport Automation

Károly Kovács

Msc.Engineer
Technical development coordinator
MÁV-START Ltd.

The M47 1331 radio controlled shunter

Summary

The engine is ready, test run completed, there's no technical obstacle in success closing.

Előzmények

A Vasútgépészet korábbi számaiban bemutattuk a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. és a MÁV Vasjármű Kft. megbízásából a győri UNIVERSITAS Nonprofit Kft. és alvállalkozói által az M47 1331 pályaszámú mozdony korszerűsítésével együtt megvalósított innovációs fejlesztéseket. E fejlesztések eredményeképpen a dízelmotor a hozzáfejlesztett részecskeszűrő segítségével III.A-s károsanyag szintről a por és

szilárd részecskék tekintetében a III. B szintre javult. Elkészült a mozdony rádiós távirányításra fejlesztése is. A Vasútgépészet 2011. 3. számában a cikk végén jeleztük, hogy a mozdony próbaüzeme is befejeződött. Jelen írásunkban összefoglaljuk a próbaüzem fontosabb pillanatait és a Nemzeti Közlekedési Hatóság megbízásából a BME Közlekedésautomatikai Tanszékén elvégzett illesztőegység vizsgálat főbb megállapításait is.

A próbaüzem

A Nemzeti Közlekedési Hatóság Ütügyi, Vasúti és Hajózási Hivatal a KU/VF/727/4/2011 számon kiadott végzésében elrendelte az M47 1331 psz. tolatómozdony rádiós típusvizsgálati próbaüzemét. A dokumentumban a próbaüzem 2011.04.18-tól 2011.07.18-ig lett meghatározva. Mivel a mozdonyvezetői képzést csak május hónapban tudtuk elkezdni, így a mozdony tényleges pró-



1. ábra Az M47 1331 rádiós üzemmódban tolat Dunaújvárosban

Figure 1. The M47 1331 in radio mode works in Dunaújváros

Fotó: Kovács Károly

baüzeme május 16-án kezdődött meg, amikor is a tolatószolgálatot rádió távirányítással végezték.

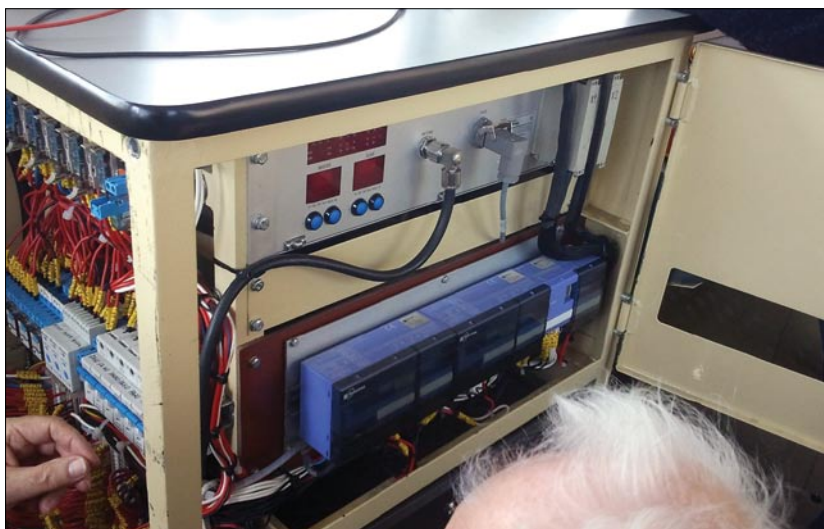
2011. július hónapban az NKH a próbaüzemet 2011.08.31-ig meghosszabbította.

A próbaüzem helyszínének Dunaújváros állomás II. tartalék (TTA: 3131) lett kijelölve.

A mozdonyvezetők képzése május 2-án kezdődött, a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. által elfogadott Képzési Utasítás alapján. A képzésben 8 fő vett részt,

akik május 13-án sikeres műszaki vizsgát tettek. A műszaki vizsga 15 kérdéses teszt rendszerű vizsga volt, a kérdések a rádió távirányításos tolatómozdony kezelési utasítás és az ideiglenes végrehajtási utasítás anyagából lettek összeállítva.

Augusztus hónapban folytatódott a mozdonyvezetők képzése, akik a pályavasúttal történt egyeztetés után megkezdtek a felügyelet alatti munkavégzést az állomási vonali tolatásvezetők mellett. A felügyelet



2. ábra Az illesztőegység helyszíni vizsgálata

Figure 2. Interface module for phasing radio control and traditional Voith power control

Fotó: Kovács Károly

alatti szolgálatok befejeztével vizsgát tettek az Állomási Végrehajtási Utasításból. Ezzel az utolsó mozzanattal befejeződött a mozdony-tolatásvezetői képzés.

A próbaüzem kezdetétől mindösszesen 67 szolgálat esett ki, melynek oka a következők voltak:

- hó közti vezénylesből adódóan típus ismerettel rendelkező dolgozó hiánya;
- indokolatlan túlóra növekedés elkerülése;
- mozdony revízió és garanciális javítások;
- két esetben kezelési hiányosság.

I. Üzemórák alakulása

Az üzemórák alakulását a próbaüzemi naplóról készült másolat tartalmazza, amely a beszámoló mellékletét képezi.

A próbaüzemi napló „Idő” oszlopa a rádió távirányításos üzemben effektíven töltött időt szolgálatonként, míg az „Összes üzemidő” oszlop a mozdony összes üzemidejét göngyölítve tartalmazza.

05.16. – 05.31. között

A próbaüzem kezdetén az állomás elegyforgalma jóval az átlagos forgalom alatt volt, amit az üzemórák alacsony értéke is mutat. Ezen kívül az éjszakai szolgálatok alacsony óraszámjai az állomási technológia adottságaiból következnek (a személyzet éjfél után M62 típusú mozdonyral folytat Dunaújváros Kikötői kiszolgálást).

06. 07. – 06.30. között

Az állomási munkaterv némiképpen változott májushoz képest, de az éjszakai szolgálatok továbbra is csak éjjelre kerültek megrendelésre. A javítások miatt június hónapban az üzemidő arány valamelyest romlott május hónaphoz képest.

07. 01. – 07.31. között

Júniushoz képest egy hosszabb kieső időtől és néhány szolgálattól eltekintve a mozdony folyamatosan üzemelt távirányítással.

08. 01. – 08. 29. között

A rádió-távirányításos üzem folya-

matosságát tekintve a legsikeresebb hónap. Igaz, hogy a próbaüzem 08.31-ig volt meghatározva, azonban a mozdonyt revízió miatt 08.29-én Székesfehérvárra kellett vinni. E naptól a mozdony már nem üzemelt távirányítással, tehát ez a nap tekinthető akár a próbaüzem befejező napjának is. A vizsgált időszak végéig négy szolgálat kivételével folyamatosan üzemelt a mozdony.

A mozdony rádió távirányítással megközelítőleg átlagosan 4,76 üzemórát töltött naponta.

2. Tapasztalatok a rádió távirányításos üzembről

2.1. Általános tapasztalatok

A mozdony a vizsgált időszak alatt – rádió távirányítás szempontjából – megbízhatóan üzemelt.

A személyzet a mozdony kezelését hamar elsajátította, a kezeléshez szükséges mozdulatok kezdenek beidőződni, az egyes kapcsolók működtetése rátekintés nélkül is megy.

A személyzet hozzáállása a rádió távirányításos üzemhez minden szempontból pozitív, folyamatosan tájékoztatnak a mozdony állapotáról, a távirányításos üzembről, valamint a későbbiekre vonatkozólag építő jellegű ötletekkel szolgálnak.

2.2. A mozdony működésével kapcsolatos tapasztalatok

A próbaüzemet befolyásoló megfigyelés nem volt.

Két alkalommal történt olyan jellegű probléma, hogy kb. 400 m távolságra lévő mozdony megállt, és csak a kezelőkészülék ki-be kapcsolása után volt irányítható.

Szintén két alkalommal beüzemelési gondok adódtak, de a kezelőkészülék többszöri ki-be kapcsolásával a hiba megszűnt, valamint két alkalommal kezelési hiányosság miatt (távirányítón lévő vészgomb leütött állapota nem került ellenőrzésre) a mozdony hagyományos üzemben dolgozott.

A mozdonyvezetők az üzemeltetés során az alábbiakat tapasztalták, melyekre a további üzembiztos üzemgarantálása végett a kivitelezőknek módosításokat kell végezni:

- az akkumulátorok kapacitása. Egy-egy szolgálatban általában 2–5 órát bírnak ki folyamatos üzemben. Az akkumulátorok kisütése, feltöltése rendkívül rövid idő alatt megtörténik, ez kb. 1–1,5 óra. Mivel a rendelkezésre álló leírásokban a feltöltési időre vonatkozó adat nem szerepel, nem lehet megítélni, hogy ez a feltöltési idő üzemzerű-e vagy sem.

- Az akkumulátortöltő csak a főkapcsoló bekapcsolt állapotában működik, egy kikapcsolás és visszakapcsolás alkalmával a töltő az akkumulátor kisütésével kezdi az üzemeltetést. A töltőben maradt akkumulátort (még ha teljesen feltöltött állapotban is van), kisüti, majd elkezdi a töltést. Ez a folyamatos távirányításos üzemben fennakadást jelenthet.

Megoldási javaslat: szükséges lenne megvizsgálni a töltő berendezést, NiCd akkumulátorok helyett Li akkumulátorok alkalmazása, fix töltő a mozdonyfelvigyázói helységben és egy harmadik akkumulátor alkalmazása, vagy az akkumulátortöltő közvetlenül a mozdony akkumulátorára kapcsolása, biztosítva a töltőn a folyamatos feszültséget.

- A hosszú szerelvények levegős feltöltése. A légsűrítő szállító teljesítménye a rádió távirányításos üzemhez kevés, mivel feltöltés alatt a főlégtartó nyomás 6 bar alá esik, ami a távirányítás kikapcsolását eredményezi.

Megoldási javaslat: magas üresjárat kapcsolásának lehetősége a távirányító készülékről.

- Kezelőkészüléken elhelyezett kapcsolók közel vannak egymáshoz, előfordul, hogy egy-egy kapcsolót véletlenszerűen működtetnek. Ez különösen hideg időben,

kesztyűben jelenthet problémát, különösen igaz ez a hajtómű fék kapcsolóra, mely a kiegészítőfék kapcsoló alatt van, és a kikapcsolt állása az előre billentett állás.

Megoldási javaslat: kezelőkészülék kapcsolóinak más elrendezése:

- éberségi kapcsolóra nincs szükség, mivel távirányításos üzemben bármely kapcsoló működtetése az éberségi nyugtázását is eredményezi
- hidrodinamikus fék kapcsolójának áthelyezése
- a légkürt mellett a légsíp kapcsolásának lehetősége a kezelőkészülékről.

- A mozdony oldalára szerelt távirányításos üzemeltetési jelző fény nappal szinte egyáltalán nem látszik, sötétben is csak közelebbről érzékelhető.

Megoldási javaslat: sárga villogó fény alkalmazásának lehetőségét vizsgálni.

- A rendelkezésre álló sebességhatárok bővítése elősegíti a biztonságos tolatást mellékvágányokon, csökkentett sebességgel járható vágányokon, ipartelepi vágányokon, alkalmazása vonatok összetolásánál növeli a biztonságot, biztosítja az összetolás folyamatosságát, és elkerülhető a sebesség túllépés.

Megoldási javaslat: a 25 és 40 km/h sebességhatárok bővítése 5 és 10 km/h beállítási lehetőséggel. Amennyiben a sebesség beállítása kialakítható a kezelőkészüléken, rugalmasan lehetne alkalmazkodni egyes tolatási feladatokhoz.

- A 20 másodperces éberségi felhívás lassú mozgásoknál zavaró.

Megoldási javaslat: vizsgálni, hogy az üzembiztonság megtartása mellett a két éberségi felhívás közötti idő megnövelhető-e.

- A botláskapcsoló reakcióideje hosszú.

Megoldási javaslat: vizsgálni, hogy az üzembiztonság meg-

tartása mellett a botláskapcsoló reakcióideje rövidíthető-e.

- A mozdony főkapcsolójának a kulcsa egyezik az asztal kiválasztó (távirányítás bekapcsoló) kulccsal.

Megoldási javaslat: a mozdony főkapcsolójának cseréje más típusú kulcsos kapcsolóra.

- A távirányító készüléket tartó hám csatjai műanyagból készültek, nagyon sérülékenyek.

Megoldási javaslat: igénybevételt jobban bíró csatok alkalmazása.

3. Összefoglalás

A biztonságos és gazdaságos tolatási műveletek iránti igény lehetővé tette, hogy a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. innováció keretében elindítsa a rádió távirányításos tolató mozdony projektjét.

A rádió távirányításos mozdonyok hazai alkalmazásának létjogosultságát számos külföldi példa igazolja. Rádió távirányítással végzett tolatások nagyban növelik a tolatás biztonságát, alkalmazásával drasztikusan csökkenthető a tolatási balesetek száma, ezáltal csökken a baleseti károk összege is, ami a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. anyagi helyzetét tekintve, jelentős megtakarítást eredményezhet.

E néhány mondatos bevezető után tekintsük át az M47 1331 pályaszámú tolatómozdony rádió távirányításos próbaüzemét.

2011. május 16-án új korszak nyílt a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. életében. A kezdeti akadályokat leküzdve (személyzet orvosi vizsgálata, képzés, vizsgáztatás), megkezdődött a rádió távirányításos próbaüzem. A mozdony személyzetén már a képzés alatt tapasztalható volt az érdeklődés. Az előadásokon aktívan vettek részt, igyekeztek minél előbb elsajátítani az ismereteket. A próbaüzem alatt folyamatos tájékoztatást kaptak a mozdonyról, sok hasznos ötlettel is előálltak. Kijelenthető, hogy minden dicsőretet megérdemelnek a próbaüzem alatt végzett munkájukért. A kezdeti időszakban elsődleges

szempont a kezelőkészülék használatának elsajátítása volt. Kérés volt a személyzet felé, hogy kezdetben a mozdony vezetőállásáról távirányítsák a mozdonyt, megfigyelve a vezetőálláson lévő műszereket, így megtapasztalva azt, hogy egy-egy rádió távirányítással kiadott parancsra milyen módon reagál a mozdony (pl. egy fékezési impulzusra mekkora fékhengernyomás alakul ki).

Örömmel kijelenthető, hogy a kezelő készülék használatát a vártnál gyorsabban elsajátították, megismerték, és nem sokára már ténylegesen „távirányítottak”.

A próbaüzem három és fél hónapja problémamentesen lezajlott. Komolyabb, próbaüzemet befolyásoló meghibásodás nem fordult elő.

Adáskimaradás a kezelőkészülék és a fedélzeti egység között nem volt. Jellemző hibát, inkább problémát az akkumulátor töltöttségi szintje jelentette. Ez egyes esetekben lassította a tolatási munkafolyamatot, de fennakadást csak egyszer okozott, amikor 150 percen keresztül hagyományos üzemmódban kellett dolgozni (06.12).

Próbaüzemi időadatok

Mozdony üzemmórá számláló állása a próbaüzem kezdetén:	243,5
Távirányításos üzemben töltött idő:	514:52:00
Mozdony üzemmórá számláló állása a 09.04.-én:	1075,3
Mozdony üzemmórá a próbaüzem alatt:	831:48:00
Mozdony üzemmórá:	831,8
Százalékos arány:	61,90%

A Nemzeti Közlekedési Hatóság Ütügyi, Vasúti és Hajózási Hivatal a KU/VF/727/4/2011 számon kiadott végzésében előírt 50%-os üzemidőt teljesítettük.

A próbaüzemi naplót a tervező *Surányi Sándor* jelenlétében 2011.09.02-án *Farkas Attila* lezárta, majd további felhasználásra átadta.

Összességében elmondható, hogy a mozdony az NKH által előírt felté-

teleket teljesítette, rádió távirányítás szempontjából a próbaüzem sikeresen zárult.

Rádió-távirányítás illesztőegységének biztonsági minősítése

I. Előzmények

A Nemzeti Közlekedési Hatóság a végleges típusengedély megadását nemcsak az előzőekben bemutatott próbaüzem sikeres elvégzéséhez kötötte, hanem előírta a rádiós üzemmód és a hagyományos üzemmód közös elemének az ún. illesztőegységnek a biztonsági minősítését is, mivel az illesztőegység befolyásolja a közlekedés és a működés biztonságát. Az ehhez szükséges vizsgálatok elvégzésével a MÁV-TRAKCIÓ Zrt. az NKH előzetes egyetértése alapján a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésautomatikai Tanszékét (BME KAUT) bízta meg.

Az illesztőegység biztonsági minősítésénél (biztonságigazolásának értékelésénél) az értékelő az MSZ EN 50129 szabvány előírásait vette alapul. A szabvány alapvetően az elektronikus biztosítóberendezések és más biztonsági célú elektronikai rendszerek – a teljes rendszer, és azon belül a hardver – jóváhagyásának és elfogadásának feltételeit határozza meg, előírásai azonban értelemszerűen alkalmazhatók és a gyakorlatban kiterjedten alkalmazottak a biztonságreleváns jelfogós vagy hibrid rendszerek biztonsági minősítése során is.

A biztonságigazolás egyik legfontosabb eleme a tervező GanzPlan Hungary (GPH) Kft. által készített, a vizsgált rendszerre vonatkozó hibahatás elemzés. Ennek elkészítéséhez az értékelő módszertani segítséget nyújtott a tervezőnek.

A tervező az értékelés céljára elkészítette a hibahatás elemzését tartalmazó Biztonságtechnikai leírás az M47 1331 pályaszámú rádió-távirányítással ellátott mozdonyhoz c.

dokumentum első változatát, amelyet az értékelő észrevételei alapján több alkalommal javított. Hasonló volt a helyzet a leíráshoz mellékelt elvi kapcsolási rajzokkal és a Kezelési, vizsgálati és karbantartási utasítás c. dokumentummal is.

2. Az értékelés alapja

Az illesztőegység értékelését a BME Közlekedésautomatikai Tanszéke a berendezésre vonatkozó dokumentumok alapján, továbbá a tervezővel és gyártóval folytatott műszaki megbeszélések, valamint a beépített illesztőegység helyszíni szemléi alapján végezte.

Az illesztőegység értékelése során a következő dokumentumokat kellett figyelembe vennie az értékelőnek:

- hatósági átalakítási és próbaüzemi engedélyek,
- a rádióval kapcsolatos dokumentumok, tanúsítványok, nyilatkozatok,
- a beépített alkatrészek specifikációi (megszakítók, jelfogók, tápegység stb.),
- tervezői nyilatkozatok,
- a rádiós távirányításra vonatkozó feltétlfüzet,
- a tervező által készített biztonságtechnikai leírás, valamint a kezelési, vizsgálati és karbantartási utasítás,
- elvi kapcsolási rajzok, illetve a hibahatás elemzéshez tartozó elvi rajzok.

A dokumentumok képezték a vizsgálatok alapját, de a tervezővel és gyártóval végzett műszaki megbeszélések során is sok fontos információhoz jutott az értékelő. Ezenfelül a műszaki megbeszélések, egyeztetések révén az értékelő is tudott módszertani útmutatást adni a biztonságtechnikai leírás elkészítéséhez.

A dokumentumok vizsgálatát, illetve a műszaki megbeszéléseket hatékonyan egészítették ki a helyszíni szemlék, amelyek során az értékelő újabb szempontok alapján vizsgálhatta meg az illesztőegység alkalmasságát (2. ábra).

3. Az illesztőegység biztonsági minősítése

Az értékelés során alapul vett MSZ EN 50129 szabvány előírásainak megfelelően valamely rendszer biztonságának igazolása egy ún. Biztonsági Ügy (Safety Case) keretében történik. Ennek legfontosabb fejezetei a következők:

- Minőségfelügyeleti Jelentés,
- Biztonságfelügyeleti Jelentés,
- Műszaki Biztonsági Jelentés, benne:
 - A konstrukció áttekintő leírása,
 - A helyes funkcionális működés bizonyítása,
 - A hibák hatása,
 - Működés külső behatások mellett,
 - Biztonságorientált alkalmazási feltételek,
 - Biztonsági minősítési próbák.

3.1. Minőségfelügyelet és Biztonságfelügyelet

A Minőségfelügyeleti Jelentésben be kell mutatni, hogy a rendszer teljes életciklusa során milyen tartalmi és szervezési intézkedésekkel érik el, ellenőrzik és tartják meg a szükséges minőséget. A cél a hibás emberi tevékenységből eredő szisztematikus hibák kizárása, vagy legalább valószínűtlenné tétele. A minőségbiztosítással és annak dokumentálásával szemben támasztott követelményeket a szabvány a rendszer biztonságintegritási szintjétől függően határozza meg.

A Biztonságfelügyeleti Jelentésben be kell mutatni, hogy a rendszer teljes életciklusa során milyen módon érik el, ellenőrzik és tartják meg a szükséges biztonságot. Ez azt jelenti, hogy a biztonság tervezésével és megvalósításával kapcsolatos intézkedések, a létesítés, üzemeltetés, karbantartás valamennyi fázisára vonatkozóan, kielégítően és követhetően dokumentáltak kell legyenek.

A vizsgálandó egység részrendszer jellegét, valamint a fejlesztés és kivi-

telezés körülményeit tekintve önálló, formális Minőségfelügyeleti Jelentés és Biztonságfelügyeleti Jelentés készítését és a tervezőtől, illetve a gyártótól való bekérését az értékelő nem tartotta szükségesnek.

A Tervezői nyilatkozat és a Gyártóműi nyilatkozat, valamint az elkészült Kezelési, vizsgálati és karbantartási utasítás megfelelő tartalom esetén helyettesítheti a formális Minőségfelügyeleti Jelentést illetve Biztonságfelügyeleti Jelentést.

3.2. Műszaki Biztonsági Jelentés

A Műszaki Biztonsági Jelentésben a Minőségfelügyeleti Jelentésre és a Biztonságfelügyeleti Jelentésre, illetve az azoknak megfeleltethető dokumentumokra építve kell a rendszer funkcionális és műszaki biztonságát igazolni. Különösen fontos a funkcióigazolásban annak bemutatása, hogy a rendszer hiba- és zavarmentes állapotban valamennyi specifikált funkcióját teljesíti.

A hibahatásokkal kapcsolatban igazolni kell, hogy a rendszer bármely elképzelhető meghibásodás vagy külső hatás esetén biztonságosan reagál.

A Műszaki Biztonsági Jelentés bevezető részében kell hogy szerepeljen a konstrukció áttekintő leírása, beleértve azoknak a biztonsági alapelveknek az összegzését is, amelyekre a biztonságot alapozzák illetve annak egyértelmű megadását, hogy a rendszer melyik részétől várják el a biztonsági jellegű viselkedést.

A helyes funkcionális működés bizonyítása során azt kell bemutatni, hogy a rendszer vagy a berendezés meghibásodás és zavartatás nélküli állapotban mind a definiált rendszer- és biztonsági követelményeket, mind az előírt funkciókat teljesíti.

Az értékelő rendelkezésére bocsátott dokumentumok együttesen tartalmilag megfeleltek az előbbi két pont követelményeinek.

A *hibák hatása c. fejezetben* azt kell bemutatni, hogy a speciális biz-

tonsági követelmények, beleértve a kitűzött biztonsági célokat is, hogyan teljesültek. A fejezet részei:

- az egyszeres hibák veszélytelensége,
- az egységek függetlensége,
- az egyszeres hibák észlelése,
- az észlelést követő eljárás (beleértve a biztonságos állapot megőrzését is),
- a többszörös hibák feltárása,
- a szisztematikus hibák elleni védekezés.

Mindenképpen el kell érni azt, hogy a rendszer (alrendszer, berendezés) bármilyen lehetséges egyszeres, véletlenszerű hardver hiba fellépése ellenére biztonságos maradjon. Ez az alapelv, az ún. hibabiztos viselkedés (fail-safety) elve, amelyet a vasútbiztosító technikában való meghatározó jellegű alkalmazása alapján biztosító-berendezési értelemben vett biztonságos viselkedésnek is szoktak nevezni. A hibabiztos viselkedés elve több különböző módon is megvalósítható. Ezek közül a vizsgált illesztő egység mint jelfogós rendszer számára a következők lehetnek relevánsak:

- Biztosítóberendezési értelemben vett reaktív biztonság (Reactive fail-safety). Ennél a módszernél megengedhető, hogy egyetlen egység lárson el valamely biztonságorientált funkciót, feltéve, hogy ezen egység biztonságos működése bármely veszélyes hiba gyors felderítése és negációja (a kimenetek lekapcsolása) révén biztosítható;
- Belső tulajdonságokon alapuló (inherens) biztonság (Inherent fail-safety). Ennél a módszernél szintén megengedhető, hogy egyetlen egység lárson el valamely biztonságorientált funkciót, feltéve, hogy ezen egység lehetséges meghibásodási módjai nem veszélyesek. Bármely, például valamely benne rejlő és el nem veszíthető fizikai tulajdonság miatt kizárhatónak feltételezett meghibásodási mód ilyen jellegét megfelelő eljárással igazolni kell.

Az egyszeres hibák veszélytelensége és észlelése, valamint az észlelést követő eljárás témakörét a Hibahatás elemzés révén lefedi a Biztonságtechnikai leírás.

A többszörös hibák feltárására irányuló módszerek alkalmazásának szükségessége abban az esetben merül fel, ha az elemzés során figyelembe veendő egyszeres hibák valamelyike az előírt időn belül nem tárható fel. A vizsgálat szempontjából több egyidejű, egymástól független, de egyenként detektálható hiba nem számít többszörös hibának.

Mivel a vizsgált rendszer figyelembe vett hibái – néhány nem releváns kivétellel – a hibahatás elemzés szerint vagy automatikusan, vagy az előírt időközönkénti vizsgálatokkal detektálódhatnak, többszörös hibákkal nem kell számolni.

Az egységek függetlensége több egységből álló, különösen többcsatornás elektronikus rendszereknél értelmezhető követelmény, így az illesztő egység esetében az értékelő ezt nem vizsgálta.

A szisztematikus hibák elleni védekezés alkalmazott módszereit a tervező különállóan nem mutatja be, így még inkább kiemelt szerep jut a minőség- és biztonságfelügyelet keretében általában alkalmazott illetve alkalmazandó módszereknek, eljárásoknak.

A *Működés külső behatások mellett c. fejezetben* azt kell bizonyítani, hogy a rendszer a Rendszer Követelményspecifikációban meghatározott külső behatások esetén is folyamatosan kielégíti a specifikált működési és biztonsági követelményeket.

Az értékelő véleménye szerint a tervező az általa betervezett, a mozdonyokon többnyire általánosan alkalmazott alkatrészek és részegységek mellékelt specifikációi és a vonatkozó tanúsítványok révén megfelelően igazolta a fenti követelmény teljesítését.

A *Biztonságorientált alkalmazási feltételek című fejezetben* kell megadni azokat az előírásokat, amelyeket a

rendszer alkalmazásánál figyelembe kell venni.

Az értékelő véleménye szerint a Kezelési, vizsgálati és karbantartási utasítás megfelelően határozhatja meg a biztonságorientált alkalmazási feltételeket.

A *Biztonsági minősítési próbák című fejezetben* az üzemi körülmények között lebonyolított próbák megtörténtét kell igazolni. A próbák során meg kell győződni arról, hogy a rendszer teljesíti a meghatározott üzemi, megbízhatósági és biztonsági követelményeket. Ezek a próbák a rendszer iránti bizalom növelését szolgálják, önmagukban nem tekinthetők a biztonság elegendő bizonyítékának.

Az értékelő véleménye szerint a próbaüzem a követelmények teljesítésének meggyőző bizonyítékát adta.

4. Összefoglalás

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésszármaztatási Tanszéke mint független értékelő, a MÁV-TRAKCIO Zrt. megbízása alapján elvégezte az M47 1331 pályaszámú dízelmozdony rádió-távírányítás illesztő egységének biztonsági szempontból történő minősítését.

A rendelkezésre álló dokumentumok vizsgálata, a helyszíni szemlék és a próbaüzem tapasztalatai alapján

- a rendszer funkcionálisan teljesíti az előírt követelményeket, továbbá
- a biztonságot közvetlenül veszélyeztető tervezési vagy kivitelezési hiba nem merült fel.

Az illesztő egység fentiek szerinti, biztonsági szempontból történő minősítése szokatlan, új feladatot jelentett a tervezőnek. A folyamat így számos, a későbbiekben is hasznosítható tanulsággal járt valamennyi résztvevő számára.

A tanulságok legfontosabbika, hogy a biztonságigazolási szempontokat már a tervezés során figyelembe kell venni, a biztonság nem egy utólag a rendszerhez adható „adalék”.