



A BKV Zrt. által az M3 metróvonal járműparkjának korszerűsítéssel egybekötött felújítása tárgyban megvalósított projekt független szakértői vizsgálata

II. Műszaki szakértői vizsgálati rész

Második, kiegészített változat.

A BME VIKING Nonprofit Zrt. megbízásából közreműködő szakértők:

**Dr. Majorosné Dr. Lublós Éva, Dr. Csiba József, Dr. Popovics László,
Németh István, Pfeilmayer Zsolt, Károlyi Gergő**

és Ferencz Péter

Készült: Budapest, 2020.09.18.



Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----------|
| 1. Bevezetés | 6 |
| 2. Vizsgálati módszerek | 6 |
| 3. Általános megállapítások..... | 8 |
| 4. Az 1. műszaki jellegű kérdés | 10 |
| 4.1. Általános válasz | 10 |
| 4.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 10 |
| 4.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások | 11 |
| 4.4. Megjegyzések, javaslatok | 11 |
| 5. A 2. műszaki jellegű kérdés..... | 12 |
| 5.1. Általános válasz | 12 |
| 5.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 12 |
| 5.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások | 13 |
| 5.3.1. A műszaki specifikáció követelményeinek értékeléséről | 13 |
| 5.3.2. A specifikáció műszaki tartalmáról és megfeleléséről | 14 |
| 6. A 3. műszaki jellegű kérdés..... | 16 |
| 6.1. Általános válasz | 16 |
| 6.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 16 |
| 6.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások | 17 |
| 6.3.1. A berendezések és a korszerűsítés tekintetben - általános vasútgépész szemlélet szerint..... | 17 |
| 6.3.2. Általános megállapítások | 18 |
| 6.3.3. Konstrukció és beépített rendszerek | 19 |
| 6.3.4. Utaskényelmi berendezések | 26 |
| 6.3.5. A járművezető kényelme | 31 |
| 6.3.6. A felhasznált anyagokról | 32 |
| 6.3.7. A kivitelezés minőségéről | 36 |
| 6.4. Megjegyzések, javaslatok | 40 |
| 7. A 4. műszaki jellegű kérdés..... | 41 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 7.1. | Általános válasz | 41 |
| 7.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 41 |
| 7.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 41 |
| 7.4. | Megjegyzések, javaslatok:..... | 45 |
| 8. | Az 5. műszaki jellegű kérdés | 47 |
| 8.1. | Általános válasz | 47 |
| 8.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 47 |
| 8.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 47 |
| 8.3.1. | Padlólemez – Korróziós góccok | 47 |
| 8.3.2. | Inverter felfüggesztés – korróziós góc | 48 |
| 8.3.3. | Szellőzés kialakítása – korróziós góc..... | 49 |
| 8.3.4. | Tűzvédelmi akadály hiánya | 49 |
| 8.3.5. | BKV által azonosított sorozathibák | 51 |
| 8.3.6. | Fűthető külső visszapillantó tükör hiánya | 51 |
| 8.4. | Megjegyzések, javaslatok | 51 |
| 9. | A 6. műszaki jellegű kérdés..... | 53 |
| 9.1. | Általános válasz | 53 |
| 9.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 53 |
| 9.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 53 |
| 9.4. | Megjegyzések, javaslatok | 56 |
| 10. | A 7. műszaki jellegű kérdés..... | 57 |
| 10.1. | Általános válasz..... | 57 |
| 10.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 57 |
| 10.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 57 |
| 10.3.1. | Gömbtányérok sérülése..... | 58 |
| 10.3.2. | Utastéri ülések ülésvázának repedései..... | 58 |
| 10.3.3. | Akkumulátorok gyors lemerülése, kapacitásvesztése | 58 |
| 10.3.4. | Reaktív támrúd szilentblokk egység..... | 59 |
| 10.3.5. | Inverter felfüggesztés | 59 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 10.3.6. | Korróziós hibák..... | 59 |
| 10.4. | Megjegyzések, javaslatok | 59 |
| 10.4.1. | Az MWM hozzáállása a garanciális javításokhoz | 59 |
| 11. | A 8. műszaki jellegű kérdés..... | 61 |
| 11.1. | Általános válasz..... | 61 |
| 11.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 61 |
| 11.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 61 |
| 11.4. | Megjegyzések, javaslatok | 63 |
| 12. | A 9. műszaki jellegű kérdés..... | 64 |
| 12.1. | Általános válasz..... | 64 |
| 12.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 64 |
| 12.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 64 |
| 12.4. | Megjegyzések, javaslatok: | 65 |
| 13. | A 10. műszaki jellegű kérdés..... | 66 |
| 13.1. | Általános válasz..... | 66 |
| 13.2. | Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása | 66 |
| 13.3. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 66 |
| 13.4. | A folyásnyomok vizsgálata..... | 74 |
| 14. | A 11. műszaki jellegű kérdés..... | 77 |
| 14.1. | Általános válasz..... | 77 |
| 14.2. | Vizsgálati eredmények és megállapítások..... | 77 |
| 15. | A 12. műszaki jellegű kérdés..... | 80 |
| 15.1. | Általános válasz..... | 80 |
| 15.2. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 80 |
| 15.2.1. | Módszer és tapasztalatok | 80 |
| 15.2.2. | Előfordulási valószínűség..... | 82 |
| 15.3. | Megjegyzések, javaslatok | 85 |
| 16. | A 13. műszaki jellegű kérdés..... | 86 |
| 16.1. | Általános válasz..... | 86 |
| 16.2. | Vizsgálati eredmények, megállapítások | 86 |

| | | |
|--------------------------|--|-----------|
| 16.2.1. | Általános megjegyzések a javítási technológiához | 86 |
| 16.2.2. | A korrózió okainak feltárása | 87 |
| 16.2.3. | A javítási technológia értékelése | 89 |
| 16.3. | Megjegyzések, javaslatok | 91 |
| 16.3.1. | Javaslatok az alkalmazott javítási és egyéb biztosítási technológiákkal kapcsolatban | 91 |
| 16.3.2. | A jármű üzembiztonsága és élettartama | 93 |
| Mellékletek | | 94 |

1. Bevezetés

A BKV Zrt. és a BME VIKING Zrt. között 2020. júniusában létesített szerződéses jogviszony tárgya „a BKV Zrt. által az M3 metróvonal járműparkjának korszerűsítéssel egybekötött felújítása tárgyban megvalósított projekt független szakértői vizsgálata”. A vizsgálatba a BME VIKING Zrt. vezetése bevont szakértőket, akik kifejezett szakmai területe a témához kapcsolódik. A vizsgálatban részt vettek egyetemi vasúti járművek és jármű-rendszeranalízis témájában dolgozó, valamint gazdasági elemzésekre specializált, illetve jogi szakterületi szakértők egyaránt. A vizsgálatot a BME VIKING Zrt. munkatársai és szakértői a megadott határidőre (szerződés szerint hatvan nap alatt) és feltételek mellett elvégezték, a megrendelő BKV Zrt. kifejezetten gondos és hatékony együttműködésével.

A szerződés (eljárás száma: BKV Zrt. T-22/20) 2. sz. melléklete, a Műszaki leírás rögzíti azok kérdéseket, melyet a szolgáltatás nyújtás során kellő gondossággal szükséges megválaszolni. A feladat tehát a „az M3 metróvonalon közlekedő metrókocsik METROWAGONMASH Nyrt. általi felújításához kapcsolódóan felmerült közbeszerzési, jogi, pénzügyi és műszaki kérdések meghatározott szempontrendszer alapján történő objektív és független vizsgálata”. A felsorolt kérdések három csoportra, jogi, műszaki és gazdasági kérdésekre tagozódnak. Jelen felülvizsgálati eredményeket összegző dokumentum ezen kérdésekre adott szakértői válaszokat tartalmazza.

2. Vizsgálati módszerek

A műszaki jellegű kérdések megválaszolása, a témakörök vizsgálata során a vizsgálatot végzők törekedtek az egyszerű, közérthető és tárgyilagos, tényekre támaszkodó megállapítások rögzítésére. Hatvan naptári nap állt tehát rendelkezésre a biztosított nagy terjedelmű projekt dokumentáció áttekintésére, az adatrendszer megismerésére, a járművek beszerzéséhez köthető folyamatok megismerésére, a kérdésekre adandó válaszok kialakítására.

A válaszadás során kialakult a megvalósult járműkialakítás konstrukció, a kivitelezés minősége, a fenntartás feladatainak, és a már kezelt és felismert anomáliák bírálata. Bizonyos szükséges esetekben javaslatok megfogalmazása vált célszerűvé, melyek felölelnek egyszerűbb konstrukciós módosításokat, fenntartási intézkedések módosítására adott javaslatokat, további lehetséges vizsgálatok elvégzését, törekedve az üzem specialitásainak és a javaslattevők hatáskörének tiszteletben tartására.

A műszaki jellegű kérdések megválaszolása során a vizsgálatra rendelkezésre álló szűk időintervallum főleg vizuális vizsgálatok elvégzésére adott lehetőséget, mely felölte a dokumentáció áttekintését, és négy alkalommal tartott járműszemléket. A járműszemlék helyszíne az M3 metróvonal Kőér utcai járműtelep karbantartó csarnoka volt, mely lehetőséget biztosított a járművek szétszerelés nélküli vizsgálatára. Az első szemlék során hét korszerűsített metrószerelvény vizsgálatára nyílt lehetőség. A teljes felújított flotta 222 egyedéhez viszonyítva ez tehát 42 jármű - 18,9% aránnyal, amely reprezentatív mintavétel. A vizsgálat megkezdésekor megcélzott, a vasúthatósági

gyakorlatban is alkalmazott 10%-os arányt ez kellő mértékben meghaladja. A szállítási terjedelem két részre osztható, a három prototípus szerelvényre (P1, P2, P3 jelűek), valamint a sorozatban készített egységekre (S4 – S37 jelűek). A szemrevételezés során minden prototípus szerelvényt, illetve a széria családból 4 vonatot vizsgáltunk.

Az információgyűjtés további fontos eszközei a személyes interjúk voltak, úgy a Járműműszaki Főmérnökségen, mint a fenntartásban dolgozó kollégákkal az üzemeltetésben, karbantartás telephelyén.

Az adatok és a járműszemlék megismerése során az idő előre haladtával a vizsgálat mindinkább a jármű vázszerkezetére és a konstrukció kialakításában használt szabványrendszerek vizsgálatára fókuszált.

A vázszerkezet hegesztési varratait *külön szakértői jelentés minősíti*, mely során repedésvizsgálati eredmények is összegzettek. A padlószerkezetben alkalmazott anyagok bírálatáról is *külön szakértői jelentés* készült. A műszaki jellegű kérdések nagy csoportja foglalkozik a járművázszerkezet üzem során már jelentkezett jelentős korróziós károsodás témakörével. A végzett szemrevételezés alapján meghatározott különféle valószínűségi értékek kiértékelése is megtörtént. Szükségszerűvé vált egy egyszerű vegyésztechnikai vizsgálat elvégzése is. *A specifikus jelentések és jegyzőkönyvek jelen dokumentum mellékleteiben található.*

A dokumentáció vizsgálatának forrásanyaga rendszerezett, a szolgáltatott anyagok rendszerezett összefoglaló táblázatát az **1. sz. melléklet** tartalmazza. A járműtelepi járműszemléken, a Főmérnökségen megtekintett iratokról, illetve a személyes beszélgetéseken elhangzottak, hivatalos találkozókon felvett emlékeztető feljegyzések mind, mint forrásművek és forrásadatok tekintettek. A gyűjtött forrásadatok e tanulmány külön elektronikus adathordozón létrehozott mellékletét képezik.

Az elvégzett vizsgálatok kulcstechnikája az *összehasonlítás*. Ehhez megfelelő referenciákat kellett keresni, melyek különféle, az egyes kérdéseknél részletezett jogszabályi, műszaki szabályi környezet azonosítását tette szükségessé. A vizsgálatot végzők továbbá indirekt feladatul kapták egy önkényes definíció meghatározását is, mely a korszerűség, a korszerű jármű mibenlétét keresi. A vizsgálatot végzők szemlélete a minőség akár szabványi definíció meghatározása, tehát az érdekelt felek megelégedésének értelmezésén túl a jelenleg hatályos és gyakorlatban alkalmazott műszaki szabványi vonatkozásokat tekintették.

A vizsgálati jelentés ezt követően sorra veszi a műszaki jellegű kérdéseket és az azokra adott válaszokat.

3. Általános megállapítások

Az „OVSZ II” - 18/1998. (VII. 3.) KHVM rendelet- szerint: „A Magyarországon üzemeltetésre kerülő metró járműveket a gyártás helyétől függetlenül úgy kell elkészíteni, használatba adni és üzemben tartani, hogy ezen Szabályzat előírásainak megfeleljenek.” E kritériumrendszer, mint szükséges feltételek rendszere adott és ellenőrzendő egy járműtípus engedélyeztetéséhez, akár korszerűsítéséhez. E kritériumrendszert a projekt terméke, a korszerűsített MWM járműflotta ki- elégíti, a vasúthatóság engedélyét megkapta. A már a termék kialakítása és gyártása során a gyártó által műszaki megfelelés tanúsítására bevont harmadik felet, a Közlekedéstudományi Inté- zet Nonprofit Kft. (KTI) munkatársait, így biztosítva a termék megfelelését.

A gyártó „Metrowagonmash Nyrt.” – MWM, műszaki ajánlatában eredetileg más műszaki tartalommal nyerte meg a jogot szolgáltatásának nyújtására, és a végleges műszaki tartalom az első – P1 járműszerelvény leszállítására, *igen kedvező* változtatásokkal alakult ki.

A szolgáltatás során a jogszabályi környezetben tagadhatatlanul egyidőben tisztázódtak bi- zonyos fogalmak, így a korszerűsítés fogalmköre is. A modern, korszerű kialakításra törekvés ta- gadhatatlanul érzékeltetett.

A megrendelő BKV Zrt. törekedett a szolgáltatásban rejlő maximális előnyös megrendelői hely- zet biztosítására, így a gyártó által a járművek „élettartamának” szerződés módosítások során az eredeti 20 évről 30 évre való megemeltetésére. E törekvés során jelentkeztek azok a gyártói biz- tosítékok, a műszaki tartalom *kedvező értelmű* módosításai, mint a vázszerkezet már első kocsiól teljes újra gyártása, illetve új típusú vontatómotorok beépítése. A gyártó közjegyzői okiratba fog- lalt nyilatkozattal vállalt kötelezettséget az élettartam 30 évben való meghatározására.

A kialakult járműkonstrukció kedvező, általánosságban korszerű, viszont a gyártás minősége sajnos bizonyos esetekben *gondatlan*. E kisebb részt sorozathibákból, nagyobb részt *gyártási gon- datlanságból* származó hibák garanciális bejelentések sorozatát eredményezték. A gyártó által vállalt jótállás időszaka a teljes jármű tekintetben három év, az új vázszerkezetre pedig tíz. Ezen időszak alatt a hibák okainak vizsgálatáért és elhárításáért a gyártó felelős.

Kétségtelenül *a vázszerkezet és csatlakozó elemeihez köthetők a legkedvezőtlenebb* feltárt anomáliák. A vázszerkezetek hegesztési varratainak szemrevételezése szerint megállapítható, hogy a kivitelezés minősége kifejezetten jobb a P1-P3 prototípusokhoz képest a széria járműveken, sőt fokozatosan jobb lett.

Az anomáliák közül is *kimagaslík* a réteges padló szerkezet alj-lemezének korróziós károso- dása, szembeűnő nagy károsodási előre haladási sebessége. Kijelenthető, hogy ezen anomália nem köthető egyetlen gyökérokhoz. A vizsgálati jelentés tartalmazza, hogy a gyors kedvezőtlen padló korrózió jelenségét a bizonyos részeiben nem célszerűen kialakított konstrukciós elemek, az általánosan jelentkező gyártási gondatlanság és egy *katalizátorként fellépő vegyi anyag* is okozza. E vegyi anyag a *klór*, melynek jelenléte minden jármű vázszerkezetének bizonyos pontjain folyá- sokban jelentkezett lerakódások bizonyítanak.

A vizsgálati jelentés felöleli a bizonyos vonatkozó kérdések témaköreiben más berendezések áttekintését, utaskényelmi szempontokat, és a személyzeti kényelmi szempontok értékelését is.

Az „OVSZ II” Metró Jármű Szabályzatának mint legfőbb szabályozás függelékeinek is a jármű műszaki, illetve átalakítási engedély kérelem leírásában maradéktalanul szerepelni kellene. A rendelkezésre bocsátott jármű törzskönyvekben a Szabályzat függelékei csak részben azonosíthatók, illetve más formátumban állnak rendelkezésre.

A törzskönyvek vizsgálata során megállapítható volt, hogy az azokban szereplő iratokon egyoldalúan, a gyártó részéről szerepelnek aláírások (4. műszaki kérdésre adott válaszokban ez látható). A törzskönyvekben aggályosnak tekinthetően szerepel minden vizsgált kocsihoz egy gyártó által aláírt adat, miszerint a „*járművek működésének időtartama húsz év*”. *Aggályosnak és további belső vizsgálatra indokot adónak* tartjuk ennek az okiratnak a létezését, különös tekintettel esetleges jövőbeli jogi igényérvényesítési szándék esetében.

A járművek elérhető élettartama, mint kérdéskör is vizsgálatra került. A gyártó MWM harminc évre vállalt kötelezettséget, persze ennek érvényesítése és biztosítékai más, jogi kérdések megválaszolásában célszerűek. Műszaki szempontok értelmében kijelenthető, hogy a járművek a 30 éves élettartamú üzemet teljesíthetik, azonban a feltárt anomáliák ezt kedvezőtlenül befolyásolják. *Az anomáliák kezelése haladéktalanul szükséges*, különös tekintettel a *padlókorrozió* jelentőségére. Jelen vizsgálati jelentés a lehetséges intézkedésekre is megfogalmaz javaslatokat.

4. Az 1. műszaki jellegű kérdés

Az M3 metróvonal szerelvényeinek felújítással egybekötött korszerűsítésének szabályozott keretek között történő előkészítése, megvalósítása érdekében létrehozásra került-e olyan, a szükséges jogosítványokkal felruházott végrehajtó, irányító, felügyelő projektszervezet, amely biztosította a feladat eredményes, szakszerű végrehajtását?

4.1. Általános válasz

Általános válasz: igen, a projektszervezet kellően strukturált, szakmai kompetenciával bizonnyítottan rendelkező munkatársakkal dolgozott, a projekt.

4.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A vasúti jármű fenntartás fogalomkörében tisztázni szükséges a **korszerűsítés fogalmát**. Nyilvánvaló, hogy műszaki értelemben egy valamilyen alkalmazott megoldás cseréjét jelenti egy újabbra. Gazdasági értelemben pedig egyértelműen beruházáshoz köthető folyamat, mely törvényben is szabályozott, (2000. évi C. törvény, 3. § (4) 8., a „felújításban értelmezetten”):

„8. felújítás: az elhasználódott tárgyi eszköz eredeti állaga (kapacitása, pontossága) helyreállítását szolgáló, időszakonként visszatérő olyan tevékenység, amely mindenképpen azzal jár, hogy az adott eszköz élettartama megnövekszik, eredeti műszaki állapota, teljesítőképessége megközelítően vagy teljesen visszaáll, az előállított termékek minősége vagy az adott eszköz használata jelentősen javul és így a felújítás pótlólagos ráfordításából a jövőben gazdasági előnyök származnak; **felújítás a korszerűsítés is**, ha az a korszerű technika alkalmazásával a tárgyi eszköz egyes részeinek az eredetitől eltérő megoldásával vagy kicserélésével a tárgyi eszköz üzembiztonságát, teljesítőképességét, használhatóságát vagy gazdaságosságát növeli; a tárgyi eszközt akkor kell felújítani, amikor a folyamatosan, rendszeresen elvégzett karbantartás mellett a tárgyi eszköz oly mértékben elhasználódott (szerkezeti elemei előregedtek), amely elhasználódottság már a rendeltetésszerű használatot veszélyezteti; nem felújítás az elmaradt és felhalmozódó karbantartás egyidőben való elvégzése, függetlenül a költségek nagyságától”

E definíció értelmében az eredeti projekt nevében ily módon a „felújítással egybekötött korszerűsítés” *redundáns* kifejezés. Azonban a vasúti járművek tekintetében jogszabályi környezetben található egy újabb, egyszerűbb és pontosító szándékú definíció, a: 31/2010. (XII. 23.) NFM rendelet 2. § 8a pont szerint:

„Jármű korszerűsítés: az a folyamat, amely során a jármű eredeti szerkezeti egységeit új, nagyobb műszaki/üzleti teljesítményű egységekkel helyettesítik.”

E módosítás a rendelet szövegezésébe 2016 áprilisában került bele. E fogalomkör értelmében tehát egy vasúti jármű bármely, illetve minden szerkezeti elemének egyidejű cseréje a felújítás folyamatában, amennyiben az nagyobb műszaki/üzleti” teljesítmény egységgel történik, megvalósítható.

A válasz kialakításához folytatott vizsgálat felölelt: dokumentum vizsgálatot és személyes beszélgetéseket.

Referencia iratként a témában legfontosabb említendő, a „Projektalapító dokumentum 2015.01.09 módosítással” forrás [1].

4.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

A projektszervezet kellően strukturált, a projekt adminisztratív folyamatai jól követhetők. Tételes megállapítások:

- A projektalapító dokumentum hivatalosan felhatalmazza a projektet a meghatározott feladat elvégzésére, ez ehhez szükséges erőforrásokat meghatározza és a projekt rendelkezésére bocsájtja.
- A projekt hatóköre kellően definiált, meghatározza, hogy mit fog megvalósítani, hogy mit kell a projektnek előállítania.
- A projektmenedzsment jól tervezett.
- A projekt kommunikációs szintjei meghatározottak.
- A projektzárási dokumentumok definiáltak, kellő gondossággal előállítottak.

4.4. Megjegyzések, javaslatok

A vizsgálathoz kötött különféle adatszolgáltatási forrásokban tapasztalható bizonyos példákban eltérő verzióban közzétett, de ugyanazon célú iratok. Feltételezhetően az adatszolgáltatás összeállításán dolgozó kollégák nem ugyanazon forrást használhatták. Kijelentendő azonban, hogy a közzétett iratok ilyen jellegű eltérései formai eltérések.

Megállapítható, hogy az iratok tárolása megoszlik: a projekt „működése” idején keletkeztek és a már megkezdett üzemhez köthetők szerint. Ez nem ütközik semmilyen előírásba vagy megállapítható követelménybe, azonban fent említett nehézségeket eredményezheti.

Javasolt az egységes dokumentációs rendszer alkalmazása, egy járműhöz tartozó minden irat digitálisan hozzáférhetővé tétele, egy „PLM - Product Lifecycle Management” jellegű rendszer alkalmazása akár a vállalatirányítási, kifejezetten a minőségirányítási rendszerhez kötötten. Szükséges megjegyezni, hogy az iratok formai meghatározottságában is sokszor hiányzik egységes minőségirányítási rendszerhez köthető formai besorolásuk, definiált formátumuk. Így a verziók követése nehézkes, kiigazodási pontot csupán a keltezés ad.

5. A 2. műszaki jellegű kérdés

Vizsgálja meg, hogy az M3 metróvonal szerelvényeinek felújítással egybekötött korszerűsítése tárgyú közbeszerzési eljárás végleges Ajánlattételi dokumentáció Műszaki leírásában meghatározottak a felújítandó kocsik műszaki adottságait figyelembe véve

- biztosították-e a kor műszaki elvárásainak eleget tevő, korszerű metrójármű kialakítását,
- lehetővé tették-e, hogy annak megvalósítását az MWM-en kívül más, a hasonló jellegű műszaki feladatokra felkészült, abban gyakorlatot szerzett vasúti járműgyártók, illetve vasúti járműjavítók is elvégezhessék?

5.1. Általános válasz

Általános válasz: igen, biztosított volt a korszerű metrójármű kialakításának lehetősége, igaz, bizonyos definíciók egyértelműséget kifejezetten e projekt lefolytatásának ideje alatt nyertek, lmf. 5.2. A közbeszerzési eljárás véleményezésében műszaki célszerűség területén az élettartam költség szemlélet egy részletesebben kibontott modellben alkalmazása hiányolt. Továbbá célszerű lett volna kockázatértékelés alkalmazása az ajánlatadók önértékelésében, mint termék és folyamatok kockázatainak mérlegelésében.

Továbbá a projektdokumentáció semmilyen korlátot nem szab arra, hogy más, hasonló jellegű feladatokra felkészült, abban gyakorlatot szerzett vasúti járműgyártó vagy javító a feladatot ne végezhetné el.

5.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A helyi közforgalmú, a metrójármű esetben bizonyos értelemben elhatárolt üzemű vasutakra vonatkozóan a műszaki követelmények szükséges minimum rendszerét jogszabályban rögzített összehasonlítási alapként az „OVSZ II” adja meg, mely a 18/1998. (VII. 3.) KHVM rendelet - az Országos Vasúti Szabályzat II. kötetének kiadásáról, annak 2 sz. melléklete: a Metró Jármű Szabályzat. Viszont a „korszerű jármű” fogalom nem határozható meg *csupán ennek* alkalmazásával.

A vizsgálatot végzők által tekintett „korszerű jármű” fogalom megadható a minőségirányítási rendszerek, jelen esetben tekintett „MSZ EN ISO 9001:2015 illetve a szabvány család értelmezésében a „**minőség minden érdekelt fél elégedettségét**” jelenti. E szerint a vasúti jármű korszerűsége is minőségének megfelelőségében ölt testet, mely minden érdekelt fél, tehát az utasok, az utazó személyzet, a karbantartás személyzete, stb. elégedettsége tükröz.

A minőség meghatározó szemlélete mellett korszerűség alatt a vasúti jármű tervezése, illetve a korszerűsítés során alkalmazott eszközök tervezése során alkalmazott műszaki előírások vonat-

kozó megfelelését és korszerűségét is tekinteni szükséges. Ebből kifolyólag a vizsgálat során alkalmazott látásmód az összehasonlítási alap az elérhető, bizonyos esetekben akár kötelezően használandó, elsősorban **európai harmonizált szabványok szerint meghatározott**.

5.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

5.3.1. A műszaki specifikáció követelményeinek értékeléséről

A műszaki diszpozíció rendszere jól átgondolt, követhető és ajánlatadó szemszögéből feldolgozható. Műszaki szempontrendszere kifejezetten a helyi üzemi sajátosságokat kiemelő leírás. A már hivatkozott jogszabályban meghatározott szükséges, de nem elégséges feltételeket megadó „OVSZ II”, mint alapot a kiírás műszaki feltétrendszere gondosan kiegészíti.

A lehetséges pályázatok értékeléséhez tartozó súlyrendszer lehetne specifikusabb, célszerűbb. Kifejezetten a vontatómotorok kivitelénél alkalmazott egység, mint szorzóérték csekélynek tűnik. Így kettősség tapasztalható, a kiírás egyszerre határoz meg szigorú követelményeket, ugyanakkor lehetőséget ad arra, hogy a szigorú követelményeknek nem feltétlenül szükséges az előző fejezetben vázolt korszerűséget meghatározó szemlélet (minőség, elégedettség és vonatkozó korszerű szabványok rendszere) mentén kielégíteni. A nyertes pályázó MWM is egy, az egyébként kifejezetten a megrendelőnek kedvező módon megváltoztatott végleges kivittől szignifikáns különbségekkel rendelkező ajánlattal nyert. A különbségre példa a vontatómotorok esete, melyek az MWM nyertes ajánlatában még az eredeti gépek felújításával kalkulált volt.

A kiírás tartalmában továbbá nem hangsúlyos az élettartam, mint fogalom meghatározásának kérdése, ebből kifolyólag vagy emellett nem jelenik meg az „élettartam költség szemlélet (Life-Cycle Cost, LCC)”. Az ajánlatadók nem voltak kötelezettek ajánlatukban egy meghatározott modellrendszer szerint a jármű élettartamára vonatkozó költségek becsült megadására. A „korszerűsítéssel egybekötött felújítás” fontos vonzata a jármű „könyvi értékének” megnövekedése, így vált lehetővé, hogy a nyertes MWM ajánlati műszaki tartalma és a megvalósítás jelentősen eltérhet, amellett nyilván, hogy a hozott műszaki döntések helyesek, de az élettartam vonzataik egyelőre nem meghatározottak.

Az eljárás műszaki diszpozíciója egyértelműen törekszik a kockázatok kiíró szemszögéből és saját hatáskörében végzett értékelése szerinti minimalizálása. A kérdésre választ formálók azonban a korszerű műszaki szolgáltatási pályázatok szükségszerű elemeinek tekintik, ha a pályázók kötelezettek folyamataik és szolgáltatásuk termékét azok kockázatainak mérlegelésével értékelniük. Ez az irányú értékelési szempontrendszer a pályázat rendszerében *nem jelenik meg*, csupán néhány karbantartási teljesítmény célmutató megformálása (így az elvart üzemkészség formálódott meg).

5.3.2. A specifikáció műszaki tartalmáról és megfeleléséről

Az M3 metróvonal szerelvényeinek felújítással egybekötött korszerűsítése tárgyú közbeszerzési eljárás végleges Ajánlattételi dokumentáció Műszaki leírásában meghatározottak biztosították az összeállítás idejében a kor műszaki színvonalának való megfelelés lehetőségét, amelyet a Nemzeti Közlekedési Hatóság, illetve utódszervezete jogszabályi kötelességéből műszaki szempontok szerint vizsgált. Ebből következően, és a felújítandó kocsik műszaki adottságait figyelembe véve, a Műszaki leírásban szereplő korszerűsített, felújított egységekből felépülő járművek sem tekinthetők egyértelműen korszerűtlennek a gyártás időpontjában [1\MWM A) mappa (publikus)\A-8. sz. közbesz. elj. nyilvános részei\II. sz. mappa (1-77) 043 M3 felújítás - AJÁNLATTÉTELI FELHÍVÁS.docx 2-3. oldala.]

A korszerűsítendő szerelvények hat kocsiból állnak, állandó formációs kialakításúak. A 81-717.2K és a 81-714.2K típusú kocsik a szerelvény vezérlő- és közbenső motorkocsijait képezik. A kéttengelyes forgóvázzal felszerelt járművek tervezési sebessége 90 km/h, a vonalra engedélyezett legnagyobb sebesség 80 km/h. A korszerűsítendő metrókocsik teljes mértékben fémvázak kivitelűek, hegesztett szerkezetű külső teherhordó szerkezettel, bevonattal. A metrószerelvény rendszereinek irányítása a vezetőfülkéből történik vezérlőkészülékek segítségével, amelyek a fő vezérlő pulton (irányváltó kapcsoló, vezetői controller, irányítási és tartalék irányítási controller, biztonsági pedál, kikapcsolók, átkapcsolók, gombok és az irányítás egyéb elemei) és a segédpulton megtalálhatók a segédrendszereket vezérlő kiegészítő eszközökkel együtt. A Műszaki leírás alapján a korszerűsített vezérlő motorkocsik komplett elektromos vonóerőkifejtő berendezésekkel rendelkeznek, egyenáramú vontatómotorokkal hajtott végajtóművekkel, a járművek eredeti vezérlési logikájának megtartása mellett felújított, Automata Vonatbefolyásoló Berendezéssel (AVR). A súrlódásos fékrendszer pneumatikus és elektropneumatikus egységekből felépített, amelyek sűrített levegővel történő ellátását olajmentes kompresszor egységek biztosítják. A fékezésor bekövetkező kerékpár megcsúszások megakadályozására a metrókocsik csúszás elleni védelemmel ellátottak. Az utastér belső burkolata világos tónusú, az ajtók és az ülésbetétek eltérő színűek. Az utasülések vandál biztosak, padlóra nem támaszkodó, konzolos kivitelűek. A Műszaki leírás értelmében az utastér mennyezeti kényszerszellőzővel, a vezetőfülke légkondicionáló berendezéssel felszerelt. A kétszárnyú felszállóajtók, zárásának megkezdését a beszorulást megakadályozó, hang- és fényjelzés előzi meg. Az utastéri ablakok, felsőablak részében, eltolható rendszerek. A kocsik közötti átjáró ajtók távvezérlésű retesz-zárakkal vannak biztosítva, amelyet vészhelyzet esetén a járművezető működtet. A vezérlőkocsik homlokfala utasmenekítő ajtóval felszerelt.

Az Ajánlattételi dokumentáció következő pontjai hivatottak biztosítani a kor műszaki elvárásainak eleget tevő, korszerű metrójármű kialakítását:

- A felújítás főbb műszaki tartalma,
- A korszerűsítés főbb műszaki tartalma,
- A korszerűsítéssel egybekötött felújításhoz tartozik, különösen,

- Kapcsolódó eszközszállítások, különösen.

Az imént felsorolt kívánalmak közül a korszerűsített járművek azbesztmentesítése megtörtént, felújítandó kocsiszekrények rossz állapota miatt új szekrények legyártása vált szükségessé, melyekbe új dűbörgésgátló anyagok kerültek beépítésre. A műszaki specifikáció vonatkozó pontjában (1) a pontban említett „az új részegységek beépítéséhez szükséges járműszerkezeti módosítások” elvégzésre kerültek. Ezen módosítások kivitelezésének minőségében, *azonban jelentős minőségbeli eltérések* figyelhetők meg, melyek a helyszíni szemléken dokumentálásra kerültek. Ezen ingadozások a következő műszaki kérdésekre adott válaszokban kerülnek külön részletezésre.

6. A 3. műszaki jellegű kérdés

Az MWM elfogadott végleges Ajánlata alapján felújított járművek - a felújítandó kocsik műszaki adottságait figyelembe véve - megfelelnek-e a mai kor műszaki elvárásainak, úgy

- a korszerűsített, adott esetben új konstrukciójú berendezések,
- a kialakított rendszerek (hajtásvezérlés, fékvezérlés, járműdiagnosztika, utaskommunikáció,
- utastájékoztató, menetregisztrálás, stb.),
- az utaskényelmi berendezések, felszerelések,
- a járművezető munkakörülményei, vezetőfülke kialakítása,
- a felhasznált anyagok (környezetvédelem, tűzvédelem stb.),
- a kivitelezés minősége tekintetében.

6.1. Általános válasz

A metrókocsik valamennyi újonnan gyártott, felújított, illetve korszerűsített szerkezeti egysége, a gyártás, felújítás, illetve korszerűsítés megtörténtének időpontjában eleget tett a kor szükséges és elégséges szintű, de a jelen vizsgálatot végzők által korszerűnek tekintett műszaki színvonal teljes körű értelmezésének nem maradéktalanul. Tény, hogy az elfogadott ajánlat műszaki tartalma és a szolgáltatás kialakult tényleges műszaki tartalma (több szerződésmódosítása nyomán) *kedvezően eltér*. E tény mellett kijelenthető, hogy a jármű nem vívta ki az utasok maradéktalan megelégedését, és bizonyos korszerűnek tekintett elvárásoknak való megfelelés (**lásd 6.2**) bizonyos szabványok, (így az EN45545) *nem igazolt*.

6.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A 6.2 pontban hivatkozott jogszabályi alap, az „OVSZ II” 18/1998. (VII. 3.) KHVM rendelet - az Országos Vasúti Szabályzat II. kötetének kiadásáról, 2 sz. melléklet, Metró Jármű Szabályzata tehát a szükséges, de nem elégséges feltételeket határozza meg, ugyanakkor az üzembiztonságot és műszaki átvétel rendszerét megadó kritériumokat rögzít. A „minimum” jármű alkalmasság tehát e kritériumok teljesítését jelenti. A vizsgálatot végzők által definiált korszerűség tehát egyrészt minden érdekelt fél elégedettségét, illetve a műszaki szabályozók körében elérhető naprakész adatokat tekintik. Kifejezett példa a tűzbiztonság tekintetében a harmonizált európai szabvány, az MSZ EN 45545 jelzettel.

6.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

6.3.1. A berendezések és a korszerűsítés tekintetben - általános vasútgépész szemlélet szerint

| | Konstrukció | Kivitelezés | Anomáliák |
|--|---|--|--|
| Vázszerkezet | „Klasszikus” szerkezetre új elemek, dokumentáció alapján nehezen értékelhető új megoldások. | P1 -> S37 érzékelhetően javuló minőség, bizonyos esetekben kivitelezési gondosság hiánya | Kötések – hegesztési varratok és csavarkötések nem gondos kezelése |
| Vázszerkezet – ütköző- és vonókészülék | Korszerű | Megfelelő | - |
| Hordmú | Felfüggesztési rendszer nem korszerű | Megfelelő | Az új nyomatéktám rendszerek szerelési technológiájából adódó nem kívánt jelenségek (szilentblokk) |
| Gépezeti berendezések - hajtásrendszer | Korszerű | Megfelelő | - |
| Gépezeti berendezések - fékrendszer | Korszerű | Megfelelő | - |
| Vezetőállás berendezése | Korszerű | Megfelelő | Hiányzó tükörfűtés |
| Utaskényelmi berendezések | Megfelelő | Megfelelő | Kijelző minimális kivitele, hiányzó kapaszkodó az ajtóterben, lehajtható ülések, klímaberendezés hiánya, zajterhelés kérdéses, padló szerkezet nem igazolt tűzvédelmi besorolása |

1. táblázat, általános megállapítások

Jellegzetes vasútgépész megközelítés szerint a vasúti jármű három fő szerkezeti csoportra bontható. Ezek a vázszerkezet, a hordmú és a gépezeti berendezések csoportjai. E fő csoportokból bizonyos kívánt értékelési elemek kiemelésével, így a vázszerkezethez tartozó ütköző- és vonóké-

szülék, valamint a berendezésekből kiemelt vezetőállás felszereltség és utaskényelmi berendezések tömör véleményét ad az **1. számú táblázat**. A táblázat és a vizsgálati eredmények bírálják a konstrukciót, a kivitelezést és kiemelnek anomáliákat.

6.3.2. Általános megállapítások



1. ábra: Felújítandó és korszerűsített M3 metrószerelvények a BKV kőér utcai telephelyén
Járműszemle 2020.07.24-én

A korszerűsített kocsik alábbiakban részletezett műszaki adottságai a helyszíni járműszemlék alkalmával kerültek megállapításra, amelyek korszerűségi kritériumai a harmonizált szabványkövetelmények, valamint a már többször hivatkozott Országos Vasúti Szabályzat II. kötetében foglaltak teljesítésével hozhatók összefüggésbe.

Az M3 metróvonal szerelvényeinek felújítással egybekötött korszerűsítése tárgyú közbeszerzési eljárás végleges Ajánlata alapján megállapítást nyertek a következők. A vezetőállással rendelkező vezérlő motorkocsik korszerűsítése (a korszerűsítésben nem érintett részegységek egységsítésével, felújításával), valamint a vezetőállással nem rendelkező betét motorkocsik felújítása során a metrókocsik valamennyi újonnan gyártott, felújított, illetve korszerűsített szerkezeti egy-

sége, a gyártás, felújítás, illetve korszerűsítés megtörténtének időpontjában eleget tett a kor szükséges és elégséges szintű, de nem a jelen vizsgálatot végzők által korszerűnek tekintett műszaki színvonalnak. Mivel a technika fejlettsége napról napra emelkedik, így egy napjainkban gyártott metrószerelvénnyel azonos funkciójú célberendezéseinek jellemző paraméterei kedvezőbben alakulhatnak, így ebből a szempontból a korszerűsített metrószerelvénnyel nem lépi túl napjaink korának technikai fejlettségét. Azonban a vasúti szektor nagy múltú gyártói által (CAF, HITACHI, KNORR-BREMSE, SIEMENS, KWD, DELLNER) beszállított berendezések önmagukban is garantálni tudják a **rendszer elemeinek** műszaki színvonal megőrzését és fenntartását, amellyel a korszerűsített metrószerelvények valóban megfelelőnek tekinthetők. A kivitelezés minősége a vízvezetési megoldások, a felületelőkészítő korróziómentesítés (ajtópadló, menekítő ajtó, tető stb.), valamint a hegesztési varratok elkészítésének tekintetében, többszörös megfigyeléseink alapján, **hibahatár feletti**, nem kedvező eredményt jeleznek.

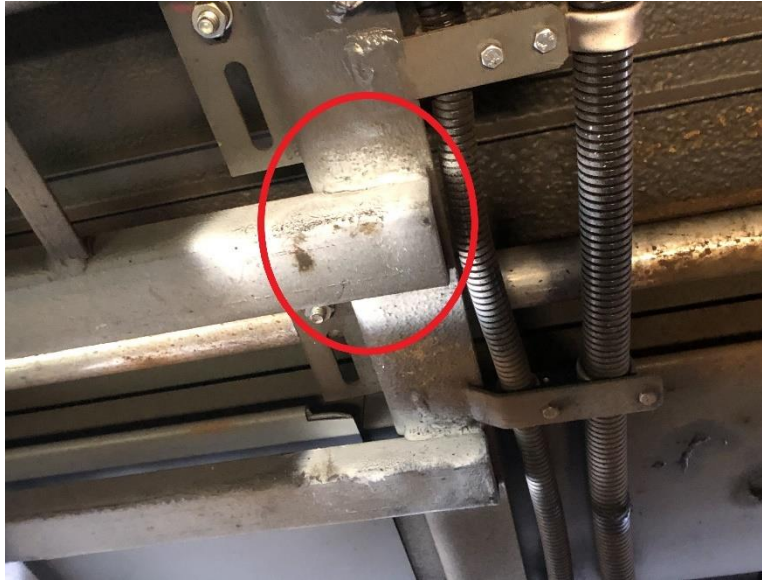
6.3.3. Konstrukció és beépített rendszerek

A megvalósított járműkonstrukció vázszerkezete a korábbi járműtípus fő tartószerkezetével azonos jellegű. Az új, korszerűnek tekintett berendezések e „rég” szerkezet-típushoz illesztése több esetben láthatóan nem kedvező megoldásokat eredményezett. Ilyen az új hajtásvezérlés bizonyos elemei, rendre a segédkereszt tartókra hosszirányban elhelyezett segéd tartók kivitele.

Mivel e segédkonzolokról kevés műszaki dokumentáció áll rendelkezésre, így a konstrukciót bíráló BKV szakvezetésnek sem állhatott kellő információ rendelkezésre, hogy véleményt alkosson. Fontos továbbá, hogy ezen szerkezetek kialakítása feltételezhetően a projekt már kivitelezési fázisában volt esedékes, hiszen az eredeti ajánlati műszaki tartalommal ezek nem szerepeltek. A hidegen hajlított „U” idomokból készült szerkezetek hegesztéssel rögzítését is *rendre kedvezőtlen módon* valósították meg.



2. ábra: Segédkonzol kedvező kivitelű függesztése 293 psz. motorkocsi 2020.07.24



3. ábra: Segédkonzol nem kedvező kivitelű kötése 668 psz. motorkocsi 2020.07.03

A későbbiekben már rendellenességeket is eredményező (segéd inverter szekrény konzolrepedés) megoldás további vizsgálata lesz célszerű. Jó összehasonlítást ad két fényképfelvétel a **2. és 3. sz. ábrákon** láthatóan. Az első képen a régi kialakítású motorkocsikon rendre használt függesztési mód látható, mellyel szemben kedvezőtlen mechanikai tulajdonságú az új tartó kötés kialakítás. Az új kialakítás érzékenyebb a varratok esetleges előforduló hibáiból adódó teherbírás csökkenésre. *Az alkalmazott kialakítás kifejezetten kedvezőtlen korróziós károsodásra hajlam tekintetében*, az esetlegesen a tartóra kerülő víz nem tud könnyűszerrel távozni, melyet a nem helyesen kialakított varratok tovább fokozhatnak.

A kiemelt részleten túlmenően a vázszerkezet aknás vágányon álló szerelvényen látható, elérhető hegesztési varratairól készült vizsgálati megállapításokat az **2. sz. melléklet** jegyzőkönyvei részletekben tartalmazzák. A vázszerkezetek vizsgálata során megállapítható volt, hogy a 'P1-P3' szerelvények kivitelezésének minősége elmarad a szériakocsikétól, a szériakocsiké pedig egyre javuló minőséggel készült, a látható varrathibák előfordulási száma szerint.

A vázszerkezet szerves részét képező központi ütköző- vonókészülék kialakítása kedvező, korszerű, egyszerűen kezelhető és karbantartható.

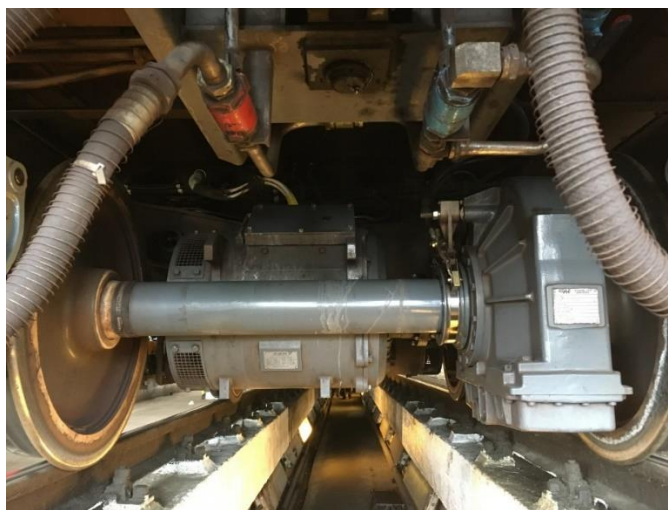
A metrókocsik fogóvázai kéttengelyesek, kerékpáronként egyedi hajtással (**4. sz. ábra**). A forgóvázon ezzel két aszinkron vontatómotor található, amelyek a kerékpár tengelyre és a forgóvázkeretre támaszkodnak, és melyek a forgatónyomatékot a hajtóművön keresztül adják át a kerékpárokra. A hajtásház a kerékpár tengelyre fekszik fel, kettős rugózással, központi rugóval és ágytok felfüggesztéssel, fogas tengelykapcsolóval és kompozit tuskós fékkel. A kétfokozatú rugós felfüggesztés rugóperselyes és rugóközponti.



4. ábra: A jármű hordmúve, forgóváz kialakítás, 6116 psz. motorkocsi 2020.07.24

A forgóváz két hossztartóból és két keresztartóból álló H alakú keret. A keret anyaga acél: 09G2D. A forgóvázon található áramszedők a harmadik síntől távvezérelten felemelhetők a fővezetékbe épített mágnesszelepek feszültség alá helyezésével. A metrókocsik első forgóvázai sebesség jeladóval és automatikus járműleállító rendszerrel felszereltek, amelynek működtető mechanizmussal ellátott érzékelője a vezérlő motorkocsi első forgóvázának áramszedő rúdja van felszerelve.

A jármű hordmúve (**4.sz. ábra**) tehát a leírt kéttengelyes forgóváz, melynek kialakítása már korábbi MWM metrójármű típusokról ismert általános szerkezettel bír. Felfüggesztési rendszere kétlépcsős rugózást hordoz, a himbaszerkezetben is acél csavarrugókkal, mely kialakítás az általánosan elterjedt és használt utaskényelem és kedvező zajterhelési tulajdonságai miatt használt légrugós megoldásokhoz képest *elavultnak* tekintendő.

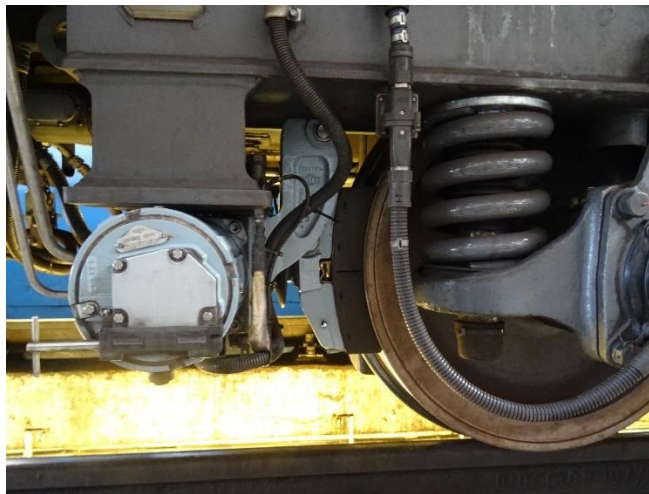


5. ábra: Korszerűsített metrószerelvény vontatómotor, hajtó-mű, kerékpár elhelyezkedés 2020.07.24

Az alkalmazott futómű CAF gyártmányú kerékpár (**5.sz.ábra**), melynek kialakításából a korábban szokásos kerékbe épített rugalmas gumi elemek hiányoznak, így ugyan a szerkezet egyszerűbb, de zajterhelés tekintetében kedvezőtlen. Az alkalmazott kerékpárok névleges futókör átmérője 780 mm (+3/-1 mm). A kerékpár fogaskerék háza egyfokozatú, áttétele 5,33, a meghosszabbított kerékagyra szerelt. A fogaskerékházban lévő fogaskerekek csapágyházai acélcsészében helyezkednek el, az ágytok spintonos szerkezettel rendelkezik. Ezen kívül minden forgóváz rendelkezik a kerékkarimát szójaszír felhasználásával készült, környezetbarát- szilárd kenőanyaggal kenő Kelsan rugós típusú rudas nyomkarimakenő berendezéssel.

Az új kialakítású kerékpár (**5.sz. ábra**), különös tekintettel a CAF gyártmányú tengelyhajtóműre, jövőbeni javítási technológiájára az üzemeltetőnek fel kell készülnie. A hordmú bizonyos erőátadó elemei, így nyomatéktámok új kialakítással bírnak, jellemzően gumi-fém elemek, sziléntblokkok beépítésével dolgoznak. E nyomatéktámok, reaktív támrudak is új technológiát képviselnek, melyek kezelésére is a jövőbeni szétszereléses vizsgálatok során az üzemeltetőnek fel kell készülnie. A reaktív támrudak garanciális hibát is szolgáltatottak, erről bővebben a 12. műszaki jellegű kérdés válasza tér ki.

A hajtásrendszer elemei karbantartás tekintetében különösen kedvező kialakítással bírnak, melyekről a fenntartás személyzete kifejezett elégedettséggel nyilatkozott. A Hitachi aszinkron vontatómotor, a hozzá tartozó hajtásvezérlés, a KWD rugalmas tengelykapcsoló összetett rendszere a mai műszaki gyakorlatnak, korszerű szempontrendszernek maradéktalanul eleget tesz.



6. ábra: Fékberendezés, a kompakt tuskós fékegység elhelyezkedése (Járműszemle 2020.07.03-án)

A fékrendszer Knorr-Bremse gyártmányú, már a levegőellátás egységétől a kompakt tuskós fékegységekig ('PEC7' egyégek, **6.sz. ábra**) korszerű kialakítással bírnak. A járműrendszer fékműve megőrizte azon kedvező és elvárt tulajdonságát, miszerint a minden tengely egyedi hajtásából eredendően minden tengely motorral elektro-dinamikusan fékezett, a pneumatikus rendszer rögzítőfékként és helyettesítő üzemi fékként teljesértékűen funkcionál. A villamos fékezés funkció a

hálózati visszatáplálással igen kedvező energetikai tulajdonságok mellett, a korábbi villamos ellenállás-fékezéses kialakítással ellentétben a fékellenállásokon disszipált energia hőjével az utasteret jóval kisebb mértékben és csak szükség esetén terheli.

A korszerűsített járművek forgóvázaira 3 hagyományos kialakítású és 1 rögzítőfékkel egybeépített egykamrás, önbeálló tengellyel rendelkező fékhenger került felszerelésre, amelyek fékezéskor biztosítják a fékerő átadását a fékhengerekről a kompozit féktuskókra, onnan a kerékpárok gördülő felületeire. Ezzel fékezéskor minden egyes kerékre 1 féktuskó surlódó ereje hat, amelynek megfelelően egy forgóvázban 4 féktuskó fejt ki erőhatást. Ezek szorító ereje a pneumatikus fék használata alkalmával, a kocsi terhelésétől függően, szabályozásra kerül (automatikus üzemmódban). Erre az AR 141M terhelésszabályozó berendezés szolgál, amely az utasterhelés függvényében szabályozza a fékhenger nyomás nagyságát. A fékezéshez a sűrített levegőt a VV80T, 3 hengeres, 180°-os dugattyús motorkompresszor (egy hat kocsis metrószerelvény 4 kompresszorral van ellátva) a forgóvázakon elhelyezett fékcsövezés közvetítése mellett biztosítja. Ezzel a két teljes értékű, egymástól funkcionálisan független, folyamatosan szabályozott fékberendezés a légfék és rekuperációs-reosztátos elektrodinamikus fékberendezés. Normál üzemben a fékezés rekuperációs-reosztátos elektromos fékkel történik nagyfrekvenciás tranzisztoros (IGBT) vontatómotor szabályozással, amely meghatározott sebesség alatt elektropneumatikus üzemre vált. A visszatáplálási egyenfeszültség a 950 V értéket nem haladja meg. A fokozatos fékezésre, a túltöltöttség fokozatos elengedésére és megszüntetésére pneumatikus fő fék szolgál, amely a fékkaros és az önműködő vészfékezést is megvalósítja. A rögzítő fék a vezetőfülkéből távirányítással működtethető, rugóerőtárolós rendszer.

A fékezés során a kerékpár megcsúszások megakadályozására a hajtásvezérlő rendszer által működtetett csúszásvédelemi rendszer szolgál, amely a fékhengerekben csökkenő, vagy növekvő nyomás alapján meghatározza a sín és a kerék között megengedett surlódás mértékét. A korszerűsített vezérlőkocsikra egy komplett elektromos vontatóberendezés került felszerelésre új gyártású, háromfázisú váltakozó áramú alacsony zajkibocsátással rendelkező vontatómotorokkal szerelt hajtásegységekkel. A vontatómotorok független gerjesztésű kapcsolása lehetővé teszi a fékhatás megőrzését a metrószerelvény teljes leállásáig. A vontatómotorok szabályozása (IGBT) reosztát nélküli indítás által valósult meg. A rekuperációs fékezés lehetővé teszi a szerelvény kinetikus energiájának hálózatba történő visszatáplálását. Ezzel a szerelvény energiaellátó berendezéseinek korszerűsítése során nem kerültek alkalmazásra pneumatikus működtetésű kapcsolóelemek. A kialakításból adódóan a metrószerelvény indításának pillanatában lehetővé válik a hajtómű nyomatékának növelése. A bemeneti- és hajtóműszűrő alkalmazása egyúttal kizárja mind a bemeneti, mind a forgórészben megjelenő áramingadozást, amely csökkenti a vontatás veszteségeit.

A járművezérlés központi fedélzeti számítógépes rendszere korszerű, a vonalon működő és megtartani kívánt biztosító berendezés vonatbefolyásoló és automata vezető rendszerével kiválóan illesztett. A számítógépes rendszer a járműben felépített bizonyos hibaadatokat regisztrál, melyek rendkívül hasznosak lesznek a fenntartás további lehetséges feladatainak meghatározásában,

a járműflotta karbantartási teljesítménymutató rendszerének értékelésében, szükség esetén kialakításában.

Az AVR fedélzeti biztosítóberendezés (gyártó által elnevezett típusa PA 135) korszerűsítése során az elhasználódott, elöregedett alkatrészek azonos típusúra történő cseréjével tartották meg a járművek eredeti vezérlési logikáját úgy, hogy a felújítás során az egyes részegységeknél az előírt biztonsági szintek továbbra is garantálva lettek. Ezzel biztosított - meghibásodás esetén - az AVR járműfedélzeti egységeinek akkumulátorról történő táplálása (a szerelvény minden motor-kocsija fel van szerelve karbantartást nem igénylő akkumulátor telepekkel, amely élettartamát követő lecserélése - a specifikuma miatt - nehézséget jelenthet az üzemeltetőnek).

Az AVR rendszer jármű fedélzeti részrendszerének korszerűsítést követően (és pályamenti telepített berendezések ezzel párhuzamos felújításával) szolgáltatási korlátozások nélkül képes üzemelni, amely az alábbi üzemi modulokra különül el:

- Az automatikus vonatvédelmi ATP rendszer, a biztosítóberendezési rendszerrel és a pályamenti jelzőrendszerrel együtt felügyeli a vonat működésének biztonságát akár azáltal, hogy automatikusan megállítja a szerelvényt. Az ATP biztonsági funkciói PA automatikus vezetés, vagy CMC ellenőrzött manuális vezetés üzemmódban aktiváltak. Ugyanakkor a manuális vezetés CML üzemmódja (40 km/h felső sebesség figyelés és sebesség túllépés esetén vészfékkiváltás) az AVR nélküli üzemmódban történik. CML üzemmódban az éberségi berendezés is aktívan működik, melyet a járművezetőnek előre meghatározott időközönként nyugtáznia kell, amelynek elmulasztása esetén fény- majd hangjelzést követően a vonat vészfékkel áll meg



7. ábra: Korszerűsített M3 metrószerelvény AVR (PA 135) egység a vezérlő motorkocsin (Járműszemle 2020.07.24-én)

- Az automatikus vonatüzemi ATO rendszer támogatása révén a járművezető tevékenysége az utastéri felszállóajtók állomáson történő nyitására, az utastájékoztató rendszer aktiválására (melynek működése az ajtóműködtetés vezérléséhez kötött, CML üzemmódban is teljes értékkel működik), a vonat perontól történő elindítására és a menetirány szerinti első vezérlőkocsi menetvilágításának ellenőrzésére korlátozódik. A járművezető minden egyéb rutin feladata teljesen automatikusan, vezérelten történik. Az ATO és ATP párhuzamosan működik egymással, a folyamatos ellenőrzés végett, ezért CMC üzemmódban is van szerepe, e nélkül a „fiók” nélkül CMC üzemmódban indíthatatlan lenne a szerelvény a különböző biztonsági reteszelvek miatt.

ATO és ATP fiók egységekkel minden vezérlőkocsi felszerelt, az előre menetirányba kapcsolt vezérlőkocsiban az adott egység aktiválódik. Az ATO / ATP berendezést képező elemek kábelekkel vannak összekapcsolva, amelyek minden szerelvény vezetőfülke mögött kiképezett szekrényrészben helyezkednek el és a csatlakozó dobozokon haladnak keresztül. A PA135 fedélzeti részéhez használt anyag önkiló, hőre lágyuló, műanyag. Az elektronikus áramköröket cserélhető modulártyák reprezentálják. A kártyák helyzetének felcserélhetetlenségét minden egyes pozícióban kódzárak biztosítják. Ezek karbantartása a kártyahibák elhárítására és a paraméterek beállítására korlátozódik.

Előírás volt és „levegős rendszer újraépítése rozsdamentes csövezés alkalmazásával” kitétel megvalósult, a helyszíni szemlék alkalmával nem fedeztünk fel eltérést, az MWM Végleges Ajánlatában, a 278. oldalán a gyártó által 12X18H10T *ГОСТ*9941-81 megjelölt rozsdamentes acélcsőtől.

Az előírás rendelkezik *„a teljes jármű és részegységeinek új korrózióvédelemmel és – ahol szükséges – rezgésgátló, hőszigetelő, hangszigetelő bevonattal történő ellátása”* kérdéskörrel is. A Kőé rutcai helyszíni járműszemléken a BKV ZRt. részéről arról tájékoztattak, hogy a korábbi azbeszttartalmú szigetelést új dűbörgésgátló anyagok váltották fel, a korábbi azbeszttartalmú anyagból nem maradhatott a kocsiszekrényekben.

A korszerűsített vezérlő motorkocsik vezetőfülkéje egy 300 mm-rel meghosszabbított konzolra lettek felszerelve. A vezérlőkocsi maszkja üvegszálal műanyag borítású, mely jobb zaj és hőszigetelést biztosít a metróvezetők részére.

6.3.4. Utaskényelmi berendezések



8. ábra: Korszerűsített M3 metrószerelvény utastér kialakítás

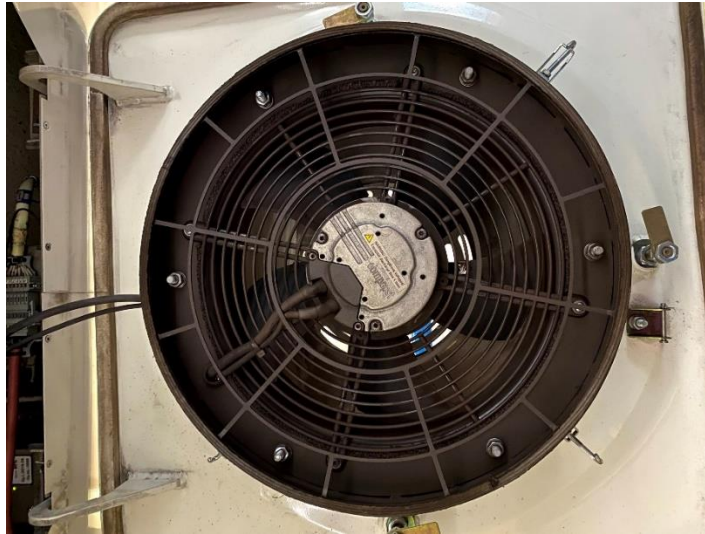
(Járműszemle 2020.07.24-én)

Az utastér kialakítása több kedvező változtatást tartalmaz a korábbi berendezéshez képest. Az utastér belső burkolatának színvilága világos tónusú, amely üvegszálas műanyag panelekből készült, a mennyezeti panelek porzománc bevonatú acélból készültek. A metrókocsik mennyezetén kialakított világítás a mennyezet síkjában, két, egymással párhuzamos tengely mentén lett elhelyezve, amely biztosítja az utastér egyenletes és káprázásmentes megvilágítását. Az ülések elrendezésében az alapkivitel változatlan, azonban az egyéni ülőpárnák rendszere tetszetős külsőt kölcsönöz, hovatovább jótékony hatást gyakorol a kocsibelső utasáramlási viszonyaira.

Az utastér mennyezetén kialakított kényszerszellőző berendezésekkel van ellátva, amellyel a jármű légcseréje nem csak haladás közben, hanem álló helyzetben is biztosított. A vezérlő motorkocsi utasterében 7, a betét motorkocsi utasterében 8 szellőző aggregát került elhelyezésre (**9.sz.ábra**). A kényszerszellőzés villamos motorjai háromfázisú aszinkron motorok, amelyek a 80 V feszültségű fedélzeti hálózatról háromfázisú feszültségátalakítón keresztül vannak meg táplálva. A 3 sebességi üzemmódban működő axiális ventilátorok forgásirányának váltása az átalakító egység fáziscseréje által megvalósítható.

A kapott információk szerint az utasok elégedetlenek a kényszerszellőzés mellett is az utastérben főleg nyáron kialakuló magas hőérzet miatt. A vizsgálatot végzők véleménye ezzel egybeesik, ugyan a visszatápláló fékezés bizonyítottan csökkenti az utasteret terhelő, a fékezésből származó hőenergiát, az alkalmazott kényszerszellőztető berendezések helyett célszerű utastéri légkondicionáló, klímaberendezést alkalmazni. Kapott tájékoztatás szerint az esetleges átalakítás

érdekében az üzemeltető megtette a szükséges lépéseket, már prototípus jármű kivitelezése is szóban forog. A vizsgálatot végzők véleménye azonban továbbá, hogy a nagymennyiségű klíma-berendezések alagútban történő egyidejű használatára az infrastruktúra –alagút, hőenergia fogadó képességét is célszerű ellenőrizni, az esetleges nem hatékony utastéri levegő kondicionálás kialakulása elkerülése érdekében.



9. ábra: Utastéri kényszerszellőző berendezés (Járműszemle 2020.07.24-én)

A metrókocsi falai mentén, hosszában elhelyezett üvegszál-asztrógyából készült, kivehető betétes, félkemény, vandálbiztos utasülések padlóra nem támaszkodó, konzolos felfüggesztésűek, amellyel azok alatt nincsenek nehezen hozzáférhető zárt terek a gépesített takarítás megkönnyítésére. Az ülőlap ülőfelületének minimális mélysége 450 mm, az ülés teljes mélysége háttámmal együtt az oldalfal belső falától minimum 580 mm. Egyes ülések vázainak korai repedése a szerkezet megerősítésének igényére felhívó, figyelmeztető jel.

Az álló utasok részére elhelyezett kapaszkodók úgy vannak kialakítva, hogy ne legyenek rajtuk konzolos részek. Ugyanakkor szintén utaspanaszokról kapott tájékoztatás és a szemlék alapján megállapítható, hogy a felszálló ajtóknál nincs könnyedén elérhető kapaszkodó. Erre a szemlék szerint már átmeneti megoldásként lengő kapaszkodó elhelyezése ad orvoslátot. A vizsgálatokat végzők felhívják a figyelmet a már a budapesti metróon is korábban megjelenő és azóta is alkalmazott rendszer kedvező kialakítására (1987), a szimmetria tengelyben elhelyezett függélyes elemekre (**10. sz. ábra**).



10. ábra: Ganz G2 típusú metró motorkocsi belseje (Szentendre)

Az utastéri ablakok eltolható felső ablakrésszel rendelkeznek, amelyek nyitott helyzetben elősegítik az utastér szellőzését, csukott helyzetben meggátolják a nedvesség beszivárgását.

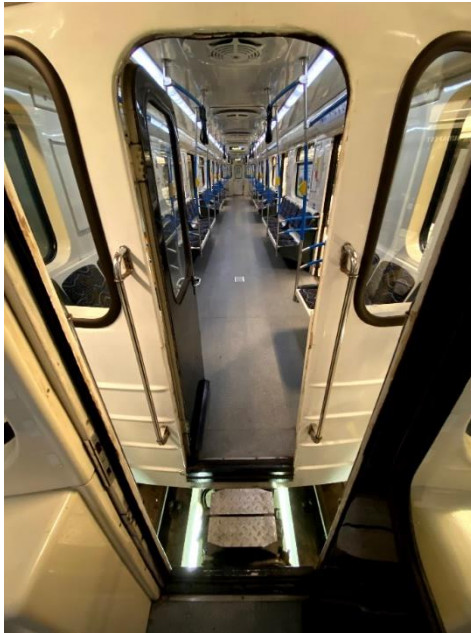
A kocsikban 2 vészablak található mindkét oldalon. A metró kocsik felszálló ajtóinak nyitását és zárását a járművezető végzi gombok és átkapcsolók segítségével, amelyek a vezérlőpulton találhatóak. Minden felszálló ajtó LED jelzőlámpával felszerelt, az ajtók zárásának megkezdését hang- és fényjelzés előzi meg. Az ajtók reteszelve nyitott és zárt helyzetben is. Az ajtókon leplombált, blokkolás oldó karok helyezkednek el. A szerelvény csak zárt ajtók mellett hozható mozgásba utasforgalmi körülmények között. Meghibásodás esetén, egy plombált kapcsoló (eseményrögzítővel regisztrált) elfordítása esetén meghibásodott nyitott ajtóval is elmozgatható a szerelvény.

A mozgásukban korlátozott személyek közlekedését minden felszálló ajtó küszöbszintjén elhelyezett, hosszanti kompenzációs toldat segíti elő.

Az utastérből a peronra nyíló kétszárnyú felszálló ajtók – minden oldalon 4 ajtó van - egyenletes nyitását és záródását, az ajtóba történő beszorulás megakadályozását, új típusú és könnyen kezelhető, karbantartás tekintetében is igen kedvező kialakítású elektromos ajtóvezérlés biztosítja.

A kocsik közötti átjáró ajtók távvezérlésű retesz-zárakkal vannak biztosítva annak érdekében, hogy az utasokat ki lehessen menekíteni a szerelvény bármely kocsijából a vezérlőkocsi homlokfalának elején kialakított utasmenekítő ajtón keresztül. Az átjáró ajtók ugyanakkor normál üzemben zárva vannak, így nem teszik lehetővé a szerelvény teljes hosszában való átjárhatóságát. Vészhelyzet esetén a metrókocsik közötti biztonságos átjutást hegesztett acél, összekötő híd biztosítja, amelynek teherhordó lemeze csúszásmentes hullámos acél (**11.sz. ábra**). A homlokátjáró ajtók

vezetőfülkéből való reteszeltetésének megszüntethetőségében anomáliát nem tapasztaltunk a helyszíni szemlék során. A peronról történő beesés megakadályozására a kocsik között MPU biztonsági berendezés került applikálásra (**12.sz. ábra**).



11. ábra: Nyitott állapotú kocsijáték (Járműszemle 2020.07.03-án)



12. ábra: Korszerűsített M3 metrószerelvény MPU biztonsági berendezésének megvalósítása (Járműszemle 2020.07.10-én)

A vezérlőkocsi vezetőállásának utasoldali oldalán kerültek elhelyezésre a fülkeajtó reteszeltetés feloldását kérő gombok (**13.sz. ábra**) melyek a „menekítési algoritmust” is elindítják, aminek következtében az átjáróajtók is kireteszelődnek.



13. ábra: A vezetőfülke ajtajának reteszelésének oldását kérő gomb (Járműszemle 2020.07.24-én)

A vezérlő áramkörök kapcsolódását elektromos kapcsoló dobozok biztosítják az egyes járműegyedek között. A vezérlőkocsik vezetőállás felőli végét olyan – a kocsik között lévővel megegyező tulajdonságú - elektromos kapcsolat nélküli, vezetőállásból oldható automata csatlással szerelték fel, amely biztosítja a mechanikus és a pneumatikus kapcsolatot.



14. ábra: Utastéri vészjelző panel (Járműszemle 2020.07.24-én)

Kocsinként és oldalanként 2-2 nyomógombos vészjelző került az utastérbe beszerelésre (**14.sz. ábra**). A járművezetővel történő kommunikációra a Digitális Információs Komplexum révén, információs-távbeszélő rendszer lett kiépítve. A nyomógombos vészjelzők üzemében rendellenességet nem tapasztaltunk azok aktiválása során.

Mindegyik metrókocsiban 720x576 képpontos, nagy felbontású, videokamerás információs rendszer lett kialakítva az adatok elmentésével és archiválásával. A videó adatok továbbítására és megőrzésére MJPEG algoritmus szolgál. A vezetőfülkében a videórendszer működése a segélyhi-

vón leadott jelzés után rendben létrejött. A kocsi végein és a kocsi közepén elhelyezett információs táblák az utastéri kijelzőkön tüntetik fel az útvonal információkat. A vizuális és audiovizuális utastájékoztató berendezések a helyszíni bejárások során rendben üzemeltek.

Az utazás e járműveken annak ellenére, hogy az imént leírt berendezések mind a kényelmet szolgálják, mégis komfortérzetre jelentősen elmarad például az M2 és M4 vonalakra beszerzett Alstom gyártmányú járművekhez képest. Ugyanakkor komfortérzet bizonyos elemeiben jobb, mint a korábbi kialakítás. A nem pozitív differenciába hajló komfortérzet valószínűsíthetően a nem korszerű hordművek miatti futásjóság és zajterhelés miatt adódik, hiszen a kocsik korábbi kialakításához képest nem nagy különbséggel bírnak, vagy éppen e szempontokból nem kedvező átalakítást nyertek, lásd korábbi szakasz megállapításai, **6.3.3. pontban**. E feltételezés bizonyítására a vizsgálatot végzőknek nem volt módja megfelelő méréssel bizonyítani, hiszen a metróvonal teljeskörű infrastruktúra felújítása párhuzamosan folyamatban van, a jelen körülmények között végzett mérés nem ad megfelelő összehasonlítást.

6.3.5. A járművezető kényelme

A korszerűsített vezetőállásos motorkocsik új kialakítású, fém vázszerkezetre erősített üvegszálás műanyag borítású homlokfalának elején négy, emelt optikai teljesítményű, reflektor került elhelyezésre. A vezetőfülke a 300 mm-el meghosszabbított vázkonzolra lett felszerelve, biztosítva ezzel a szükséges teret egy új metrófedélzeti berendezés és egy rezgéscsillapító szék beszerelésére a járművezető részére (**15. sz. ábraHiba! A hivatkozási forrás nem található.**).

A járművezető ülése pozíciója vízszintesen és függőleges irányban szabályozható, a kiválasztott értéken rögzíthető. A vezetőálláson helyet kapott meg egy további ülés is. A fülke légkondicionáló berendezéssel ellátott, mely alkalmas a levegő hűtésére és fűtésére egyaránt, befűvási iránya állítható. A helyszíni szemlék alkalmával vizsgált valamennyi vezérlőkocsijának vezetőfülke légkondicionáló berendezése üzemképes volt. További kényelmi berendezésként helyet kapott egy ital hűtésére és melegítésére is alkalmazható berendezés. A vezetőfülke belső burkolatának korszerűsítése által a zajcsökkentés és a hőszigetelés hatékonysága javult, a járművezető komfortérzetét légkondicionáló berendezés hivatott javítani.

A fűthető szélvédő mögött, első sorban a szerelvény végállomásának kijelzésére (illetve más üzemi információk jelzésére, például „próbavonat”) alkalmas, LED kivitelű, utastájékoztató kijelző került elhelyezésre, amely a fényerő automatikus szabályozása mellett képes a végállomás megjelenítésére. A szélvédő el van látva ablakmosó és ablaktörlő berendezéssel. A vezetőpult tévesztésmentes feliratokkal jelzett, a jármű menetregisztráló készülékkel felszerelt. A vezérlőkocsik homlokfalainak elején, vészhelyzeti utasmenekítő ajtók kerültek beépítésre.

A járművezető szempontjából egyetlen fontos berendezés hiányzik, az a visszapillantó tükrök fűtése E funkció ugyan a műszaki kiírásban sem szerepelt. A kapott tájékoztatás szerint az üzemeltetés pótlólagosan, a jótállási időszakot követően fogja e funkciót a járművekre beszerelni.



15. ábra: Korszerűsített M3 metrószerelvény vezetőfülke (Járműszemle 2020.07.24-én)

6.3.6. A felhasznált anyagokról

Felhasznált anyagok tekintetében kérdés a megfelelés. Hogy minek is feleljenek meg az anyagok? Az alkalmazással szemben támasztott követelményeknek. A követelmények megfogalmazása pedig műszaki előírások, általában elismert szabványok használatával válik megfeleltethetővé. Hogy kik által elismert? Egy adott alkalmazás érdekelt felei által elismert. A vizsgálatot végzők korábban kifejtették, hogy a korszerűség meghatározásában is a jelenleg Magyarországon és ez által az Európai Unióban gyakorlatilag elismert, alkalmazható szabványok körét tekintik. Egy alkalmazott szerkezeti anyag megfelelését pedig mérésekkel kell igazolni tudni, például az elismertnek tekintet szabvány kritériumai szerint.

A gyártó MWM az 73/6-89 sz. levélben foglalt gyártói nyilatkozatba foglalta a következőket:

„Műszaki Leírás 1.3 fejezetében megadott EN szabványok alapján végeztük a tervezést. ... Kivéve a Műszaki Leírásban megadott, az alábbiakban felsorolt szabványokat, amelyek egyenértékűek vagy jobb biztonsági és minőségi szintet garantálnak a vonatkozó EN szabványokban foglaltaknál ...”

Ellenben ezt követően ugyanezen gyártói nyilatkozat folytatásaként egy szabvány rendszert közölt táblázatba foglalva, mely szinkron megfeleltetést tartalmaz bizonyos 'EN' vagy más egyébként Magyarországon gyakorlatban elfogadott és alkalmazott szabványokkal.

A padló réteges szerkezetű, alagútban közlekedő járművek esetében különösen fontos ezen elemek tűz elleni biztonságos kivitele. A padló szerkezeti anyagainak tűzállóságával kapcsolatos dokumentációjáról külön szakértői jelentés készült, lásd **3. sz. melléklet**. Ennek megállapításai szerint e szabvány megfeleltetés „GOST” rendszer és a már hivatkozott EN 45545 között nem egyértelmű. A jelentés megállapításai kivonatosan a következők:

- Két terméknek (furnérlemez, üvegyapot) nem érvényes a termék tanúsítása.
- Orosz szabvány szerinti minősítés itthon a vizsgálati jegyzőkönyv hiányában *semmiképp sem megfelelő*.

- A vizsgálati jegyzőkönyv megfeleltetése kérdéses, hiszen mások a tűzvédelmi osztályok a Magyarországi szabványok szerint (7 darab van) és az Orosz szabvány szerint (3 darab).
- Réteges szerkezetet egyben kell minősíteni (MSZ EN 45545-2: 2013+A1:2015, 4.2 fejezet „g” alpont) → „Multilayer products shall be tested in the end use condition”
- *Nem egyértelmű, hogy a MJ/m²-ből hogy lehet MW-ra átszámolni.*
- Az elfogadott végleges ajánlata alapján felújított járművek - a felújítandó kocsik műszaki adottságait figyelembe véve a megfelelés a mai kor műszaki elvárásainak a felhasznált anyagok tűzvédelmi szempontból **nem igazolt**.

A gyártó felelőssége ugyanakkor nem vitatott (206/C 272/01 Bizottsági Határozat – „The Blue Guide”, 5.1.3 szerint), gyártói nyilatkozatban vállalata azt. Azonban az egyes tételek összehasonlíthatóságát műszaki alapon vizsgálni kell.



16. ábra: „P1” szerelvény padlóburkolat, padlójavítás után – forrás: BKV Adatszolgáltatás



17. ábra: A kényszerszellőző berendezés szűrőbe-tétje, járműszemle 2020.07.17.

Mindezek mellett kijelenthető, hogy a metrószerelvényeket gyártó MWM-nél olyan vállalati szabványokat igyekeztek kidolgozni, amelyekkel igyekeztek biztosítani a környezet védelmét a tervezési, gyártási és a legyártott termékek üzemeltetési szakaszában.

Ezek a szabványok sarkallják a gyártót arra, hogy olyan műszaki módszereket alkalmazzon, amelyek biztosítják a természeti erőforrások hatékony felhasználását, és megőrzik a környezet kívánt állapotát. A metrókocsik felújítással egybekötött korszerűsítése alkalmával ugyanakkor megfigyelhető a gyártó, a felhasznált anyagok környezetterhelésének csökkentésére (kompozit féktuskók, halogénmentes kábelek stb.), illetve újra feldolgozhatóságára (alumínium és réz ötvözetek stb.) való törekvése. Azonban a felhasznált anyagok tanúsítványok rendre GOST szabványok szerinti, **valamint az erről a megfelelőségről szóló jegyzőkönyvek nem képezik a BKV által átvett műszaki dokumentáció részét, illetve a megfelelőségek tanúsítását igazoló mérési jegyzőkönyvek nem elérhetőek.** Továbbá van olyan utastérben alkalmazott anyag, melyről a kapott adatszolgáltatási rendszerben nem lelhető fel tanúsítványa, ilyen a szellőző ventilátorok szűrőbetétjeként alkalmazott „Vlies-vatta” jellegű anyag.

A megfelelőségértékelést végző KTI azonban elfogadta a fent említett szinkrontáblázatot a GOST – EN szabványok közötti megfeleltetésről.



18. ábra: „P1’ szerelvény – alkalmazott segéd tartó anyaga anyag hegeszthetősége megkérdőjelezett, járműszemle 2020.07.10

Többször említett tény, hogy az ajánlati járműkonstrukció eltér a véglegesen kialakított kivitelétől, igaz az eltérések *mind kedvező műszaki teljesítményt* vonzanak. Az új berendezések vázszerkezeti rögzítésében alkalmazott anyagokról azonban nincs rendelkezésre álló információ.

A kocsiszekrény váz fő tartószerkezete jól jellemzett, azonban ennek segéd szerkezetei hiányoznak a dokumentációból. Megjegyzendő, hogy a teljes vázszerkezet kialakításához *nincs hegesztés technológiai leírás*. E hiányosság és a segéd inverter szekrény tartószerkezet repedése mint fennálló anomália nyomán a vizsgálatot végzők a lehetőségekhez mérten az aknás vágányokon végrehajtott járműszemlék során varratvizsgálatot végeztek. A részletes vonatkozó jegyzőkönyveket a **2. sz. melléklet tartalmazza**. A segéd inverter konzol repedésének és törésének anomáliájáról (lásd **19.sz. ábra**).kapott adatok alapján a szakértői jelentés szerint kijelenthető, hogy *az alkalmazott konzol anyaga sem megfelelő*, hiszen valószínűsíthetően a karbon egyenérték mértéke *a hegeszthetőség kritériumát nem elégíti ki*, vagy annak határán mozog.



19. ábra: 6065 psz. motorkocsi konzol törés – forrás: „2020.05.14 - PSN konzolrepedés fényképes melléklete”

6.3.7. A kivitelezés minőségéről

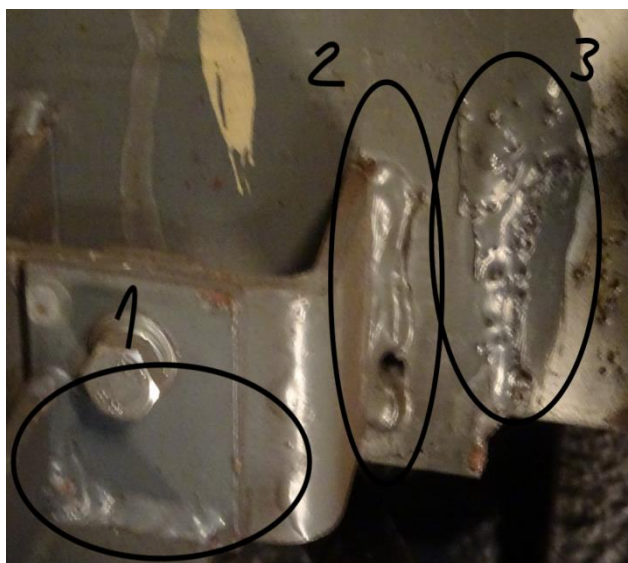
A vázszerkezet szemrevételezhető hegesztési varratairól készített átfogó (példa fénykép lásd **20.sz. ábra**) szakértői jelentés (**2. sz. melléklet**) megállapításai kivonatolva:

„A vizsgált metrókocsik alját vastag (kb. 05 -1 mm) korrózióvédő réteg védte, ami miatt a szabványos szemrevételezési vizsgálatokat (MSZ EN ISO 5817:2014) nem állt módunkban elvégezni. Ezért inkább azokra a feltűnő és sokszor megengedhetetlen hegesztési hibákra, hiányosságokra hívtuk fel a figyelmet, amelyek a korrózióvédő bevonat ellenére is kivehetőek voltak, és amelyeknek nem lett volna szabad megtörténniük, vagy a gyártásközi ellenőrzés során nem lett volna szabad a készülő jármű elemeket tovább engedni a gyártási folyamatba.

Találtunk jól elkészített varratokat is különösen a 612, 646, és a 6024 számú metrókocsik varratai között.

A forgóvázak gépi hegesztéssel készültek, nagy pontossággal és szinte tökéletes varratokkal, így ezek nem képezték a vizuális varratvizsgálat tárgyát.”

Fentiek alapján ismételten kijelenthető, hogy a „P1-P3” járművek vázszerkezetének kivitelezési minősége elmarad a szériakocsiktól, és a szériakocsikon is *javuló minőség* tapasztalható.



20. ábra: „P1’ szerelvény – segéd tartó konzol kivitele, járműszemle 2020.07.17.

A varratvizsgálat jelentése szerint a varratokat az előforduló hibák csoportosítása szerint 4 kategóriába lehetett sorolni. A negyedik kategória varrataira javasolt intézkedés: „Karbantartás-kor ezeknek a varratoknak az újrahegesztése (alvázvédő réteg eltávolítása a varratról, régi varrat kiköszörülése, új varrat elkészítése)”.



21. ábra: ,P1' szerelvény küszöb kialakítás vízkivezetés nélkül, járműszemle 2020.07.17.

A későbbi fejezetekben részletesen tárgyalt korróziós problémák tekintetében is sarkalatos a kétszárnyú felszálló ajtók küszöb kialakítása. Több esetben a szériakocsikon is eltérően többféle kialakítás jelenik meg, leggyakoribb a vízelvezetés tekintetében kedvezőtlen, **21.sz. ábrán** látható kialakítás.

Az ajtózsébekben esetlegesen pangó víz kivezetésére létesített furatok (lásd **22.sz ábra**) pedig véletlenszerűen helyezkednek el, kialakításuk több esetben, a fényképen látható példán is, a víz tartószerkezetbe beszivárgását segíti elő annak eredeti funkciója helyett.

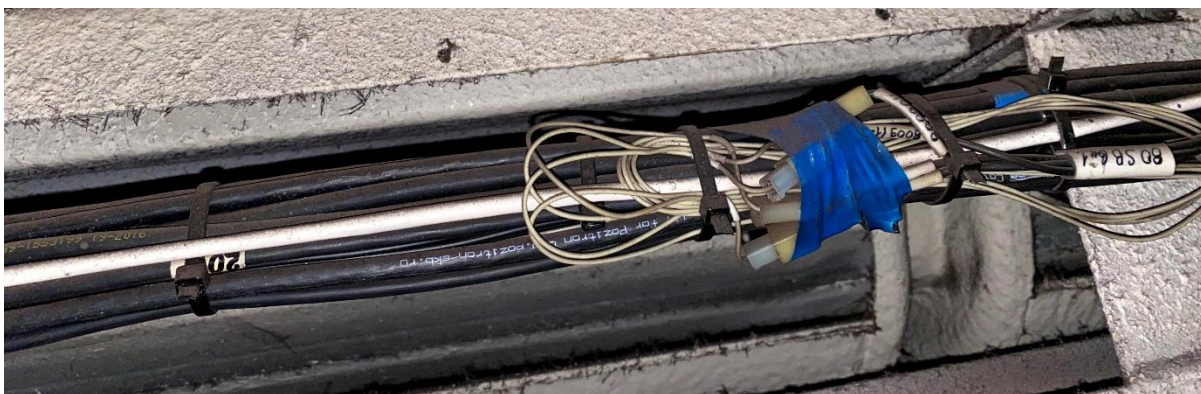


22. ábra: Reflektorfényben a felület-védelem, a hegesztés és az esőelvezető furat járműszemle 2020.07.17.

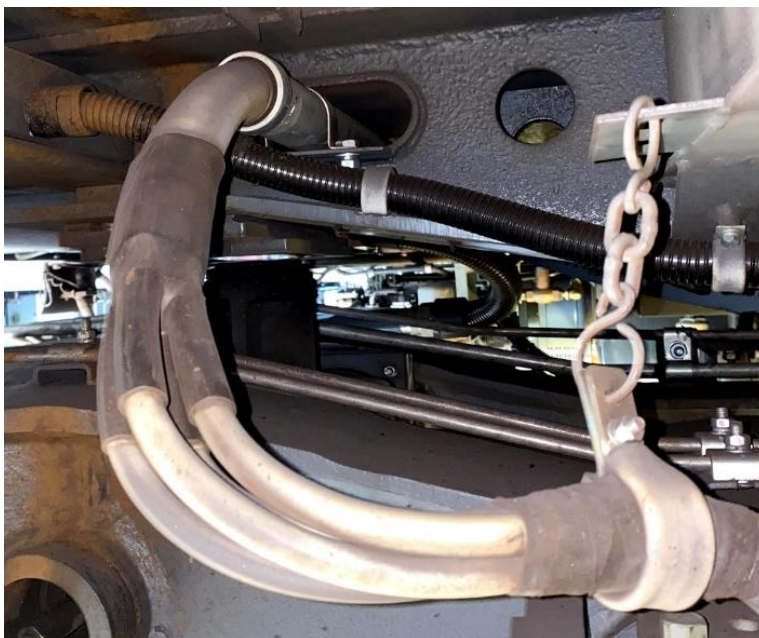


23. ábra: Kábelátvezetés az utastérben található kábelszekrénybe a kocsni alól, a 668 psz. motorkocsin

A jármű teljes újra kábelezése, a kábelvezetés és a kábelvédelem cseréje megtörtént, régi kábel-, illetve rögzítőelemeket a helyszíni szemléken nem lehetett látni (**25. sz. ábrák**). A kábelrögzítések és szigetelések esetében szerelési anomáliák azonban előfordulnak, melyeket a **23.sz és a 24.sz. ábrák** szemléltetnek. A helyszíni szemléken megállapítást nyert, hogy a kábelkorbácsok kialakításánál részben **gyorskötözőt, illetve szigetelőszalagot alkalmaztak**, mely anyagok elöregedése a későbbiekben gondot okozhatnak, nem beszélve a 12 és 13. műszaki kérdésekre adott válaszoknál részletezett **tűzgátak alkalmazásának rendszeresen előforduló hiányáról**.



24. ábra: 606 psz. motorkocsijának kábelkorbácsok képzése, vezeték toldása



25. ábra: 668 psz. motorkocsin található kábelvezetés kialakítása



26. ábra: 668 psz. motorkocsi új, megfelelő kialakítású kábelvezetése

A vázszerkezet összeállításában a hegesztett kötések mellett gyakori a csavarkötések alkalmazása. Különösen fontos bizonyos erőátadó elemek esetében, például a forgóvázban található nyomatéktám rudak rögzítései. A dokumentáció és a személyes interjúk során is bizonyítást nyert, hogy ezek a kötések adott nyomatéki szintre „húzást” igényelnek. Ennek ellenőrzésére a kész csavarkötéseken megfelelő jelölőfestést kell alkalmazni. A szemlék során tapasztaltak szerint már gyártói kivitelben sem egységes színnel és technológiával, vagy akár *hiányosan alkalmazottak* a jelölések, lásd a **27. sz. ábrán**.



27. ábra: Hiányosan és helytelenül alkalmazott csavarkötés nyomaték jelölés

6.4. Megjegyzések, javaslatok

Különös tekintettel az alkalmazott anyagok az üzemeltető általi részletesebb megismerése érdekében további vizsgálatok javasoltak:

- A padló szerkezeti elemeit az EN 45545 számú szabvány szerinti megfelelésnek szükséges vizsgálatot végeztetni arra akkreditált laboratóriumban.
- A segéd tartók anyagának metallográfiai vizsgálata ajánlott, már törött szerkezet mintájából kémiai összetétel és szövetszerkezet meghatározása szükséges.

A varratvizsgálat eredményeiben összefoglalt intézkedéseket javasolt elvégezni, ennek érdekében a teljes járműflottát haladéktalanul át kell vizsgálni, és az esetlegesen talált varrathibákat kategorizálni.

7. A 4. műszaki jellegű kérdés

Vizsgálja meg, hogy a korszerűsítések alapjául szolgáló főbb berendezések rendelkezésre álló adatai (gyártási időpontjai, konstrukciós kialakításuk stb.) alátámasztják-e, hogy azok a közbeszerzési eljárás keretében létrejött szerződés teljesítéséhez kerültek az MWM által beszerzésre!

7.1. Általános válasz

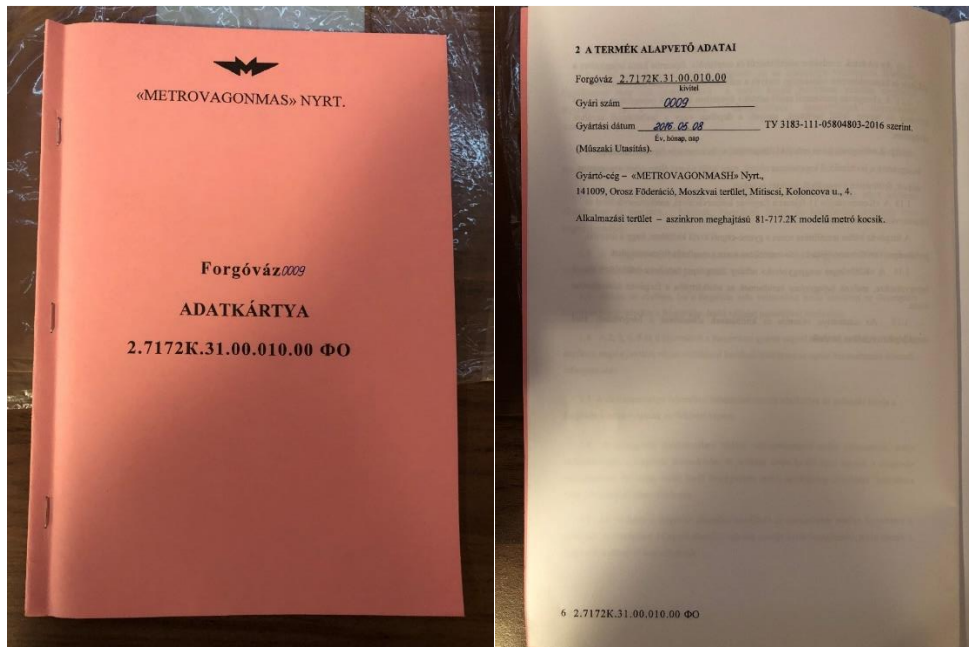
Általános válasz: igen, a törzskönyvek adatai és a járművek szemléje során vizsgálat fődarab adattáblák vizsgálata ezt alátámasztja.

7.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A kérdés megválaszolásához a helyszíni szemlék során felvett adatok és a járműtörzskönyvekben szerepeltetett adatkártyák összevetése volt szükséges, illetve a vizsgálat csupán ezen forrásokra tudott támaszkodni.

7.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

A gyártó minden beépítésre kerülő új főegységet egyedi sorszámmal látott el, sorszám ismétlődés nélkül. A fődarab jegyzékek ezt alátámasztják. A P1-szerelvény is 2016 évi gyártású fődarabokkal rendelkezik. Fő vizsgálati rész volt a hajtásrendszer forgóvázban elhelyezett elemei. Az itt következő fényképekkel bemutatott példa a 0009. számú forgóváz egységei.



28. ábra: 0009 sz. forgóváz adatkártya című irata

Természetesen forgóvázkeretek sorszáma azonosítja a rendszert, amelyeket a helyszíni járműszemlék során elvégzett műszaki dokumentum vizsgálatok, valamint a készített fényképfelvételek is hűen igazolnak.

A fődarabok adattáblái rendre helyesek, a gyártói, beszállítói adatok időbelisége egyező lásd a **28 – 34 sz. ábrákat**.

Ezzel kijelenthető, hogy a korszerűsítések alapjául szolgáló főbb berendezések műszaki dokumentációkban és járműszemlék alkalmával átvizsgált adatai (gyártási időpontjai, konstrukciós kialakításuk stb.) alátámasztják, hogy azok a közbeszerzési eljárás keretében létrejött szerződés teljesítésére kerültek az MWM által beszerzésre.

6 ÁTVÉTELI ELISMERVÉNY

Forgóváz 2.7172K.31.00.010.00 (jelölés) Nő 0009 (gyári szám)

a hatályos tervezési dokumentáció és TY 3183-111-05804803-2016 megfelelően lett gyártva, és alkalmas az üzemeltetésre.

Üzemvezető Bob/BB BB. Bob/Bucob
személyes aláírás vezetéknév, név

2016.05.08
év, hónap, nap

MEO vezetője _____
személyes aláírás vezetéknév, név

2016.05.08
év, hónap, nap

Megrendelő képviselője _____
személyes aláírás vezetéknév, név

év, hónap, nap

2.7172K.31.00.010.00ΦO 11

29. ábra: 0009 sz. forgóváz adatkártyában található átvételi dokumentum

4 FELSZERELTSÉG
4.1 A forgóváz alapvető összetevő elemei

| Jelölés | Megnevezés | Menny. | Gyári szám | Megjegyzés |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------------------------|----------------|
| 2.7172K.31.00.010.00 | Forgóváz | 1 | 0009 | |
| 2.7172K.31.10.012.00 | Kerékpár | 1 | | «CAF» |
| 2.7172K.31.10.013.00 | Kerékpár | 1 | 367447 367551 | «CAF» |
| 2.7172K.31.20.001.02 | Forgóváz kerete | 1 | 0009 | |
| HS35531-03RB | Aszinkron motor | 2 | 864316-9 864316-P4 | «Hitachi» |
| Cikkszám.№ 9111 5221 0619 0619 | ZK 163-1 tengelykapcsoló | 2 | 3223 3201 | «KWD» |
| C 194984 | Dobfék blokk Parkoló kamerával | 2 | 3209 3200 F 6211 | «Knorr Bremze» |
| C 194986 | Dobfék blokk | 2 | F 6209 | |
| ЖИТМ.685121.006 | ЗУМК – 3М V2 típusú áramszedő | 2 | F6215 F6217 45 121 | «Knorr Bremze» |

30. ábra: 0009 sz. forgóváz alapvető összetevő elemei



31. ábra: 0009 sz. forgóváz járműbe szerelten



32. ábra: 367447 gyári számú CAF gyártmányú kerék



33. ábra: 864316-9 gyári számú Hitachi vontatómotor



34. ábra: 9256/A/0084 számú CAF gyártmányú tengelyhajtómű

A szállítási műszaki tartalom követelményrendszer tartalmazza a „forgóvázak cseréje” kitélt. Ez a helyszíni szemlék során, valamint a szűrőpróba szerint kiválasztott jármű dokumentumainak átvizsgálása során bizonyítást nyert, hogy a 0009 gyári számú forgóváz és fődarab alkatrészei, újonnan kerültek legyártásra 2016 májusában (**lásd 4. műszaki kérdésre adott válaszok**).

Előírt volt a „vontatómotorok cseréje”. A helyszíni vizsgálat során megállapítható volt, hogy a 0009. gyári számú forgóvázba a Hitachi HS35531-03RB típusú 864316-9 gyári számú trakciós motor került beépítésre), mely gyártási ideje 2016 a gyári táblája szerint.

A szerződés és későbbi módosításai értelmében új kerékpárok beépítése vált szükségessé, melyeket a CAF szállított. A helyszíni szemle során a 0009 forgóváz alapvető összetevő elemei alapján megállapítást nyert, hogy a dokumentációban szereplő kerékpár került beépítésre.

7.4. Megjegyzések, javaslatok:

Bizonyos egységes speciális kivitele – oroszországi gyártó miatti jövőbeli lehetséges beszerzési nehézségekre lehetségesek (pl. „Buran” oltórendszer, **35. sz. ábra**).



35. ábra: „BURAN” típusú oltópatron az akkumulátor rekeszben

8. Az 5. műszaki jellegű kérdés

Vizsgálja meg, hogy a felújítás során megvalósított járműkonstrukció tartalmaz-e olyan műszaki kialakítást, megoldást, amely a jótállási idő lejártát követően jelentős üzemeltetési problémát, javítási igényt okozhat?

8.1. Általános válasz

Általános válasz: igen. A vázszerkezet egyes elemeinek varratvizsgálata, bizonyos szerkezeti elemek tűzbiztonsági szempontból történt dokumentáció vizsgálata indokolja a beavatkozást. A karbantartási ciklusrendben meghatározott feladatok kiegészítése szükséges lesz az üzem megbízható fenntartásához.

8.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A szolgáltatási szerződés, szerződésmódosítások és műszaki leírás értelmében a gyártó által vállalt jótállás 3 év a teljes jármű tekintetében, mely alatt igen kedvezően a gyártó szolgáltatja a karbantartáshoz szükséges anyagokat is.

A vázszerkezetre, mivel minden kocsi esetében azok újonnan gyártottak, a vállalt gyártói jótállás 10 év.

A gyártó továbbá közjegyzői okiratba foglalt kötelezettséget vállalt 30 éves élettartamú üzemre.

8.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

Általánosságban megállapítható, hogy a hegesztési varratok minősége egyes esetekben hagy kívánni valót maga után, bár az S4-től kezdve érzékelhető és folyamatos javulás látható. Hasonló a helyzet az alváz felületvédelmének minőségével is, amely az S4-től kezdve szintén érzékelhető és folyamatos javulást mutat. A problémásként azonosított műszaki kialakításokat, megoldásokat az alábbiakban tekintjük át.

8.3.1. Padlólemez – Korróziós góccok

Elsőként a korróziós problémákat kell kiemelni, amelyek már jelentkeztek a járműveknél. Korróziós góccok vannak a padlólemezen a felszálló ajtók, átjáró ajtók és vezetőállás ajtó környezetében, továbbá a vezérlőkocsi menekítő ajtón. A padlólemez korróziós problémának részletesebb tárgyalását lásd a 10 – 13. műszaki kérdésre adott válaszokban.

8.3.2. Inverter felfüggesztés – korróziós góc

Az inverter felfüggesztést a Gyártó „U” vasakkal valósította meg, oly módon, hogy a tartók gerinclemeze vízszintes helyzetű, a hegesztett kötések a talplemezeken lettek kialakítva. Ezen kialakítás esetében fenn áll annak a veszélye, hogy a tartók víz és hógyűjtő vályúkként is funkcionálhatnak, a felszíni közlekedés illetve mosási tevékenységek hatására (36. ábra). A problémát tovább árnyalja, hogy az „U” profilok egyes esetekben furatokkal lettek ellátva, melyek az invertereket rögzítő csavarzat számára kerültek kialakításra, valamint egyéb furatok is megfigyelhetők ezek környezetében(37. ábra). Ezen egyéb furatok bemetszésekként vehetőek figyelembe, valamint a furatok kialakítása után ezek korrózióvédelme nem feltétlenül került kialakításra. A furatok a felfelé fordított „U” tartókban összegyűlő vizek kivezetésére alkalmas lehet, de ezek korrózióvédelme még megoldandó. Erre megoldás lehet a furatokba ragasztott műanyag peremes csövek.



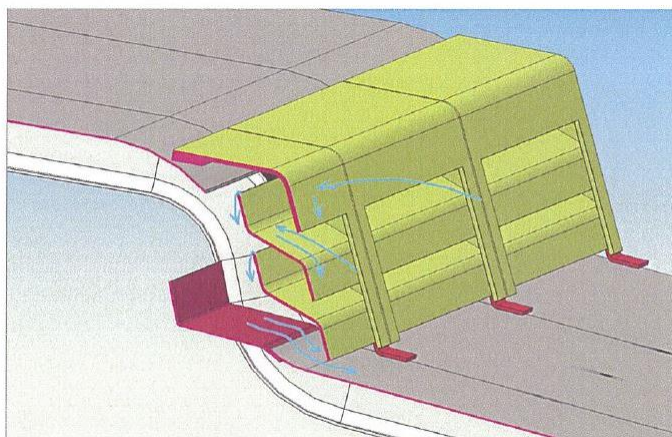
36. ábra: ábra „U” alakú tartó beépítése a 668 psz. motorkocsi alvázán 2020.07.03



37. ábra: „U” alakú tartó funkció nélküli furattal ellátva

8.3.3. Szellőzés kialakítása – korróziós góc

A Végleges Ajánlattételi dokumentáció 197. oldalán az alábbi leírás szerepel a mesterséges szellőző kialakításáról: „a kocsi tetején el kell távolítani a serlegeket, és a helyükön a kocsi hosszában légbevezető szekrényt kell kialakítani. A hosszirányú rácsbordák kialakítása és egymáshoz történő elhelyezése labirintus csatornákat képez, amelyek nem akadályozzák a kültéri levegő bejutását, ugyanakkor biztosan védenek a vízsugarakkal szemben. A lecsapódás kialakulása vagy a nyomás alatti mosás idején visszavert vízsugarak bejutása esetében a légbeömlő belső felületén a vízcseppek egy odaszerezelt tálcán gyűlnek össze, ahonnan a kocsitető külső felületére elvezetődnek.” (38. ábra)



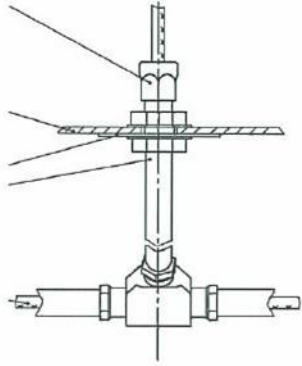
11. ábra. Az utastér szellőztetés tetőn elhelyezett légbeömlő nyílásának kialakítása

38. ábra: Szellőzés kialakítása

Az előbbi ábrán vázolt megoldás esetében jelentős vízmennyiség halad át a vízgyűjtő tálcákon, melyek nem megfelelő felületvédelemmel való ellátottságuk esetén rozsdásodási gócpontot képezhetnek. Az említett szegmens elhelyezkedése és nehezen szemrevételezhetősége miatt, ezen pontra kiemelt figyelem fordítandó, abban az esetben ha a felületvédelem elégtelenségét tapasztalják. A vízgyűjtő tálca nem megfelelő lejtése esetén, illetve a terelőelemek nem megfelelő geometriájuk esetén a csapadék illetve mosóvizet az utastér mennyezetébe beengedhetik, mely az általunk tapasztalt rozsdásodást is előidézhetheti.

8.3.4. Tűzvédelmi akadály hiánya

Tűzvédelmi akadály kialakításának elmaradása az utastérbe a kocsi alól bevezetett kábelek egy részénél. A 2015.06.23-i keltezésű Hiánypótlásnak 11. oldalán szereplő tűzgátak kialakításáról szóló ábra, mely a Végleges ajánlattételi dokumentum 392. oldalán szerepel (39. ábra a) műszaki rajz) nem került minden esetben kiépítésre a járműveken (39. ábra b), c) és d) fényképek). A tűzvédelmi akadályok hiányát célszerűen az Üzemeltetőnek fel kell mérnie, és azok kiépítését a garanciális keretek közt érvényesítheti.



a) Tűzvédelmi akadály *tervezett* kialakítása az utastérbe a kocsí alól bevezetett kábel fektetése során



b) Tűzvédelmi akadály hiánya a 6001 psz. pótkocsin (2020.07.17.)



c) Tűzvédelmi akadály hiánya a 606 psz. motorkocsin (2020.07.17.)



d) Tűzvédelmi akadály hiánya a 668 psz. motorkocsin (2020.07.03.)

39. ábra: Tűzvédelmi akadály kialakítása az utastérbe a kocsí alól bevezetett kábel fektetése során



40. ábra: Kábelköteg hanyag vezetése fokozza

A tűzvédelmi akadály szerkezetek rendszeres hiánya mellett gyakori a kábelek hanyag, nem megfelelő eszközökkel kötegelése. Az ilyen „átmeneti” megoldások *megbízhatatlanok*. Javasolt a teljes járműflotta átvizsgálása és az ilyen hanyagul kezelt kialakítások megszüntetése.

8.3.5. BKV által azonosított sorozathibák

A BKV által eddig azonosított és az MWM felé jelzett sorozathibák egy része olyan, amely hosszabb távon is kihatással lehet a járművek üzemeltetésére, lásd a 7. műszaki kérdésre adott válaszban a 3., 9., 14., 15. és 18. számú sorozathibák értékelését!

8.3.6. Fűthető külső visszapillantó tükör hiánya

Nem javítási igény, hanem jogos fejlesztési igény a járművezetők részéről a fűthető külső visszapillantó tükrök kialakítása, amely mivel nem szerepelt a műszaki specifikációban, csak pótlólagos „extra” felszerelésként kérhető az MWM-től, vagy más kivitelezőtől, ugyanakkor közlekedésbiztonságot növelő szerepe miatt indokolt, és ezért itt is fontos megemlíteni.

8.4. Megjegyzések, javaslatok

A garanciális időre jól előkészített és biztosított az alkatrész utánpótlás, azonban garanciális idő utánra ez *még egyáltalán nem mondható el*. Nincs meg a fő beszállító, illetve nincsenek meg a beszállítók. Az MWM szerződés szerint csak a garanciális idő alatt biztosítja a szükséges anyagokat, alkatrészeket. A BKV terve, hogy egyenként és külön-külön tárgyal a beszállítókkal, amelyek

egy része magyarországi, nyugat-illetve dél-európai vagy éppen japán, de természetesen számos oroszországi is akad köztük.

Az előre nem látható koronavírus járvány miatt kialakult vészhelyzet és a határok lezárása már most a garanciális idő alatt is okozott bizonyos fennakadásokat, késedelmet a csere- és pótalkatrészek, anyagok Oroszországból való eljuttatásában. A koronavírus járvány várható újabb hulláma esetén ez olyan kockázat, amelynek csökkentésére, elhárítására mielőbb fel kell készülni, például nagyobb készletek helyben tárolásával.

Karbantartási mutatószámokat nem kaptunk, ami bizonytalanságot jelent a garanciális időn túli karbantartási folyamat előkészítése terén. A magasabb szintű javítások BKV általi elvégzésének feltételei még nem biztosítottak, bár egyeztetések az MWM-mel a szakmai, oktatási közreműködésről már kezdődtek.

- Hegesztési varratok minősége egyes helyeken hagy kívánni valót maga után, bár az S4-től kezdve érzékelhető és folyamatos javulás látható.
- Korróziós góccok (előzetesen, részben):
 - Padló korrózió különösen a felszálló ajtók, átjáró ajtók és vezetőállás ajtó környezetében.
 - Menekítő ajtó korróziója.
 - Tető korrózió a ventilátorok környezetében.
 - „U” tartó konzolok hegesztési pozíciója a segéd kereszttartókra.
- Az alváz felületvédelmének minősége, mely minősége az S4-től kezdve érzékelhető és folyamatos javulás látható.
- Tűzvédelmi akadály kialakításának elmaradása az utastérbe a kocsik alól bevezetett kábelek egy részénél.
- *A hanyag vagy nem megfelelő kábelkötegelések teljeskörű felmérése és megszüntetése.*
- Az inverter felfüggesztést a Gyártó „U” profilokkal valósította meg, oly módon, hogy a tartók gerinclemeze vízszintes helyzetű, a hegesztett kötések a talplemezekeken lettek kialakítva. Ezen kialakítás esetében fenn áll annak a veszélye, hogy a tartók víz és hógyűjtő vályúkként is funkcionálhatnak, a felszíni közlekedés illetve mosási tevékenységek hatására. A problémát tovább árnyalja, hogy az „U” profilok egyes esetekben furatokkal lettek ellátva, melyek az invertereket rögzítő csavarzat számra kerültek kialakításra, valamint egyéb furatok is megfigyelhetők ezek környezetében. Ezen egyéb furatok bemetszésekként vehetőek figyelembe, valamint a furatok kialakítása után ezek korrózióvédelme nem feltétlenül került kialakításra. A furatok a felfelé fordított „U” tartókban összegyűlő vizek kivezetésére alkalmas lehet, de ezek korrózióvédelme még megoldandó. Erre megoldás lehet a furatokba ragasztott műanyag peremes csövek.

9. A 6. műszaki jellegű kérdés

A Vizsgálja meg, hogy a projektben közreműködők által milyen minősítéses végellenőrzési eljárások kerültek alkalmazásra. A vizsgálat ölelje fel

- a BKV által megvalósított, az MWM telephelyén, valamint a BKV telephelyén végzett-megfelelőség ellenőrzéseket,
- a BKV által külső féllel végeztetett megfelelés ellenőrzéseket (amennyiben voltak ilyenek),
- a Nemzeti Közlekedési Hatóság, illetve utódszervezete által végzett megfelelésellenőrzéseket, hatósági vizsgákat,
- a Nemzeti Közlekedési Hatóság, illetve utódszervezete által kijelölt tanúsító szervezettel végeztetett vasúti megfelelésértékeléseket,
- az átvételek során előállt, a megfelelést igazoló dokumentumokat.

9.1. Általános válasz

Általános válasz: az alkalmazott minősítési és végellenőrzési eljárásokat feltártuk, megismertük, az eljárás bizonyos részeihez megjegyzéseket fűztünk.

9.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A már sokszor hivatkozott jogszabályi alap: 18/1998. (VII. 3.) KHVM rendelet - az Országos Vasúti Szabályzat II. kötetének kiadásáról, 2 sz. melléklet, Metró Jármű Szabályzat szolgáltatja az átvétel megfelelési feltételrendszerét.

Tisztázandó volt az egyes szereplők folyamatban betöltött szerepe.

Az „S8” járművet követően életbe lépett egy a folyamatban részt vevő minden érdekelt fél által elfogadott rend, melyet az „Együttműködési rend” nevezett dokumentum rögzít 2017. július.26 napi hatállyal.;

9.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

Az MWM-BKV átadás-átvételi folyamatok során a következő tevékenységek lettek elvégezve: az alkatrészek, részegységek, műszerek, speciális eszközök típuskiválasztásának – műszaki dokumentáció, tesztek, vizsgálatok alapján történő – ellenőrzése, a jármű és a vezetőfülke belső terében alkalmazandó anyagok kiválasztásának – azok technikai és esztétikai paramétereinek alapján történő – ellenőrzése. Ezen felül a jármű bevonati rendszer alapparamétereinek ellenőrzése, a felújított alváz és kocsiszekrény mérésekkel történő szilárdsági ellenőrzése, a beszállításra kerülő,

illetve saját gyártású alkatrészek, részegységek, műszerek, speciális eszközök beszerzést megelőző, illetve gyártásközi minőségellenőrzése, valamint a prototípus és a sorozat járművek és a járművezetői szimulátor gyártásközi ellenőrzése, végátvétele.

A BKV alaposan felépített projektszervezetének vezető személyét lecserélték a projekt közben. Ez változást hozott az átvétel rendjében, így S9-szerelvénnytől minden érdekelt fél által aláírt rögzített együttműködési rend szerint szervezték az étvételt.

Az átvételi gyakorlatában a gyártó által megbízott tanúsító szerv, a KTI kulcs szereplő volt.

Aggályos azonban, hogy a járműüzem egyik alapidokumentumában, a törzskönyvben viszont erről információ nincs. A törzskönyvben szereplő adatok csupán a gyártó által, egyoldalúan aláírt nyilatkozatok, iratok, lásd **41. sz. ábra**.

6 ÁTVÉTELI ELISMERVÉNY

Forgóváz 2.7172K.31.00.010.00 (jelölés) Né 0009 (gyári szám)

a hatályos tervezési dokumentáció és TY 3183-111-05804803-2016 megfelelően lett gyártva, és alkalmas az üzemeltetésre.

Üzemvezető [Handwritten Signature] [Handwritten Signature]
személyes aláírás vezetéknév, név

2016.05.08
év, hónap, nap

MEO vezetője _____
személyes aláírás vezetéknév, név

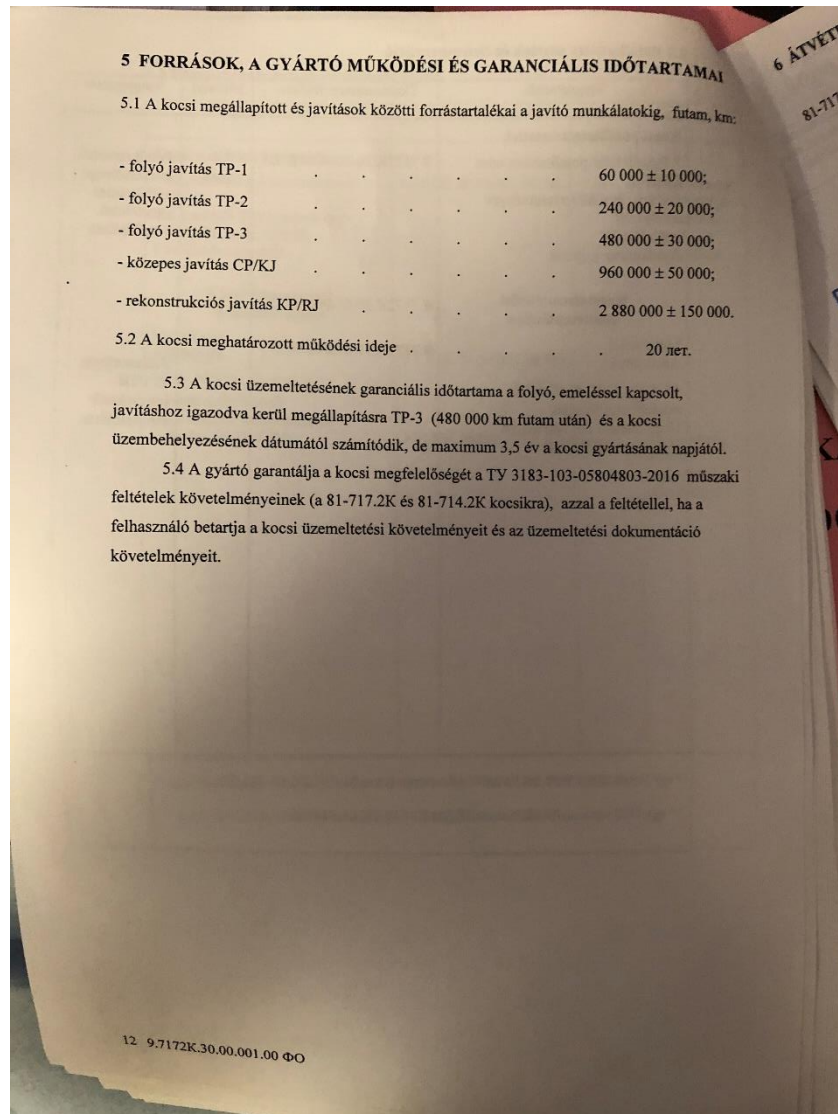
2016.05.08
év, hónap, nap

Megrendelő képviselője _____
személyes aláírás vezetéknév, név

év, hónap, nap

2.7172K.31.00.010.00-ΦO 11

41. ábra: Törzskönyvben szereplő átvételi elismervény, hiányzó aláírásokkal



42. ábra: Törzskönyvben szereplő adatok, 20 éves működési idő szerepeltetéssel

A törzskönyvekben továbbá a 9.7272K.30.00.001.00 FO jelű adatkártyákban szerepeltetett a kocsik működési ideje 20 év. E gyártói egyoldalú nyilatkozat, kijelentés további joghatásának vizsgálata célszerű.

Az „vasúthatóság” utódszervezete minden egyes szerelvény hatósági vizsgájánál jelen volt, az aláírásuk rendre szerepelnek a bizonylatokon.

A KTI szerepe (NKH által kijelölt Tanúsító szervezet) tehát kulcsfontosságú, hiszen a kérdéses feladatokban felelősséggel az MWM megbízásából járt el.

A szabványok alkalmazhatóságában azonban alább ismét következzen a **6.3.6 fejezetben** leírtak:

A gyártó MWM az 73/6-89 sz. levélben foglalt gyártói nyilatkozatba foglalta a következőket:

„Műszaki Leírás 1.3 fejezetében megadott EN szabványok alapján végeztük a tervezést. ... Kivéve a Műszaki Leírásban megadott, az alábbiakban felsorolt szabványokat, amelyek egyenértékűek vagy jobb biztonsági és minőségi szintet garantálnak a vonatkozó EN szabványokban foglaltaknál ...”

Ellenben ezt követően ugyanezen gyártói nyilatkozat folytatásaként egy szabvány rendszert közölt táblázatba foglalva, mely szinkron megfeleltetést tartalmaz bizonyos 'EN' vagy más egyébként Magyarországon gyakorlatban elfogadott és alkalmazott szabványokkal.

A padló réteges szerkezetű, alagútban közlekedő járművek esetében különösen fontos ezen elemek tűz elleni biztonságos kivitele. A padló szerkezeti anyagainak tűzállóságával kapcsolatos dokumentációjáról külön szakértői jelentés készült, lásd **3.sz. melléklet**.

A vizsgálatot végzők egyértelmű álláspontja, hogy Magyarországon az Európai Szabványokat kell alkalmazni. Amennyiben nem azt alkalmazták, akkor vizsgálati jegyzőkönyvvel kell alátámasztani a megfelelést.

A már kifejtett padló szerkezetben alkalmazott anyagokra ez a megfelelés és az alkalmazott szabványok közötti megfeleltetés is *kétségszékbe vonható*, hiszen a vonatkozó MSZ EN szabvány által megadott követelményértékek teljesülését kell tehát igazolni, ami nem történt meg. A vonatkozó tűzbiztonsági szabványok közötti megfeleltetés nem egyértelműségére két külön mértékegység, külön dimenzió egymásnak nem megfeleltetése világítja meg:

„Nem egyértelmű, hogy a MJ/m²-ből, hogy lehet MW-ra átszámolni.” (Hisz' MW=MJ/s.)

A Nemzeti Közlekedési Hatóság, illetve utódszervezete minden egyes szerelvény átvételénél jelen volt, az aláírásuk rendre szerepel az átvételi iratokon.

A KTI a gyártóval szerződött közvetlenül, nem a megrendelő BKV Zrt.-vel. A KTI szerződéses felelősségi köre nem tisztázott.

9.4. Megjegyzések, javaslatok

Felmerül a kérdés, a dokumentációval, mivel a KTI a gyártó szerződött partnerre, amennyiben a dokumentáció nem megfelelő volt, a nem megfelelés lett-e a szállító tudomására hozva? Ha igen, akkor mi történt? Ha nem, akkor miért nem?

A törzskönyvi adatok áttekintése és frissítése, a jármű átvétel rendjének szerepeltetése, hivatkozása javasolt.

A tűzvédelemmel kapcsolatos szabványos megfeleltetés körét tisztázni kell, az alkalmazott anyagok tanúsítványát, mivel (részlet a **3. sz. mellékletben** foglalt szakértői jelentésből):

- „Két terméknek (furnérlemez, üvegyapot) nem érvényes a terméktanúsítása.
- Orosz szabvány szerinti minősítés itthon *a vizsgálati jegyzőkönyv hiányában semmiképp sem megfelelő*”.

10. A 7. műszaki jellegű kérdés

A jelenleg még nyitott, megoldásra váró műszaki kérdések (szerelvénykialakítások egységsítése, garanciális hibák, sorozathibák) jelenthetnek-e problémát, kockázatot a napi üzemeltetés biztosítása, a forgalmi járműkiadás terén? Az üzemeltető által bejelentett, megoldásra váró műszaki gondok MWM általi hatékony kezelése biztosított-e?

10.1.Általános válasz

Igen, a jelenleg még nyitott műszaki kérdések jelenthetnek kockázatot a napi üzemeltetés biztosítása során és igen, biztosított az üzemeltető által bejelentett, megoldásra váró műszaki gondok MWM általi hatékony kezelése.

10.2.Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A korábbi kérdésekre adott válaszok során már ismertetett, különösképp a **6. fejezetben** a konstrukció és kivitelezés bírálata, valamint az anomáliák értékeléséhez csatlakozó, a sorozathibák jellegét és előfordulási gyakoriságát értékelő rész.”

10.3.Vizsgálati eredmények, megállapítások

A BKV által feltárt és MWM felé jelentett sorozathibákat áttekintő listában jelenleg *18 nyitott kérdésként* kezelt sorozat-meghibásodás szerepel [59].

A már lezárt, megoldott sorozathibákkal, mint például az ajtóvezérlő gyári hibás elektronikus alkatrészeinek cseréje, nem foglalkozunk.

A még nyitottként kezelt sorozathibák egy részének kiküszöbölésére is már megvan a megfelelő műszaki megoldás, javításuk folyamatban van és bizonyos kérdések már lezárhatók. Ilyen például az „5. Himbagerenda műanyag csúszólap”, „6. Műanyag billenésgátló támasztókorong”, „13. Rézfonatú szalag (áramszedő flexibilis kábel)”, amelyeknél „minőségi” csere történt, más anyag beépítésével. Ezek során jól együttműködött az MWM, a beszállító és nem utolsósorban a BKV, amelynek meglévő és újonnan szerzett üzemi tapasztalatai jelentősen hozzájárultak a megfelelő műszaki megoldás megtalálásához.

A 37 felújított hatkocsis szerelvényből 31-et kell naponta kiadni a forgalom számára, tehát az elvárt *rendelkezésreállítás* kb. 84%. Jelenleg az M3 infrastruktúra felújítás miatt csak 25 szerelvényre van szükség napi szinten, ami a feltárt sorozathibák javításának teljes járműflottán való átfuttatására nézve kedvező helyzetet teremt, hiszen a „szokásos” üzem 6 karbantartáson lévő szerelvényén felül további 6 lehet garanciális javításon a Járműtelepen.

Fentiekől függetlenül, a rendelkezésreállítás szempontjából intő jel, ha egy meghibásodás aránya a teljes járműflottában a kb. 15%-ot meghaladja, még akkor is, ha az adott meghibásodás

nem vonja maga után a meghibásodott szerelvény azonnali leállítását. Jelenleg 3 sorozathiba százalékos aránya lépi túl a 15%-ot és 3 másik közelít hozzá, azaz nagyobb mint 10%. Tény, hogy az elvárt rendelkezésreállítás eddig biztosított volt, és jelenleg is csupán két szerelvény, a P1 és P2 jelű áll tartósan tárolóvágányon a Kőér utcai Metró Járműtelepen. Az alábbiakban áttekintjük azokat a nyitott kérdéseket, sorozathibákat amelyek hosszabb távon is hatással lehetnek a járművek üzemeltetésére.

10.3.1. Gömbtányérok sérülése

A „3. Gömbtányérok sérülése” 32 kocsit, a flotta 14,41%-át érinti jelenleg [59]. Az MWM javaslata a gömbtányérok élettartamának növelésére a kenőanyag utántöltés, illetve cserére ciklusának lerövidítése 7500±2000 km futásteljesítményre. A javaslat a járművek egész élettartamára kihatóan karbantartási költség és környezetterhelés növekedést okozna, nem beszélve arról, hogy ez a felújítás előtti járművek vonatkozó karbantartásigényéhez képest is visszalépés volna. A kérdés nyitott, a BKV Zrt. ezt a „megoldási” javaslatot érthető és támogatható módon egyelőre nem fogadta el.

10.3.2. Utastéri ülések ülésvázának repedései

A „9. Utastéri ülések tartószerkezetének, ülésvázának repedései” 34 kocsit, a flotta 15,31%-át érinti jelenleg. Az MWM általi első javítások nem vezettek eredményre, a repedések ismételten megjelentek. Jelenleg az MWM továbbította a garanciális probléma megoldásának feladatát az ülés gyártójának. A szűrős ülőlapok problémája nem a jármű közlekedésbiztonságát veszélyezteti, de balesetveszélyes lehet az utasokra nézve. Elsősorban kiterjedtsége miatt jelent olyan tényezőt, amellyel – megoldás hiányában – előbb-utóbb a napi üzemeltetés során is számolni kell.

10.3.3. Akkumulátorok gyors lemerülése, kapacitásvesztése

Az „14. Akkumulátorok gyors lemerülése, kapacitásvesztése” elérte 16 kocsit, a flotta 7,2%-át és mintegy 100 db akkumulátort érint jelenleg. Ez a hiba metró üzemben megengedhetetlen, gondolva itt például az alagúti vészhelyzeti működések biztosítására. Alacsony akkufeszültséggel a szerelvény nem állhat forgalomba! Az MWM a hiba egyik forrásaként a nem megfelelő töltőinvertert szoftvert nevezte meg, amelyekre vonatkozó módosítási javaslatának a kérelmét beadta az ITM-hez. Feltételezzük, hogy a hiba egyéb lehetséges, mondhatni „triviális” forrásait (akkumulátor gyári hiba, vezeték érintkezési hiba, stb.) az MWM a vizsgálatai során minden bizonnyal kizárta, ezért megalapozottnak látszik a hiba okát a töltőinverterben keresni. A probléma jelentőségét érzékelteti – még akkor is, ha a két jelenség között nem feltétlenül van közvetlen összefüggés –, hogy a 2018. március 6-án tartott hatósági állópróbáról és szemléről készített VHF/5881-10/2018-NFM számú jegyzőkönyv 6.5. pontja szerint „A hálózati feszültség megszűnéskor a szellőzés mind a vezetőfülkében, mind az utastérben kb. 10 másodperc után csökkentett üzemmódba került”,

amely *nemmegfelelőség* elhárításáról a Vasúthatóság írásbeli jelentést kért az MWM Nyrt-től és az Interline Kft-től.

10.3.4. Reaktív támrúd szilentblokk egység

A „15. Reaktív támrúd szilentblokk egység”, vagyis az állítható hosszúságú nyomatéktám gumi-fém perselyek tengelyirányú kimozdulása 18 kocsi, a flotta 8,10%-át érinti jelenleg. Az MWM a leszállította a szilentblokkok újrapréselésére szolgáló célberendezést és megkezdte a szilentblokkok garanciális cseréjét. A csere ugyanolyan szilentblokkra, lényegében ugyanolyan szerelési technológia és ugyanolyan szerelési anyagok mellett azonban önmagában nem oldja meg a problémát, mivel ez azt jelenti, hogy a garanciális időn túl ugyanez a hiba ugyanúgy jelentkezni fog, és ennek minden járulékos karbantartási költsége már a BKV Zrt-t fogja terhelni. Nagyon figyelni kell a szerelésre: furatméret, felületi érdesség és egy szerelő pasztát kell használni. Több beszállító is végzi a műveletet az MWM-nek. Látni azt, hogy a csavarkötéseket többször megbonthaták nyomatéktámoknál, azok rögzítő helyein. Fölhasználták a régi csavarokat, látni a talán eredeti gyártói nyomatékra húzás jelöléseit, viszont újra nem jelölték. Fontos a megfelelő szerelési technológia oktatása és a szerelés ellenőrzése!

10.3.5. Inverter felfüggesztés

A „18. PSN-118-03H típusú inverter felfüggesztés” 27 kocsi, a flotta 12,16%-át érinti jelenleg. A tartókonzolok és hegesztési varratainak *ideiglenes* javítása folyamatos, illetve e jelentés írásának idejére minden bizonnyal be is fejeződött. A BKV Zrt. általi előzetes vizsgálatok alapján az MWM által kidolgozott *végleges* javítások sajnálatos módon azonban időben jelentősen elhúzódnak majd, ezért elkerülhetetlen azok mielőbbi megkezdése. Az elhúzódó javítás természetesen hatással lehet az üzemre is.

10.3.6. Korróziós hibák

A korróziós hibák nem szerepelnek BKV által vezetett [59] sorozathibák listájában, ezért ezt a kérdést jelen értékelés is külön kezeli, a konkrétan erre vonatkozó műszaki kérdésekre adott válaszokban.

10.4. Megjegyzések, javaslatok

10.4.1. Az MWM hozzáállása a garanciális javításokhoz

Az áttekintett dokumentumok és az interjúk alapján az MWM az üzemeltető által bejelentett, megoldásra váró műszaki gondokat komolyan veszi, nyitott és együttműködő azok megoldásában, még ha egyes megoldások nem biztos, hogy elsőre helyesek vagy célravezetők is. Helyben a Kóér

utcai Metró Járműtelepen egy szakembergárdával van jelen, akik mindenekelőtt a garanciális javítások helyszíni kivitelezésével és a folyamatos alkatrész utánpótlás biztosításával foglalkoznak.

11. A 8. műszaki jellegű kérdés

Az MWM által javasolt járműkarbantartási rendszer szerinti, a vonatkozó karbantartási leírások melletti üzemeltetés esetén – figyelembe véve a már megvalósult járműkialakítást – biztosított-e az ajánlat szerinti 25 éves, illetve a sorozat szerelvények szerződésmódosításban vállalt 30 éves garantált élettartama?

11.1.Általános válasz

A megvalósult járműkialakítás mint konstrukció alkalmas a 30 éves élettartammal bíró üzemre, azonban a feltárt anomáliák miatt haladéktalanul definiálandó pótlólagos intézkedések, például a fenntartás ciklusrendjében meghatározandó vizsgálat szükségességek.

Tény, hogy az eredeti és a megrendelő által az eljárás folyamán elfogadott ajánlattól eltérő hajtásrendszerrel és nem fel-, megújított vázszerkezettel, hanem új vázszerkezettel kerültek a minden vonatkozó dokumentumban „átalakított” jelzővel illetett járművek leszállításra. A vizsgálat során nem került bemutatásra, így a projektnek felróható, hogy az MWM részéről nem készült élettartam-költség elemzés.

11.2.Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A jármű élettartama műszaki élettartam az az időmennyiség, amely az üzembe helyezés és a selejtezés között telik el. Jogi értelemben nehezen jogszabályi szinten nem definiált, így a szolgáltatási szerződésben és módosításaiban foglaltak mértékadók.

A korszerűsítés definíciója (2. műszaki kérdésre adott válasz) értelmében a felújított járművek az átszámolás tükrében a korábbi átlag 35 év, plusz a vállalt 30 év, mely összesen 65. A gyártó MWM részéről így meglapozott a 30 évre történt kötelezettség vállalás érdekében az új vázszerkezet, hordmú, és gépészeti berendezések majdnem teljeskörű újra cserélése. Az egyidőben, 2016-ban megerősített jogszabályi definíció (31/201 NFM rendelet 8a pontja) minden részegység cseréjét lehetővé tette, így a jármű hatósági engedélyezése átalakítási engedélyezési eljárással vált lehetségessé.

11.3.Vizsgálati eredmények, megállapítások

A 9.3 pontban leírtak szerint és a 41. ábrán szemléltetetten kijelenthető, hogy a rendelkezésre bocsátott törzskönyvekben szerepeltetett élettartam adat viszont 20 év, e tény joghatásának tisztázása tehát kifejezetten javasolt.

Az eredeti, MWM ajánlat az eredeti műszaki tartalommal még a 20 év működési adatot tartalmazza, majd az MWM – vel kötött szerződés módosításakor ez az élettartam a vállalkozó részéről fel lett emelve 30 évre.

A kérdésben említett 30 éves garantált élettartam honnan adódik, az ajánlathoz képest milyen műszaki módosítások támasztják alá? Két műszaki módosítás támasztja alá a tett intézkedéseket: Hitachi vontatómotor alkalmazása és 100 %-os vázszerkezet felújítás (új gyártás), ezeket a 2. és 3. számú szerződés módosítások tartalmazzák.

Két kérdés rögtön felmerül, az ajánlat megalapozottsága, ill. hogyan lehetséges ily jelentős élettartam növelés vállalása. A műszaki, gazdasági tárgyalásokon elhangzottak ismerete nélkül e most feltett kérdésre a válasz csak körvonalazható. Tény, hogy **az eredeti és a megrendelő által az eljárás folyamán elfogadott ajánlattól eltérő hajtásrendszerrel és nem fel-, megújított vázszerkezettel, hanem új vázszerkezettel kerültek a minden vonatkozó dokumentumban „átalakított” jelzővel illetett járművek leszállításra**. Kétségtelen, hogy az új hajtásrendszer kevésbé karbantartásigényes, az új szekrény pedig mind a vállalkozó mind az üzemeltető szempontjából volt előnyös, a minden egyes járműre szabott rendkívül magas munkaóra igényű váz és szekrényjavítás helyett a jól technológizálható új váz és szekrénygyártás történt.

Karbantartási szempontból kifejezetten előnyökkel kecsegtet az üzemeltető részére az új

- vontatómotor,
- kerékpár,
- rugalmas kapcsolattal szerelt tengelyhajtómű,
- kompakt mechanikus fékszerkezet a kompozit féktuskó betétekkel,
- kétszárnyú felszálló ajtók új elektronikus vezérlése a kisebb beállítási igényekkel.

A fenti kedvező elemeket tartalmazó felsorolás mellett az üzemeltetőnek fel kell készülni bizonyos szállítói specifikumok kezelésére, ilyen pl. akkumulátorok, tűzoltó berendezések stb.

A gyártói karbantartási előírások a vállalt 30 éves garantált élettartam tarthatóságát valószínűsítik.

Kérdés: milyen áron? A vizsgálat során nem került bemutatásra, így a projektnek felróható, hogy az MWM részéről nem készült **élettartam-költség elemzés**, és nem készült a gyártó termékét és folyamatait részleteiben kiértékelő **kockázatelemzés**.

Az élettartamot és a karbantartási és vele kapcsolódó hibaelhárítási költségek nagyságát jelentősen befolyásolja a külső – és belső tisztítási gyakorlat, különös tekintettel a tisztítások gyakorisága, az alkalmazott tisztítószeres kémhatása, töménysége, „együtműködése” a velük érintkezésbe kerülő járműszerkezeti elemekkel, egységekkel még a legkiválóbb szerkesztési megoldásokat és legmondosabb kivitelezéseket is tekintetbe véve (lásd a következő fejezeteket). Az MWM általi járműtisztításra vonatkozó előírás mind az alkalmazandó tisztítóanyagokra, a gyakoriságokra, technológiára, benne a személyi és technikai feltételrendszerre nem volt feltárható.

Felvetődik, hogy a 30 éves élettartam gyártói javaslat szerinti karbantartás ciklusrend milyen kapcsolatban van az üzemkészséggel. A menetrend szerinti forgalom lebonyolításához hány jármű szükséges és ehhez képest mekkora az járműállag, annak mekkora hányadát kell üzemképes állapotban tartani. Jelen helyzetben az üzemeltető látszólag könnyű helyzetben van, mert a

pályafelújítás miatt kiadandó járművek száma könnyen teljesíthető, csak a járműberuházással kapcsolatos különböző költségek jelentkeznek.

11.4. Megjegyzések, javaslatok

Korszerű járművek esetén, azok karbantartásához és tisztításához megfelelő személyi és technikai feltételek rendelkezésre állása esetén nagyvasúti gyakorlatban kívánatos és szinte „szabványszerűen” meg is valósul a járműállag 96 %-os rendelkezésre állása, természetesen nagyobb, mintegy 20 járművet meghaladó állagnagyság esetén.

A műszaki vizsgálódást végzők szerint az M3 – as vonalon üzemelő járművek rendszeres karbantartásához a technikai feltételek, beleértve a vágánykapcsolatokat is, megfelelőnek minősíthető. Technikai feltételeket illetően hiányolt: a kerékpárok futófelületeinek szabályozásához és javításához a *padlóalatti kerékeszterga*. Ennek nemléte, illetve más telephelyen megléte és az oda átmozgatás növeli a karbantartással, járműmozgatással kapcsolatos órák számát, forgalmi kapacitást köt le, és negatívan befolyásolja a járműállag rendelkezésre állását.

Az üzemkészégi elvárásokat, a járműkarbantartási tervezést, a járműtípusok gyengepontjainak meghatározását, azok elemzését segítenék a pálya mellé telepített járműdiagnosztikai berendezések.

12. A 9. műszaki jellegű kérdés

Az üzemeltető részére rendelkezésre álló dokumentáció alapján biztosításra kerültek-e az MWM által azok a feltételek, amelyekkel az üzemeltető maradéktalanul eleget tud tenni a karbantartási, üzemeltetési, javítási feladatainak (oktatások, dokumentációk, járművezető képzés, stb.).

12.1. Általános válasz

Általános válasz: járművezető képzés szempontjából *igen*, karbantartó személyzet szempontjából *nem teljes körűen* biztosítottak a feltételek.

12.2. Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

Az elvégzett szemlék és dokumentáció vizsgálat mellett személyes beszélgetések során elsősorban a szakmai oktatások kérdését vizsgáltuk. Referencia dokumentumok az oktatási folyamat-hoz kapcsolódó iratok, érkeztek 2020. augusztus 5-én.

12.3. Vizsgálati eredmények, megállapítások

A BKV és a MWM közötti szerződés rögzíti kellő mélységben és részletezettséggel, hogy a gyártónak milyen dokumentumokat kell, kellett biztosítania, mégpedig alapvetően kétféle irányultsággal: járművezetők továbbképzése, ill. új személyzet kiképzése (korszerű járműszimulátoros oktatás rendelkezésre állt) valamint a karbantartást végző műhelyi személyzet kiképzése az „új járművek fogadására”.

A járművek leszállítása megtörtént, azok üzemelnek. A BKV saját hatáskörében megfelelő hangsúlyt fektetett arra, hogy a járművezető személyzet, benne a szakoktatók és felügyeleti dolgozók oktatása és vizsgáztatása időben és elvárható színvonalon megtörténjen. E célkitűzés megvalósulását nagyban segítette a kellő színvonalú és részletes oktatási terv és az abban foglaltak realizálása.

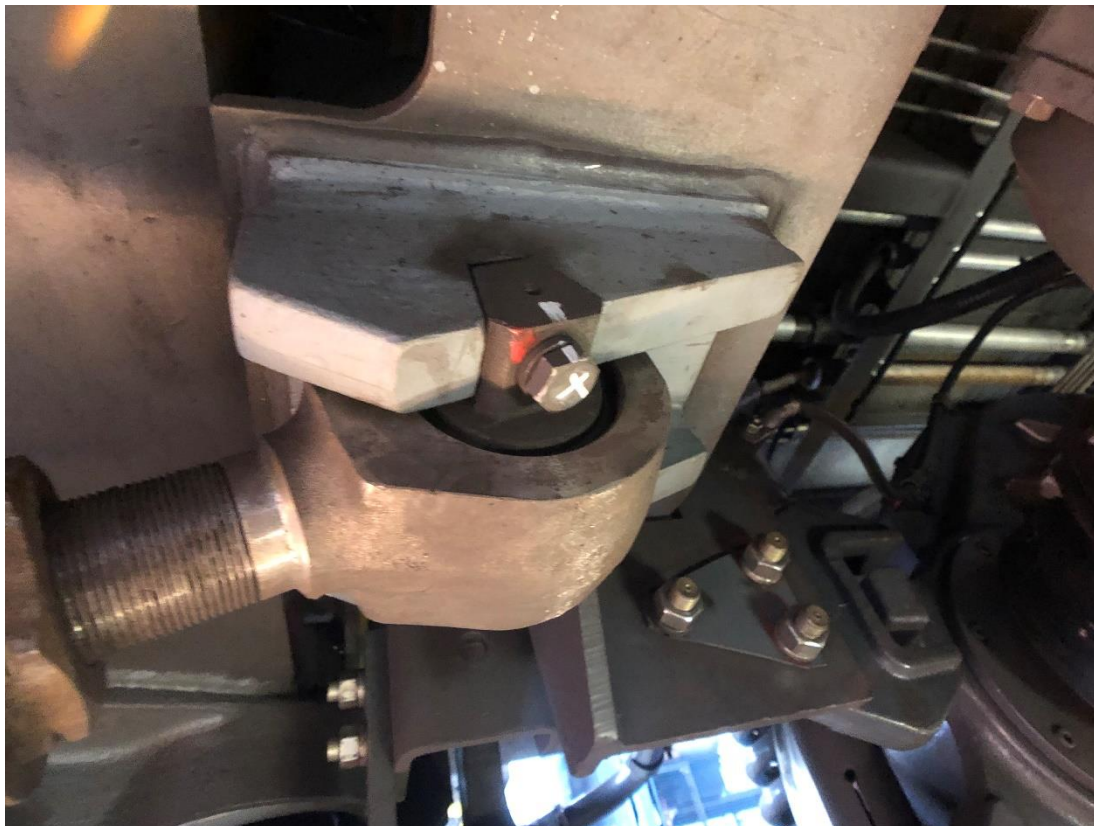
A járművezetői szimulátor a képzésben rendkívül hasznos, a pályázati műszaki terjedelem kötelező része volt.

A nyitott kérdés az oktatás oldaláról maga a karbantartás. Új berendezésekkel felszerelt járművekről lévén szó, azok karbantartásában nincs és nem is lehet meg a kellő gyakorlati tapasztalat, amely a BKV felelős vezetőivel lezajlott interjúk során is felismerésre és megemlítésre került. A kényszerű tapasztalathiány azonban ellensúlyozható *felelős előre tervezéssel*, amellyel az ebben rejlő kockázatok mérsékelhetők.

12.4. Megjegyzések, javaslatok:

A karbantartó személyzet oktatásáról kapott dokumentumok kellően alaposak, azonban minőségirányítási szempontból egységes rendszerbe foglalt formátum azonosítással nem rendelkeznek, javasolt az egységes formátumok és jelölésrendszer alkalmazása.

Továbbá a helyszíni szemlék során látható volt, hogy bizonyos megbontott elemeken nincs megfelelő nyomatéki jelölés (már említett módon a **6. fejezetben**). Fontos, hogy ezek alkalmazását megfelelő ellenőrzéssel kell betartani és betartani.



43. ábra: Nyomatéktám rúd bekötése, helytelen nyomatékra húzás jelöléssel, járműszemle, 2020. július 3.

13. A 10. műszaki jellegű kérdés

Tárja fel – felhasználva az üzemeltető eddigi, ez irányú tapasztalatait, észleléseit is – az M3 metróvonal felújítással egybekötött korszerűsítésén átesett járműveinek korrózió veszélyes gócpontjait.

13.1.Általános válasz

A gócpontok feltárása „részben” megtörtént. A „részben” szó használatát indokolja, hogy bizonyosan lesznek oly gócpontok, melyek csak az üzemelés későbbi fázisában lesznek azonosítva a kisebb konstrukciós vagy technológiai hibának, kevésbé nyilvánvalóan gondatlan járműgyártási, szerelési, karbantartási munkának köszönhetően.

13.2.Értelmezés, befolyásoló tényezők és feltételek azonosítása

A korróziós károsodás folyamata visszavezethető konstrukciós, kivitelezési okokra, és a fenntartás során nem megfelelő kezelésre.

13.3.Vizsgálati eredmények, megállapítások

A korróziós gócpontok feltárása részben megtörtént. A „részben” szó használatát indokolja, hogy bizonyosan lesznek olyan gócpontok, melyek csak az üzemelés későbbi fázisában kerülnek azonosításra, a kisebb konstrukciós vagy technológiai hibának, kevésbé feltűnően gondatlan járműgyártási, szerelési, karbantartási munkának köszönhetően.

A vizsgálat tervezésekor az állag 10%-a volt a vizsgálati célkitűzés, ez maradéktalanul megvalósult, mégpedig mindegyik szállítási ütemből (prototípus járművek, az „Együtműködési rend” életbe léptét megelőző majd követő széria járművek esetei) vett „mintavétellel”.

Előjáróban: a járművek nem a kivitt járművek felújított változatai. E járművek konstrukciójukban, bizonyos mértékben az előzőekben „elmondottakat” nem ismételve, valóban bizonyos főegységeket tekintve korszerűsítettek.

Hangsúlyozandó, hogy jelen vizsgálatl a járművekről **most** mintegy „fényképfelvétel” értékelésével készült eredményeket tartalmaznak.

Legfontosabbak ítélt gócpontok:

- A zsákos tolóajtók **zsákszerkezete** (utasbejáró ajtók). A **44. sz. képen** látható módon a víz kivezetése nem megfelelő, a padlószerkezetbe könnyűszerrel beszivároghat. Ez konstrukciós probléma.



44. ábra: A P1 szerelvény padló javítása során rögzített felvétel a zsákszerkezetről, forrás [61]

- A vizsgált „P1” járműnél **az utólagos javítás ellenére bizony van újra kezdődő rozsdásodás a tolóajtó zsákban**, melyet az endoszkópos vizsgálat bizonyított.



45. ábra: A P1 szerelvény padló javítása után újra kezdődő rozsdásodásról készült endoszkópos felvétel, járműszemle 2020.07.17

- A vezetőállások ajtajai, küszöb-betét környezete, itt elsősorban nem megfelelő illesztés esetén válhat veszélyessé a víz beszivárgása a padlószerkezet rétegeibe.



- **46. ábra:** A 668 psz motorkocsi feljáró és utasbejáró ajtó küszöbei járműszemle 2020.07.03-án

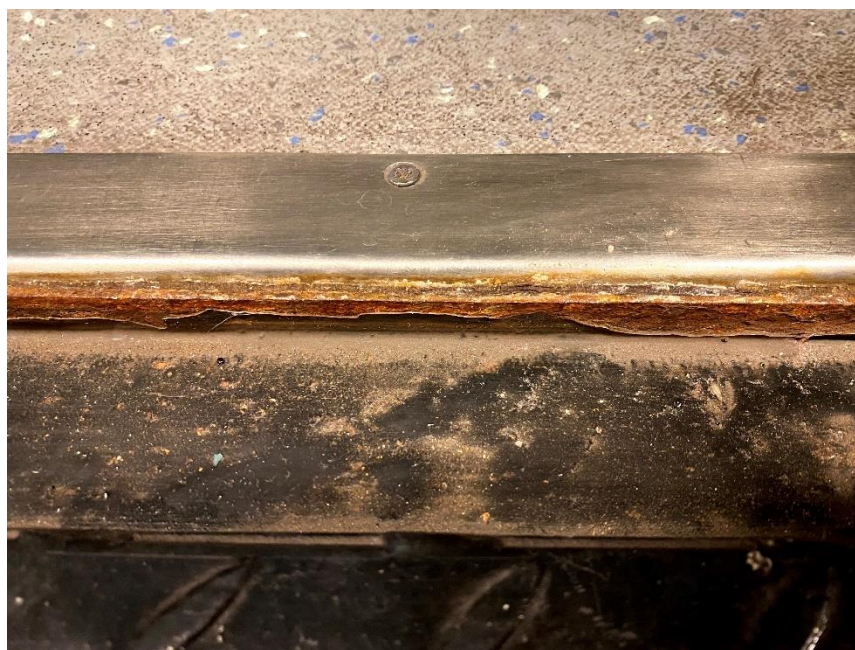


- **47. ábra:** A 668 psz. motorkocsi vezetőállás bejáró ajtó küszöb járműszemle 2020.07.03-án



48. ábra: A 668 psz. motorkocsi utasbejáró küszöb szerkezet mögötti vízfolyás nyoma, járműszemle 2020.07.03-án

- A járművek közötti **homlok átjáróajtók** és szerkezeti környezete.



49. ábra: A 668 psz. motorkocsi homlok átjáró ajtó küszöb szerkezet, korrózió megjelent járműszemle 2020.07.03-án



50. ábra: A 668 psz. motorkocsi homlok átjáró ajtó zárszerkezet, nem felfekvő tömítéssel
2020.07.03-án

- Megállapítandó, hogy az **utasbejáró ajtó küszöb kialakítás** nem egységes, a küszöb „sarok” kialakítása a régi szerelvényekkel véletlenszerűen (műszaki részlet dokumentációk hiányában nem bizonyított) egyezőséget mutat. **Gyártástechnológiai kérdéseket vet fel,** hogy eltérő a bejáró ajtók küszöb kialakítása, több járműnél azok azonosak a régi szerelvények küszöbkialakításával



51. ábra: Az új, és a véletlenszerűen az új járműveken is előforduló régi küszöb kialakítás
2020.07.31-én



52. ábra: A víz a küszöb és a padlót lezáró L profil között is bejuthat, járműszemle
2020.07.10-én

- Gócpontként kell megjelölni a **szellőzők, ventilátorok nyílásait**. Az ezen utóbbiakról készült fényképfelvételek és az itt végzett endoszkópos vizsgálatok eredményei is e megállapítást támasztják alá, a tető tartószerkezeténél, a ventilátorok környezetében már rozsdafoltok jelentek meg.



53. ábra: Endoszkóppal készített fénykép a ventilátor fészkében, a tetőszerkezet alatt megjelenő korrózióról, 612 psz. motorkocsi, 2020.07.24-én

- **Minden furat** korróziós góc, **főleg a zsákban** elhelyezkedők (ezek gyártáskor vagy utólagosan kerültek e járműszerkezet-részbe).



54. ábra: Reflektorfényben a felületvédelem, a hegesztés és az esőelvezető furat, 2020.07.10-én

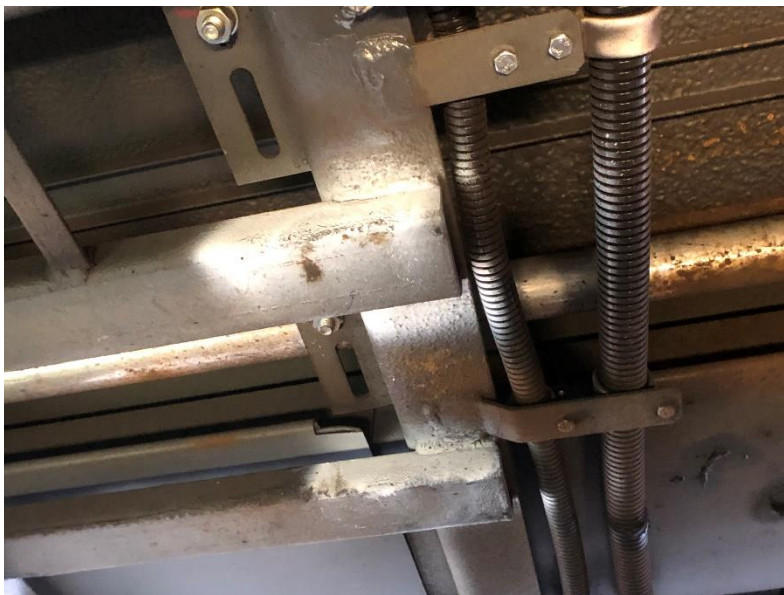


55. ábra: Vízleeresztő, de inkább „vízbevezető” funkcióval bíró furat, járműszemle 2020.07.10-én



56. ábra: A padlószervezetből véletlenszerű helyeken „érkező” lemez és facsavarok Járműszemle 2020.07.03-án

- A hegesztési varratok esetén problémás (kifejezetten az „U” szelvényű segéd tartók *nem kedvező konstrukciója*), hogy több esetben a gyártás után, az alvázvédő felvitele után készültek varratok. A varrat környezete ugyan meg lett tisztítva, de a bevitt hőmennyiség hatására fölhólyagosodott több helyen az alvázvédő anyag.



57. ábra: Korróziós károsodás veszélyét rejtik az „U” idomokból készített segéd tartók, különösen azok hibával terhelt hegesztési varratai, Járműszemle 2020.07.03-án



58. ábra: Korróziós károsodás veszélyét rejtik az szakaszos varratokkal kialakított burkolat elem illesztések, különös tekintettel a járművégeken, Járműszemle 2020.07.03-án

A vizsgálat azt mutatta, hogy a szállító a később szállított járműveknél a minőségek tekintve „mindinkább felnőtt a feladatához”, de ez nem jelenti azt, hogy – fényképekkel igazolt - rendkívül durva, mondhatni *gondatlan kivitelezési hibák ne fordultak volna elő akár a legfiatalabb járműveknél is.*

13.4.A folyásnyomok vizsgálata

A járműszemlék során minden jármű esetében észlelhető volt, rendre hasonló helyeken, tartószerkezeti elemek csatlakozásánál a vázszerkezeten fehér lerakódásokat hagyó folyásnyomok.

A folyásnyomokból a 2020. július 24-én tartott szemle során vett anyagminta vegyésztechnológiai vizsgálata kimutatta, hogy a lerakódás nagyrészt **klór, illetve ionos származékai alkotják.** A vizsgálat rövid leírását és eredményeit a **4. sz. melléklet** tartalmazza. **Kijelenthető, hogy a klór jelenléte a korróziós károsodás sebességét fokozza.**



59. ábra: Korróziós károsodás sebességét fokozó klór jelenléte, folyásnyomokban rakódik le, Járműszemle 2020.07.03-án



60. ábra: Korróziós károsodás sebességét fokozó klór jelenléte, folyásnyomokban rakódik le, Járműszemle 2020.07.10-én



61. ábra: Korróziós károsodás sebességét fokozó klór jelenléte, folyásnyomokban rakódik le, Járműszemle 2020.07.10-én



62. ábra: Korróziós károsodás sebességét fokozó klór jelenléte, folyásnyomokban rakódik le, Járműszemle 2020.07.10-én

14. A 11. műszaki jellegű kérdés

Állapítsa meg, hogy ezeken a helyeken mekkora az előfordulás valószínűsége a korrózióknak, illetve az MWM a felújítás során megtette-e a szükséges konstrukciós, technológiai intézkedéseket annak érdekében, hogy a korrózió kialakulása elkerülhető legyen. Amennyiben nem, vagy nem minden jármű esetében, úgy tegyen javaslatot az ez irányú, műszakilag kivitelezhető módosításokra, műszaki beavatkozásokra. Vizsgálja meg gócpontokként, hogy a korrózió megjelenése, annak mértéke befolyásolja-e az üzembiztonságot, a jármű élettartamot.

14.1.Általános válasz

Általános válasz: a vizsgálatok eredményeiből adódóan kijelenthető, hogy **nem kerülhető el jelenleg a korrózió megjelenése, és igen, minden azonosított gócpont és anomália befolyásolja a jármű várható élettartamát, bizonyos esetekben pedig az üzembiztonságot is.** E kérdés témáiban adott javaslatok együtt kezelendők a 12. és 13. kérdésekre adott válaszokkal, **a két következő fejezetben adjuk meg azokat.**

14.2.Vizsgálati eredmények és megállapítások

A Hatóság gyakorlatához hasonlóan, a megelőző fejezet megállapításait ismételve – 10 %-ot meghaladó „mintavételi” aránnyal dolgoztunk. Minden esetben ezeknél a vizsgált pontoknál többé-kevésbé jelen volt a klóros folyadéknak a jól megfigyelhető „folyásos” maradéka, amely a P'-jelű szerelvények esetében jóval nagyobb mértékben jelen volt (P1-nél endoszkópos vizsgálatot végeztünk a padlójavítás miatt a zsákokban is).

Megnézett járművek: P1-P2-P3; 4 db „S”. Kijelenthető, hogy a minőség P1-től S37-ig nőtt, a korrózió viszont minden járművön jelen van. A rozsdá nem volt mindenhol erősen jelen, de a folyás igen.

Első közelítésben egyenletes eloszlást feltételezve lehet kijelenteni előfordulást, mely ilyen módon. 75% is lehet.

A korrózió relatív gyakorisága a 7 szerelvényből álló mintában, ha csak az erős korróziót tekintjük:

$$P_{\text{korr}}=3/7\approx\mathbf{43\%}.$$

A klóros kifolyások relatív gyakorisága a mintában gyakorlatilag:

$$P_{\text{klór}}=7/7=\mathbf{100\%}.$$

A számítási modell hátterét a következő fejezet pontosítja.

A szállító a BKV által kért szükséges módosításokat nem tette meg maradéktalanul. Általánosságban – mintegy ismételve megállapítható, hogy a konstrukció jó, de a kivitelezés nem. Utólagosan készített varratok sokasága, pl. módosítottak a padló ragasztásán 'P' után – tett intézkedéseket, de lehet, hogy nem a szükséges mértékben. Egyik legfontosabb intézkedés: az ajtózsákok vízleeresztő furatai, amik szintén helyileg nem meghatározottak (sokszor a korróziót segíti elő), helyileg szór, eltérő méretekkel: Ø6, Ø8, Ø 10 mm. Javaslatot tudunk tenni a furatok kialakítására (nincs betétcső, nincs tömítés): milyen méretben, például peremesen, milyen levezető csővel, valamiféle tömítés technológiát kell alkalmazni azért, hogy ne folyjon bele a jármű padló rétegeibe a víz, mert akkor **a 2-es lemezt a klór csipkésre alakítja**. (A régi padló hullámlemez volt és szebben, gondosabban el voltak dolgozva a lemezek a küszöbnél.)

Az MWM már a gyártás során sem tette meg az összesen utólag indokoltnak ítélt lépést. Most egyébként látszik, hogy az együttműködés jó műszaki operatív szinten, törekednek arra, hogy, kijavítsák a problémákat – *de nem biztos, hogy helyes technológiával*. Erre sajnos sok példát láttunk a hegesztett kötések vizuális ellenőrzése során.

Az alvázra felfüggesztett részegységek tartó konzoljainak felhegesztése során készített varratoknál több hiányosságot tapasztaltunk, amelyek kérdésessé tehetik a hegesztők alkalmasságát is:

Az alábbi sorozatosan előforduló jellegzetes hibák erősítették meg ezt bennünk:

- nem megfelelő varratkezdés,
- nem megfelelő (néha bizonytalan) elektróda vezetés,
- nem megfelelően beállított hegesztési paraméterek (nagy áramerősség okozta szegélybeégések, stb.)
- nem megfelelő varrat befejezés (feltöltetlen végkráterek).

Több esetben láttunk olyan varratokat, amelyeket utólag az alvázvédelem után hegesztettek, de az elkészítendő hegesztési varratok helyét a hegesztés előtt nem készítették megfelelően elő fém tisztára. Ez utóbbit bizonyítják a varratok közelében (a hőzónában) a hegesztési hő hatására felhólyagosodott alvázvédő festék nyomok is. Idő kérdése csupán, hogy ez a megégett alvázvédő réteg mikor válik le a bevont felületről, szabaddá téve azt a korrózióknak.

Arról nem is beszélve, hogy ha a hegesztéskor (el nem távolított) megolvadt alvázvédő réteg bekerül a varratfémbe (pl.: függőleges, vagy fej feletti hegesztési pozícióban), az milyen varrathibákhoz, zárványokhoz, végső soron *a varrat nem megfelelőségéhez* vezethet.

A vizsgálatok során az üzemeltetőtől olyan fényképfelvételeket kaptunk, amelyek sorozatos tartó konzol repedéseket dokumentáltak.

A felvételekből egyértelműen arra lehet következtetni, hogy a konzolok vegyi összetételében a karbon, ill. a karbon-egyenérték olyan magas értéket ért el, ami már a hegeszthető értéket jóval meghaladva, törvényszerűen bekövetkező (varrat kezdésnél meginduló) repedésekhez vezetnek.

A pontos karbon-egyenértéket, ill. alapanyag összetételt csak akkreditált laboratóriumban elvégzett vizsgálatokkal lehetett volna meghatározni.

Az alkalmazott anyagminőséget nem lett volna szabad hegesztett szerkezetekhez

alkalmazni, azok további szerkezeti és anyagösszetételi vizsgálata indokolt. A konzolok nem kívánt törésből esetleg baleseti helyzet állhat elő, melyek megelőzésére további intézkedéseket haladéktalanul foganatosítani kell. Az, hogy ezt a megengedhetetlen hibát mi okozhatta, nem képezi tárgyát jelen vizsgálatnak.

15. A 12. műszaki jellegű kérdés

A megállapított előfordulási valószínűséget szükség esetén vizsgálatokkal ellenőrizze, illetve támassza alá. Mivel a járművek garanciálisak, a vizsgálatok során figyelembe kell venni, hogy a vizsgálat elvégzése nem járhat a garancia veszélyeztetésével, a jóállási kötelezettség részleges elvesztésével, illetve a garantált élettartam csökkenésével.

15.1. Általános válasz

A vizsgálatokat a megszabott feltételek betartásával eredményesen elvégeztük (vizuális, egyéb pl. folyadék penetrációs repedésvizsgálatok stb. A vizsgálatok a megállapításokat alátámasztották.

15.2. Vizsgálati eredmények, megállapítások

15.2.1. Módszer és tapasztalatok

Helyszíni szemléken, aknás vágányon, endoszkópos vizsgálatokkal kiegészített szemrevételezést végeztünk összesen 8 db szerelvényen:

- 1 db eredeti felújítás nélküli szerelvényen,
- a 3 db prototípus szerelvényen (P1, P2, P3) és
- 4 db széria szerelvényen (S4 – S37).

A helyszíni szemléken tapasztaltak hatására, az alvázak különböző pontjain látható kifolyások maradványaiból mintát vettünk, amelyet a vegyi összetétel megállapítása céljából *laboratóriumi kémiai vizsgálatnak* vetettünk alá.

Nyilatkozat: A vizsgálatok során figyelembe vettük, hogy a járművek garanciálisak, ezért a szemrevételezés, az endoszkópos vizsgálatot is ideértve, valamint a felületekre kifolyt és megszáradt anyag mintavételezése nem járt semmilyen tekintetben az alkatrészek sérülésével, a garancia veszélyeztetésével, illetve elvesztéssel (jóállási kötelezettség részleges elvesztésével és a garantált élettartam csökkenésével sem).

Nem csak a hegesztési varratok minősége, hanem a korrózió megjelenés szempontjából is kijelenthető, hogy a gyártási minőség P1 jelű első prototípus szerelvénytől az utolsóként elkészült S37 jelű sorozat szerelvényig javult.

Erős korrózió bizonyított mindhárom (P1, P2, P3) prototípus szerelvény kocsijain. A padlólemezeken térfogati korrózió jelentkezett, csipkés szélű teljes átllyukadással (**63. ábra**). A korrózió elérte az oldallemezek és az oldalsó U oszlopok alsó kb. 50 mm-es részét is (**64. ábra**). *Enyhébb*

korróziós jelek láthatók a megvizsgált széria szerelvények járművein. Az S jelű szerelvényeken enyhébb korróziós jeleket tapasztaltunk, és ezt támasztja alá a BKV kérésére az MWM szakemberei által néhány széria szerelvényen végrehajtott szűrőpróba szerű padlómegbontások eredménye is.



63. ábra: Erősen korrodált, átlukadt padló a P1 szerelvényben [61] (2019.12.10.)



64. ábra: Erős korrózió a P1 szerelvény padlóján, amely az oldallemez és az oldalsó U oszlopok alsó részét is elérte [61] (2019.12.05.)

Mind a 7 megvizsgált felújított szerelvényen észleltük a fehér színű, rászáradt kifolyásokat az alváz legkülönbözőbb pontjain, sokszor igen tekintélyes mennyiségben (**65. ábra**). A kifolyásokból vett mintát kémiai vizsgálatnak vetettük alá. A feltételezést, miszerint a mosáshoz használt tisztítószer maradványáról van szó, igazolni látszik a laboratóriumi vizsgálat eredménye, amely kimutatta, hogy ez az anyag jelentős klórtartalommal bír. Klór (Cl^- klorid ion) jelenléte pedig a korróziót erősen fokozza. A klór korróziót fokozó „képessége” már az 1900-as évek eleje óta ismert, azonban a pontos (koncentrációtól, behatási időtől, nedves–száraz ciklusoktól, stb. függő) hatásmechanizmusai a mai napig a műszaki kémiai kutatások aktív területét képezik.

A klór tartalmú kifolyások látható nyomainál jobb vizsgálati *indikátor* keresve sem található annak kimutatására, hogy a mosófolyadék bejut a padlószerkezetbe, majd szétterjedve utat keres magának az alváz alja felé.



65. ábra: Klór tartalmú maradványok a padló alatt, az alváz legkülönbözőbb pontjain (2020.07.10.)

15.2.2. Előfordulási valószínűség

A járműflotta 37 hatkocsis szerelvényből áll, azaz összesen 222 darab kocsiból. Vizsgálatunkban *megfigyelési egységnek* a hat kocsiból álló *szerelvényt* tekintettük, egyrészt ez indokolt műszaki szempontból, mivel a kocsik az üzemben is szerelvényben (vonatban), mégpedig mindig azonos összeállításban vesznek részt, másrészt a mintavételezés során is teljes szerelvények vizsgálatára nyílt mód, nem pedig egyes kocsikéra. Ez a vizsgálat eredményeit érdemben nem befolyásolja, a kapott eredmények értelemszerűen átszámolhatók kocsikra is.

A statisztikai értékelés *alapsokaságának* a teljes flottát tekinthetjük, amely tehát $M = 37$ darab szerelvényből áll. Ebből az alapsokaságból kiválasztottunk 7 szerelvényt a Vizsgálati módszereket leíró szakaszban felsoroltak szerint, vagyis ezek képezik az $m = 7$ elemű mintát. A mintában az erős korrózióval terhelt „egyedek”, megfigyelési egységek, azaz szerelvények száma $n_k = 3$, míg a klóros kifolyással terhelt megfigyelési egységek száma $n_c = 7$, vagyis mind.

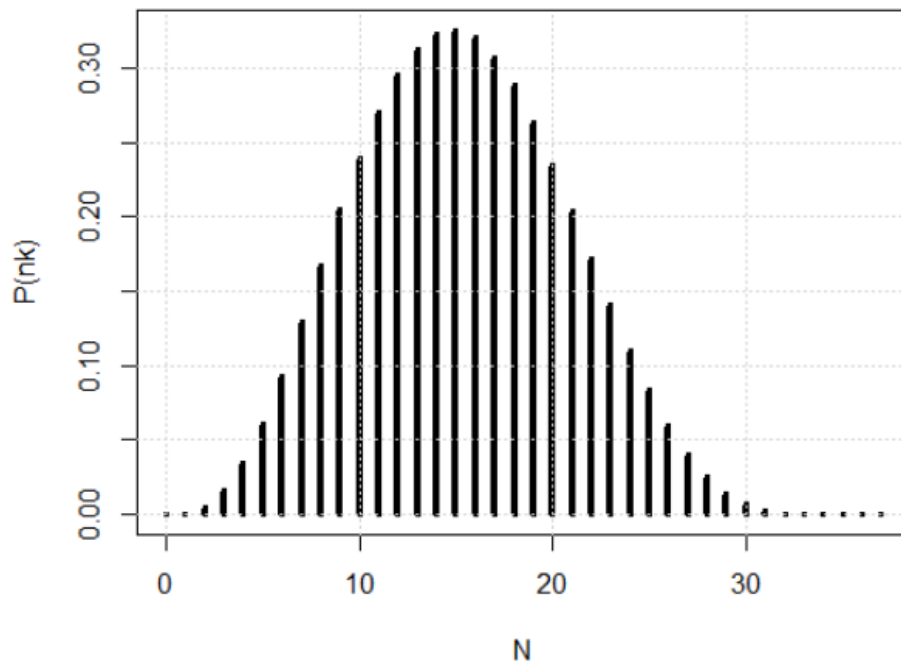
Az eredeti kérdésselvetés első közelítésben lényegében úgy fogalmazható meg, hogy vajon az alapsokaságban mennyi az erősen *korrodált szerelvények száma összesen*, vagyis $N_k = ?$, illetve mennyi a klóros kifolyással terhelt szerelvények száma, vagyis $N_c = ?$

A korrózió relatív gyakorisága a 7 szerelvényből álló mintában, ha csak az *erős korróziót* tekintjük: $\bar{p}_k = \frac{n_k}{m} = \frac{3}{7} \approx 43\%$. A klóros kifolyások relatív gyakorisága a mintában gyakorlatilag: $\bar{p}_c = \frac{n_c}{m} = \frac{7}{7} = 100\%$.

A feladat az ismétlés nélküli mintavétel tipikus esete, amelyet a hipergeometrikus eloszlás jellemez. A hipergeometrikus eloszlásnak három paramétere van: M , N és m :

$$P(\xi = n) = \frac{\binom{N}{n} \binom{M - N}{m - n}}{\binom{M}{m}}$$

A kifejezésben ξ valószínűségi változó jelenti a mintában az adott tulajdonsággal (pl. „korrózióval terhelt” vagy „klóros kiválással terhelt”) rendelkező elemek számát. A $P(\xi = n)$ kifejezés pedig annak az eseménynek a valószínűségét fejezi ki, hogy a mintában az adott tulajdonsággal rendelkező elemek száma éppen n . Jelen statisztikai vizsgálatnál azonban az n értéke (pontosabban az n_k , illetve az n_c) az ismert, viszont keressük a hozzá tartozó N -et (pontosabban N_k -t, illetve N_c -t). A maximum likelihood módszer alapján azt az N értéket kell kiválasztanunk, amelyik mellett a konkrét mintánkban tapasztalt n a legnagyobb valószínűséggel jelentkezik. Ehhez kiszámolhatjuk az összes lehetséges N -re (0-tól 37-ig) a fenti valószínűségeket, lásd **66. ábra**, amely módszerrel a korrodált szerelvények várható száma a flottában $N = 15$.



66. ábra: A flottában lévő korrodált szerelvények számának numerikus becslése

Másik egyszerűbb módszer, abból indul ki, hogy a hipergeometrikus eloszlás várhatóértéke $\mathbb{E}\{\xi\} = m \cdot \frac{N}{M}$, amelyet átrendezve N -re a következő becslés adódik: $N = \frac{n}{m} \cdot M$. Ez alapján a korrodált szerelvények várható száma a flottában $N_k = \frac{n_k}{m} \cdot M = \frac{3}{7} \cdot 37 = 15,8$, amit lefele kerekítve ugyanazt kapjuk, mint a maximum likelihood becsléssel. A korrózió valószínűségét az egész flottára nézve a becsült relatív gyakorisággal azonosíthatjuk, vagyis $p_k = \frac{N}{M} = \frac{15}{37} = 40,5\%$. A kapott érték egyébként csak kis mértékben (a szükséges kerekítés miatt) tér el a mintabeli \bar{p}_k relatív gyakoriságtól. A korrózió flottabeli valószínűsége úgy is felfogható, hogy ha *jelen időpontban* találmra kiválasztunk egy szerelvényt, akkor az 40,5% valószínűséggel lesz egy korrózióval terhelt szerelvény. Azonos megfontolások alapján könnyű belátni, hogy a klóros kifolyás flottabeli valószínűsége 100%-ra adódik.

Az egész flottában korrózióval terhelt szerelvények számának várhatóértékére nézve intervallum becslést is adhatunk, alapvetően a fenti képlet felhasználásával, a kumulált valószínűségek segítségével. „Kézi számítással” azonban ez meglehetősen körülményes, ezért általában két lehetőség kínálkozik:

1. A hipergeometrikus eloszlást binomiállissal közelítjük, majd ennek segítségével végzünk közelítő „kézi” számítást.
2. A pontos számítás számítógépes program (vagy célszoftver) segítségével végezhető el.

Az 1. pont szerinti közelítő módszer alkalmazásának feltétele, hogy az alapsokaság elég nagy ($M \geq 60$), az adott tulajdonsággal rendelkező egyedek aránya pedig elég kicsi ($\frac{N}{M} \leq 0,1$) legyen. Jelen esetben ezek nem teljesülnek, ezért a 2. pont szerinti eljárást alkalmaztuk. Ebben a megközelítésben végeredményben azt mondhatjuk, hogy a [4 – 30] darab szerelvény által meghatározott „intervallum” $(1 - \alpha) = 95\%$ -os megbízhatósági (konfidencia) szinten, vagyis $\alpha = 5\%$ -os hiba valószínűséggel lefedi a korrózióval terhelt szerelvények számának várhatóértékét, ami talán jobban érzékelteti a mintavételezésen alapuló valószínűségbecslés nagy bizonytalanságát is. Ugyanakkor, mindezekből egyértelműen következik, hogy a flotta alapos átvizsgálása indokolt és javasolt!

Természetesen azon információ alapján, miszerint a gyártó az S4 szerelvénytől kezdve változtatott a padló szigetelésén jogos lehet az a kiindulás is, hogy az alapsokaság nem homogén, hanem legalább két „rétegből” áll, vagyis külön kellene kezelni a P jelű prototípusok és az S jelű szorozat szerelvények korróziós problémáját. A megvizsgált S jelű széria szerelvényeknél csekély korróziós jelek voltak csak, ugyanakkor a klóros kifolyás *általános* előfordulása arra utal, hogy a széria járműveknél sem lett tökéletes a padló, illetve az ajtóküszöbök szigetelése. Sőt, a P1 szerelvényen, a padló javítása után is megjelentek korróziós nyomok. Márpedig, ha kisebb mértékben is, de a klóros folyadék vagy egyszerűen esővíz bejut a padlólemez rétegei közé, akkor ott megindul a korrózió, legfeljebb valamivel lassabban, mint a prototípusoknál.

15.3. Megjegyzések, javaslatok

A járművek karbantartási ciklusrend szerint esedékes szétszereléses tervezett vizsgálatai során a technológiát előzetesen módosítani, kiegészíteni szükséges:

A hegesztési varratok vizsgálatának kiterjesztése és pontos technológiai meghatározása szükséges a vizsgálati anyagban meghatározott hiba kategóriák szerint;

A jármű tisztítás során alkalmazott technológiát részleteiben át kell vizsgálni, a klór eredetét fel kell tárni.

(A javaslatok megvalósítása karbantartási költségnövekedést eredményezhet, de mivel LCC számítást a megrendelő nem kért, az ajánlattevő nem adott, így ez invariáns a projekt szempontjából.)

16. A 13. műszaki jellegű kérdés

Vizsgálja meg az üzemeltető által már feltárt korróziós hibák esetében az azok megszüntetésére, kijavítására kidolgozott MWM technológia megfelelőségét, szükség esetén tegyen javaslatot azok módosítására. Hasonlóképpen járjon el a korrózió ismételt előfordulásának megakadályozása érdekében az MWM által javasolt, alkalmazott utólagos konstrukciós módosítások, azok kivitelezése kapcsán is. Vizsgálja meg, hogy e korróziós hibák befolyásolják-e jármű üzembiztonságát, a jármű élettartamát.

16.1. Általános válasz

Az MWM által javasolt javítási technológián *lehet és kell is javítani*. Igen, a korróziós hibák negatívan befolyásolják a jármű üzembiztonságát és élettartamát, ami nem azt jelenti, hogy megfelelő karbantartással a 30 éves üzemidőt ne lehetne elérni.

16.2. Vizsgálati eredmények, megállapítások

16.2.1. Általános megjegyzések a javítási technológiához

Az MWM által kidolgozott első javítási technológia javaslat (78183 sz. 2019.09.24.) nem tartalmazta az acél padlólemez és az oldalfal U oszlopainak javítását. Ebben még csak a linóleum és a furnér padlólapok cseréje szerepelt. Ennek talán az az oka, hogy a hiba első külső jele a P1 szerelvény padlójának felpúposodása volt az ajtók előtti részeken. Csak a padló megbontása után derült ki, hogy „cseppet nagyobb” a probléma, az acéllemezek is korrodáltak, sőt helyenként *már át is lyukadtak*. Mindez alig 3 év üzemidő után történt, tehát nyilvánvaló, hogy ez a jármű az MWM által vállalt 30 éves üzemidőtől igen messze van. Itt kell megemlíteni, hogy a 2015. május 27-ei keltezésű, MWM által benyújtott ajánlatban „A vállalt élettartamot igazoló számítási mód vagy eljárás bemutatása...” című *J1 jegyzék* [2] még a legfeljebb 39 év üzemidővel rendelkező felújítás előtti járművek eredeti vázszerkezetére becsült *64 év üzemidőt*, azaz még 25 év maradvány üzemidővel számolt. Hozzá kell tenni, hogy az MWM e számításos becslés elkészítésekor még valószínűleg nem volt teljesen tisztában a felújítás előtti szerelvények vázszerkezetének tényleges korróziós állapotával. Mindez azt jelenti, hogy az MWM *műszaki becslése* az új vázszerkezeti elemek korróziós szempontú *élettartamára 64 év*.

A padló feltárását követően keletkezett, MWM által készített dokumentumokban kétféle lemezjavítási technológia leírás jelenik meg:

1. A lemezek kivágása és új behegesztése;
2. Az új lemez darab átlapolts rögzítése popszegeccsel a 4 sarkán, majd körbe ragasztása, szigetelése.

Végül ezek közül az 1. változat valósult meg, amely valóban lehetővé teszi az eredeti műszaki állapot helyreállítását. A korróziómentesítést, illetve stabilizálást követő helyreállítási eljárás lényegében megfelel az új padló gyártási technológiájának. A kötbér mérséklése céljából az MWM kérte és vállalta, hogy mivel két nap alatt egy kocsin elvégzik a munkát, harmadik napon a szerelvény forgalomba adható, majd újabb két napos munka következik, így *nagyjából 1 hónap* alatt végeznek egy szerelvényvel.

16.2.2. A korrózió okainak feltárása

A fentiekben tárgyalt klór tartalmú mosószer minden bizonnyal gyorsítja a korróziót, azonban nem ez a korrózió megjelenésének alapvető és egyedüli oka. *A fő probléma, **hogyan a víz, akár az esővíz is, egyáltalán bejut a padló szerkezetbe!***

A kocsipadlója alá legfőképpen a következő úton jut be a víz: egyrészt az ajtóról lefolyik a küszöb vályújába, másrészt közvetlenül bejut az ajtózsebekbe is. A küszöb vályújába és az ajtózsebbe bejutó víz egyszerűen nem tud másképp távozni, mint a padló alá. Az új kialakításból ugyanis hiányzik az alsó sarkokban a vízkivezetés, amely a régi, felújítás előttinél még megvolt. Ez egy érthetetlen konstrukciós módosítás a korábbihoz képest, amit a peron melletti átlépési távolság csökkentésére a küszöb elé felszerelt műanyag lécz alkalmazása nem indokol. A zsebbe vagy a küszöb vályújába bejutó víznek nincs más útja, minthogy az ajtózsebben lévő vezetősínt megkerülve (69. ábra) átitassa a fapadlót, illetve befolyjon alája. Ez a víz felduzzasztja a fapadlót, penészedést, az acéllemezen pedig korróziót okoz. A víz máshol, például a küszöb és a padlót lezáró L-profil között is bejuthat a padló alá.



67. ábra. Új küszöb vízkivezetés nélkül (2020.07.10.)



68. ábra. Régi küszöb vízkivezetéssel (2020.07.31.)



69. ábra. A P1 szerelvény egyik ajtó vezetőcsínje a burkolat lebontása után.
Kék: „a víz útja”, Narancssárga: „a megépítendő gát” [61]



70. ábra. A víz a küszöb és a padlót lezáró L profil között is bejuthat [61]

16.2.3. A javítási technológia értékelése

Az MWM által javasolt javítási technológia nagyrészt megfelelő abban az értelemben, hogy helyreállítja a padló és az oldalfal U tartójának eredeti műszaki állapotát. Sőt, az is pozitívum, hogy törekszik a hiba okának kiküszöbölésére is, vagyis az ajtózsebből a vízvezetés megoldására.

A 2020. június 17-én tartott szemle során megállapítást nyert endoszkópos vizsgálat segítségével, hogy a korrózió nagy valószínűséggel újra megjelent az ajtózsebek szerkezetében, **lásd 71. és 72. ábrák.**



71. ábra. A „P1” szerelvény egyik ajtózsébében endoszkóppal készített felvétel, 2020.07.17.



72. ábra. A „P1” szerelvény egyik ajtózsébében endoszkóppal készített felvétel, 2020.07.17.

A vízvezetés megoldása érdekében változó, 6-8-10 mm átmérőjű furatokat készítettek az ajtózsébben, az ajtó vezetősín és a külső lemezburkolat közötti részen lefelé, lásd **71. ábra**.



71. ábra. Vízleeresztő furat alulról nézve. Jól megfigyelhető a klóros kifolyás maradványa a főhossztartó felső övlemezének pereme mentén (2020.07.10.)

A furatokkal azonban több probléma is van:

1. Az üzemeltetési tapasztalatok azt mutatják, hogy e furatok hamar és rendszeresen elszennyeződnek, eltömődnek, így pedig tervezett funkciójukat nem tudják megfelelően ellátni.
2. Tisztításuk külön személyzetet, technológiai időt, és mint ilyen járulékos költséget jelent.

3. Gyakran „eltalálják” az alváz *főhossztartó*(!) felső övlemezének peremét (**71. ábra**), ami feszültséggyűjtő helyként szilárdsági problémákat vetít előre.
4. A furatokon lefolyó víz könnyen be tud szivárogni a főhossztartó felső övlemezé és a padlólemez közé. Az itt esetlegesen megjelenő korrózió az előbbi pont szerinti veszélyt *csak tovább fokozza*.



74. ábra. A P1 jármű padlójavítást követő eltérő alvázvédő bevonatai, járműszemle 2020.07.17.

A javítást követően a padlózat alsó új lemezfelületeit a gyártáskor alkalmazott alvázvédő anyaghoz képest eltérő anyaggal vonták be, lásd **74. ábra**.

16.3. Megjegyzések, javaslatok

16.3.1. Javaslatok az alkalmazott javítási és egyéb biztosítási technológiákkal kapcsolatban

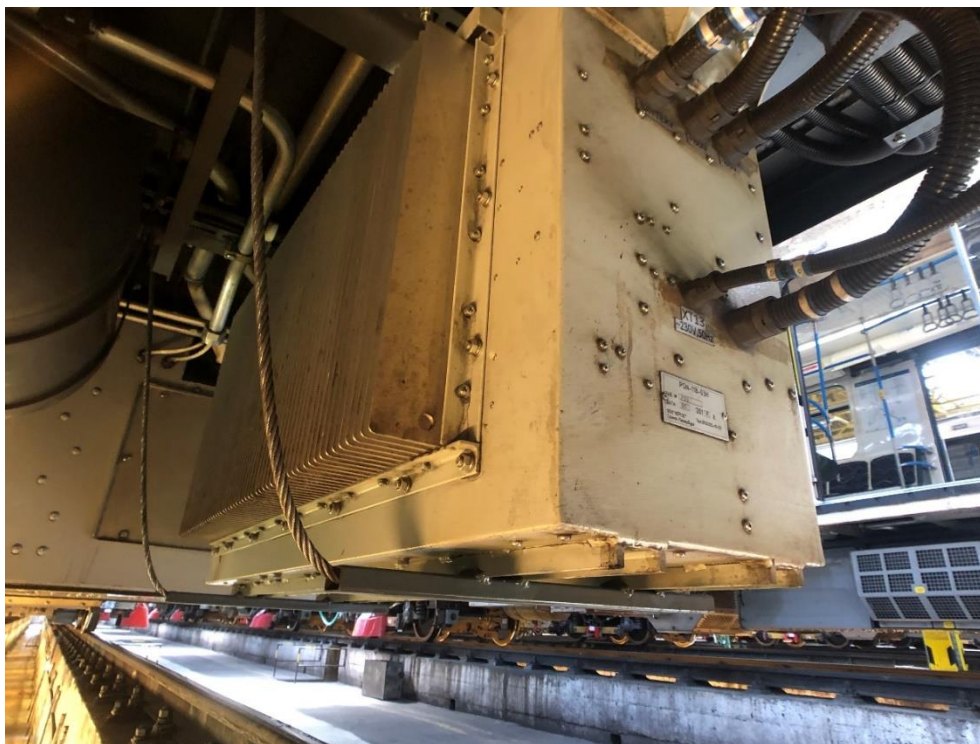
Az alábbi pontokban összegezzük a padló korróziós hibájának javítására az MWM által alkalmazott technológia fejlesztésére vonatkozó javaslatainkat:

1. Az újabb vízlevezető furatok helyét – ha készülnek – úgy kell kimérni, hogy az alváz főhossztartó mellé kerüljenek, vagyis azt ne érintsék.
2. A meglévő furatoknál egy kis alul kinyúló, felül azonban a padló síkjába beragasztott peremes műanyag **csövet kell beragasztani**, amely így az alváz alatt megakadályozná a víz bejutását a főhossztartó és a padlólemez közé.
3. El kell zári a víz útját az ajtózsebben a vezetősín mögött a (69. ábra) narancssárgával jelzett helyén, például egy kis lemez behegesztésével vagy szigeteléssel.
4. Legalább az ajtók és az ajtózsebek környékén a furnér padló leragasztásakor a ragasztó anyaggal folytonos szigetelő vonalat kell kiképezni a küszöbök és az ajtózsebek körül. A vízzárást tovább javítandó, az ajtó és az ajtózsebek melletti furnér lemezek oldaléleit vízálló, impregnáló bevonattal is el lehetne látni.

5. A küszöb és a padlót lezáró L-profil között is különös gondossággal kell a szigetelést elvégezni, lásd (70. ábra).
6. Megfontolandó a vízvezetés utólagos kialakítása az oldalajtó küszöbök két végénél is.
7. Megfontolandó az esetlegesen alkalmazott további padló rögzítő kötőelemek alkalmazásának szükségessége, módszere, elhelyezése lásd **75. ábra**.
8. Megfontolandó, a különösképpen utólagosan elhelyezett acélsodrony biztosító elemek alkalmazási technológiája, szigorítása, lásd **76. ábra**. Megállapítható, hogy sokszor a sodronyok rögzítése laza, mely egy esetleges konzoltörés esetén lineáris rugó mivoltából további energiát vihet be a „leeső” rendszer lengésébe, mely beláthatatlan következményekkel járhat. A sodronyok alkalmazása rendkívül körültekintő megelőző számítást, technológiai tervezést, és rendszeres, megfelelő ellenőrzést (feszesség) igényel.



75. ábra. A 'P1' szerelvény padló bontása során összegyűjtött különféle padló rögzítésre alkalmazott kötőelemek [61]



76. ábra. Acélsodrony biztosító elemek alkalmazása, járműszemle 2020.07.03-án [61]

16.3.2. A jármű üzembiztonsága és élettartama

A fentebb elmondottak alapján kijelenthető, hogy ilyen mértékű korróziós hibák az anyagvastagság csökkenése (padló, oldallemez, oldalfal U-tartó) és a javítás jelentős időszükséglete miatt *negatívan befolyásolják a jármű üzembiztonságát és élettartamát*, ami azonban nem azt jelenti, hogy megfelelő karbantartással a 30 éves üzemidőt ne lehetne elérni.

A járművek mosásához használt tisztítószer, illetve tisztítószeranyagát felül kell vizsgálni korróziós hatás szempontjából, és szükség esetén *más típust kell választani*. Megfontolandó olyan kifejezetten korróziót gátló szerek, adalékok alkalmazása a mosószerben, amelyek a mosó hatást nem gátolják. Ezekon kívül, a 15.2.2. szakaszban írottak figyelembevételével, nyilvánvalóan szükséges egy átfogó, az *összes kocsi*ra kiterjedő vizsgálat, amely a szemrevételezésen túl, például szétszerelés nélküli lemezvastagság mérést és szükség esetén a padló lokális megbontását is magában foglalja.

Mellékletek

1. **Melléklet: Szolgáltatott anyagok rendszerzett összefoglaló táblázata**
2. **Melléklet: Vázszerkezeti hegesztett kötések varratvizsgálati jegyzőkönyvei**
3. **Melléklet: Vélemény az M3 metró padlóburkolat tűzállóságával kapcsolatban**
4. **Melléklet: M3 metrókocsin kivált anyag vizsgálati jegyzőkönyv**