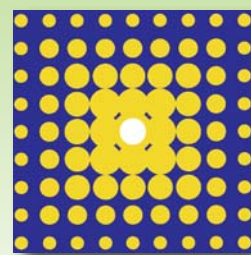


VASÚTI / VEZETÉKVILÁG

2021/3



A GSM-R jövője

A munkavezeték

ETCS kulcskezelés



VASÚTVILL KFT.



1106 Budapest,
Jászberényi út 90.



[www.vasutvill .hu](http://www.vasutvill.hu)



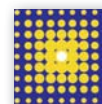
info@vasutvill.hu

VASÚTVILL
több mint 70 éve a vasútvillamosítás szolgálatában

Tartalom • Inhalt • Contents

Bodon Gábor CSAK EGY SZÓRA...	2
Antal László, Török Imre Az ETCS L2 kulcsmenedzsment elméleti és gyakorlati alapismeretei <i>Theoretische und praktische Kenntnisse der ETCS L2-Schlüsselverwaltung</i> <i>Theoretical and practical knowledge of ETCS L2 key management</i>	3
Csoma András A nagyvasúti munkavezeték kiválasztásának és alkalmazásának aktuális kérdései <i>Die aktuelle Fragen der Auswahl und der Benutzung des Fahrdrachts des Bahnüberleitungssystems</i> <i>Actual questions about selection and usage of catenary wire</i>	8
Pete Gábor A GSM-R jövője <i>Die Zukunft von GSM-R</i> <i>Future of GSM-R</i>	16
Pálmai Ödön, Pálmai András A K120 hosszlánc alkalmazási kérdései 2. <i>Anwendung der K-120 Längenkette – Teil 2.</i> <i>Use of K120 auto-tension catenary wire – Part 2.</i>	23
Rétlaki Győző Biztberes tudásmorzsák <i>Bildungsbrocken über die Eisenbahnsicherungstechnik</i> <i>Knowledge-crumbs about signalling</i>	26
Gergely Balázs Siemens ETCS L2 projektek Magyarországon <i>Siemens ETCS L2 Projekte in Ungarn</i> <i>Siemens ETCS L2 projects in Hungary</i>	30
BEMUTATKOZIK: GARAGULY ZOLTÁN	33
FOLYÓIRATUNK SZERZŐI	36

VASÚTI
VEZETÉKVILÁG



Vasúttechnikai szaklap

V. évfolyam, 3. szám

Weboldal:

www.kozlekedesvilag.hu

Címlapfotó:

A mócsényi alagút nyugati portálja, előtte az AS485 MAS fedezőjelzős sorompó.
Fotó: Jentetics Krisztián

Kiadja:

CARGO Közlekedési Kft.

Felelős kiadó:

Machos Ferenc
ügyvezető igazgató

Szerkesztőbizottság:

Csikós Péter
Csoma András
Dr. Erdős Kornél
Galló János
Gelányi Gyula
Dr. Héray Tibor
Dr. Hrivnák István
Molnár Károly
Németh Gábor
Pálmai Ödön
Pete Gábor
Dr. Rácz Gábor
Dr. Tarnai Géza

Főszerkesztő:

Kirilly Kálmán

Felelős szerkesztő:

Tóth Péter

Német összefoglalók fordítása és lektorálása:

Ihász Jácint, Takács Károly

Előfizetés:

kozlekedesvilag.hu/elofizetes

Hirdetésfeladás:

zambo@kozlekedesvilag.hu

Nyomdai előkészítés:

Sprint Kiadó Kft.

Nyomás:

Vareg Hungary
Felelős vezető:
Egyed Márton
ügyvezető igazgató

HU ISSN 2559-8961

101. megjelenés

A lap korábbi számai digitális formában a kozlekedesvilag.hu oldalon tekinthetők meg.

Csak egy szóra...*



Bodon Gábor
VDSZSZ Szolidaritás,
TEB tagozatvezető

Egy pályakezdő szakember kalandjai a MÁV-nál, avagy gondolatok a TEB szakmák utánpótlásáról

Érezzük, látjuk, tudjuk, hogy öregszik és fogy a szakma. Sajnos ma már olyan munkavállalók is bekerülnek a hibaelhárítási célú rendelkezésre állásba, akiknek nem sok esélyük van a nem kívánt események gyors és szakszerű elhárítására. Látni kell ezt a munkáltatónak is, figyelni a korlátot.

Nincs már Mechwart vagy Bebrits, nincsenek kifejezetten „vasutas műszakiakat” képző iskolák. Nagyobb baj, hogy a hasonló szakmában képző állami intézmények által kibocsátottak sem érik el sok esetben az elvárt szakmai színvonalat. Az egyik – már nem vasútnál dolgozó – erősáramú főnökségvezetőnk-től hallottam, hogy létezik olyan frissen végzett mérnöke, aki nem ismeri az Ohm-törvényt.

Miért nem jönnek hozzánk lelkes új műszerészek, villamos szakemberek? Mivel biztatjuk a munkaerő-utánpótlást?

Jelzem, hogy a HR-ben „Z”-generációs munkavállalóknak hívjuk a friss fiatalokat, és így is kellene figyelembe venni a generáció sajátosságait. Az egyszerűség kedvéért a továbbiakban nézzük meg Zé esetét a TEB-szakmával.

Amikor Zé villamos szakemberként véggez, szívesen látjuk (persze, tudom, nem csak villamos szakembereket keresünk).

A MÁV-nál rögtön – persze, csak miután megfelelt az úrhajósoknak kitalált orvosi vizsgálat feltételeinek – megkínáljuk a garantált bérminimummal, ami jelenleg 210 600 Ft, ennek nettója nagyjából **140 000 Ft**. Összehasonlításképpen a KSH adatai szerint a legkevesebbet kereső szálláshely vendéglátás kategóriában is meghaladja ezt a szintet a maga bruttó 236 800 Ft-jával, de korosztályi összehasonlításban a 25 év alattiak esetében se alacsonyabb a kereset 278 600 Ft-nál.

Ha emberünk ezek után is vasutas szeretne lenni, illetve maradni, akkor mehet „alaptanfolyamra”, ahol olyan jó dolgokról kap elméletben felvilágosítást, amiről eddigi életében nem hallott, el sem tudja képzelni, hogy milyen egy D70-es váltóegység.

De még nem jött el a tavasz, és még mindig meleg helyen lehet a tanfolyamon, tehát Zé marad.

Beiskolázzuk forgalmi tanfolyamra, ami nem ám a szakma hőskorából maradt ránk: egy 2011-es rendelet léptette hatályba, itt aztán olyan fontos, mindennap hasznos dolgokat tanulhat a leendő felsővezeték-szerelő, mint a „vonatok forgalomba helyezése és lemondása” (14.2.1.).

Ennek megreformálásában már majdnem értünk el sikert, hiszen a Vasutas magazin 2020. január/februári számában a humánpolitikai vezérigazgató-helyettes bejelentette a változásokat, de ez a mai napig **nem valósult meg**.

Miután minden papírja összejött, Zé végre megkaphatja a bértáblázat szerinti besorolási bérét, kérem, nézzétek meg, kinek mennyi.

Azután bele a mélyvizbe, jöhet – hogy kicsit többet keressen – a készenlét, túlórázhat, az a jó, ha minél többet van távol a családtól, a megszokott (elvárt) szociális kapcsolataitól, mert hát – ahogy mondanunk szoktuk – a mi fiatalkorunkban is így volt. *Csak jelzem: ma már nem így van, aki nem hiszi, olvassasson utána.*

Néha ugyan szabira is menne Zé, de a készenlét mindennél fontosabb, a munkáltató nem támogatja, hogy szabadság előtti és utáni két „szabadnapon” ne legyen beosztható készenlétre – mindezt persze megállapodás nélkül –, így 5 nap szabadsággal akár 6–7 napot is pihenhet.

A forgalmista kollégától tudja, hogy a pótlékot a szabadság alatt kapott távolléti díjba is beleszámítja a MÁV, így nem jár rosszul. Nálunk, a TEB-nél Zé-nek persze nem jár, hiszen a készenlét díjazása nem pótlék jellegű, az évi 800 óra pluszt minek ilyen formában elismerni?! Persze, van rá javaslatunk, de **sokba kerül, nem támogatja a munkáltató**.

Ne felejtjük el, hogy Zé évi 800 óra készenlétként történő rendelkezésre állásra is kötelezhető. Bizony 8 órás munkaidővel számolva ez nagyjából 100 nap (általában több). A jelenleg érvényes MÁV KSZ alapján a rendelkezésre állási időszak akár 3 órával is számolható – ennek módosítását, csökkentését mondani sem kell, hogy szintén **nem támogatja a munkáltató**. Jól van az úgy.

Ezek után a munkáltató készségesen megengedi Zé-nek, hogy a rendelkezésre állást a munkáltató telephelyén is elláthassa. Nagy az öröm, hiszen fűtenek rá, még akár tévét is nézhet. Választása nincs, az alapláb kevés. Aki a terület ismerője, az tudja, hogy jó néhány készenléti helyiségben (helyi függelékben „*pihenésre alkalmas állapotúnak*” minősítve) borzasztó körülmények uralkodnak, a pihenés, valamint a másnapi munkavégzésre képes állapot megtartása néha nem egyszerű feladat. Adja magát, hogy próbáljuk meg a pihenés körülményeit egységesíteni, ami jó ötletnek tűnik, de **a munkáltató nem támogatja**.

A munkaerőpiacon a „szabadidő ára” ma már nem annyi, mint réges-régen. Még a TEB-es szakági függelékéből átvett, a KSZ-be került rendelkezésre állás díjazása érvényes, ennek emelését azonban **a munkáltató nem támogatja**.

Zé azt is hallotta forgalmista kollégájától, hogy átépítés során a megnövekedett feladatok kompenzálására 1000 Ft-ot kap szolgálatonként. Gondolta, hogy ez jó, lesz egy kis plusz, ügyis építik náluk a KÖFI-t, és az alapfeladatain kívül szinte folyamatosan a külső vállalkozókat szolgálja ki, egyengeti a beruházás megvalósítását.

Jól tudjuk, a TEB-esnek ez sem jut! Februárban már majdnem megegyezett a VDSzS Szolidaritás az akkori pályavasúti vezetőlél, de ő már nem vasutas, és így feledésbe merült a téma. Hiába vetjük fel folyamatosan, **a munkáltató ezt sem támogatja**.

Szegény Zé most erősen gondolkodik, hogy maradjon-e vasutas. A kérdés, hogy vajon mi, régi vasutasok ajánljuk-e Zé-nek, a gyermekeinknek, hogy vasutasok legyenek?

Költői kérdés volt.

* A rovat cikkei teljes egészében a szerzők véleményét tükrözik, azt a szerkesztőség változtatlan formában jelenti meg.

Az ETCS L2 kulcsmenedzsment elméleti és gyakorlati alapismeretei

ANTAL LÁSZLÓ,
TÖRÖK IMRE

Bevezetés

Az ETCS L2 rendszerekhez szükséges „kulcsmenedzsment” fogalom még a biztosítóberendezési szakmában jártas kollégák többsége számára is egy misztikus, félelmetes és ismeretlen területnek számít, amiről leginkább a projektek üzembe helyezésének egyik késedelmi okaként lehetett hallani. Jelen cikk elsődleges célja ismeretterjesztési jelleggel áttekintést adni az ETCS kulcsmenedzsment elveinek alapvető elméleti és gyakorlati ismereteiről.

Az RBC – Fedélzeti berendezés közötti kommunikáció üzeneteinek hitelesítése

Az ETCS L2 rendszerek az RBC és az ETCS fedélzeti berendezés (OBU) közötti GSM-R rádiós üzenetváltásokon alapulnak. E rádiós csatorna jellegénél fogva nem védett a lehallgatás és a zavarás ellen, így megfelelő műszaki megoldásokkal kell biztosítani azt, hogy a biztonságkritikus üzenetek tényleg az adott feladótól érkezzenek, és azokat senki se tudja a vevő számára nem észrevehető módon módosítani. Amennyiben ez megtörténne, akkor pl. egy hacker által egy nagysebességű vonatnak küldött hamis 300 km/h sebességet engedélyező menetengedély komoly pusztítást tenne lehetővé. Ennek kivédése érdekében az RBC és a jármű fedélzeti berendezése között minden egyes üzenetet megfelelő hitelesítéssel kell ellátni.

Ez a hitelesítés egy kvázi „digitális aláírás” az üzenetek végén, amely az ún. KMAC (Key Message Authentication Code) vagyis üzenethitelesítő kulcsokon alapul. Ezek a KMAC kulcsok nem fizikai kulcsok, hanem a kriptográfiai eljárásokban használt 192 bites kódsorozatok. Alapesetben minden RBC – Fedélzeti berendezés pároshoz tartozik egy ilyen KMAC kulcs, amelyet mindkét oldal eltárol a saját kulcskezelő moduljában, tehát szimmetrikus titkosítási/hitelesítési elvet tartanak be. A biztonság növelésének érdekében az üzenetek hite-

lesítése nem közvetlenül ezzel a KMAC kulccsal történik, hanem minden egyes kapcsolatfelépítéskor az RBC és a fedélzeti berendezés ún. K_S MAC Session kulcsot generál a KMAC kulcsok, valamint frissen generált véletlen számok segítségével. Ez a K_S MAC kulcs kizárólag az adott időben létrehozott RBC – Fedélzeti berendezés közötti kapcsolódás idejére érvényes. Ez azért előnyös, mert az adott RBC – Fedélzeti berendezés kapcsolatban használt K_S MAC üzenethitelesítő kulcs esetleges visszafejtése esetén is a következő kapcsolódásnál már másik K_S MAC kulcs kerül felhasználásra, így a korábbi kapcsolódás visszafejtett kódja már nem lesz felhasználható.

A biztonság további fokozása céljából a kulcskezelő infrastruktúrában használt KMAC kulcsok felhasználhatóságának érvényességét időben korlátozzák. Ennek az elsődleges gyakorlati oka az, hogy ha a Moore törvényben foglaltakat érvényesnek vesszük, akkor az idő előrehaladtával a személyi számítógépek teljesítménye már annyira megnövekszik, hogy egy ilyen KMAC kulcs visszafejtéséhez akár 25 évnél kevesebb idő telhet el, vagyis a használt kulcsok érvénytartamát kockázati alapon mindenképpen ennél kisebbre szükséges venni, az esetleges visszafejtési kompromittálódás elkerülése miatt. A kulcsok tipikus érvényességi idejét ennek megfelelően az 1 év és 5 év közötti tartományban célszerű tartani az adott vasútüzem kockázati szintjének függvényében. Egy pályamenti, jelzők nélküli nagysebességű vasútüzemben például javasolt lehet 1–2 évig érvényes kulcsokat használni a fokozott biztonsági kockázatok miatt. Egy pályamenti jelzőkkel is ellátott hagyományos vasútüzemben viszont megengedhető a 4–5 évig érvényes kulcsok használata, mert a mozdonyvezető képes észlelni az ETCS-ben alkalmazott menetengedélyhez való eltérést a pályamenti jelzők jelzéséhez viszonyítva.

A fedélzeti berendezés – RBC kapcsolat hitelesítési folyamatát az 1. ábra mutatja.

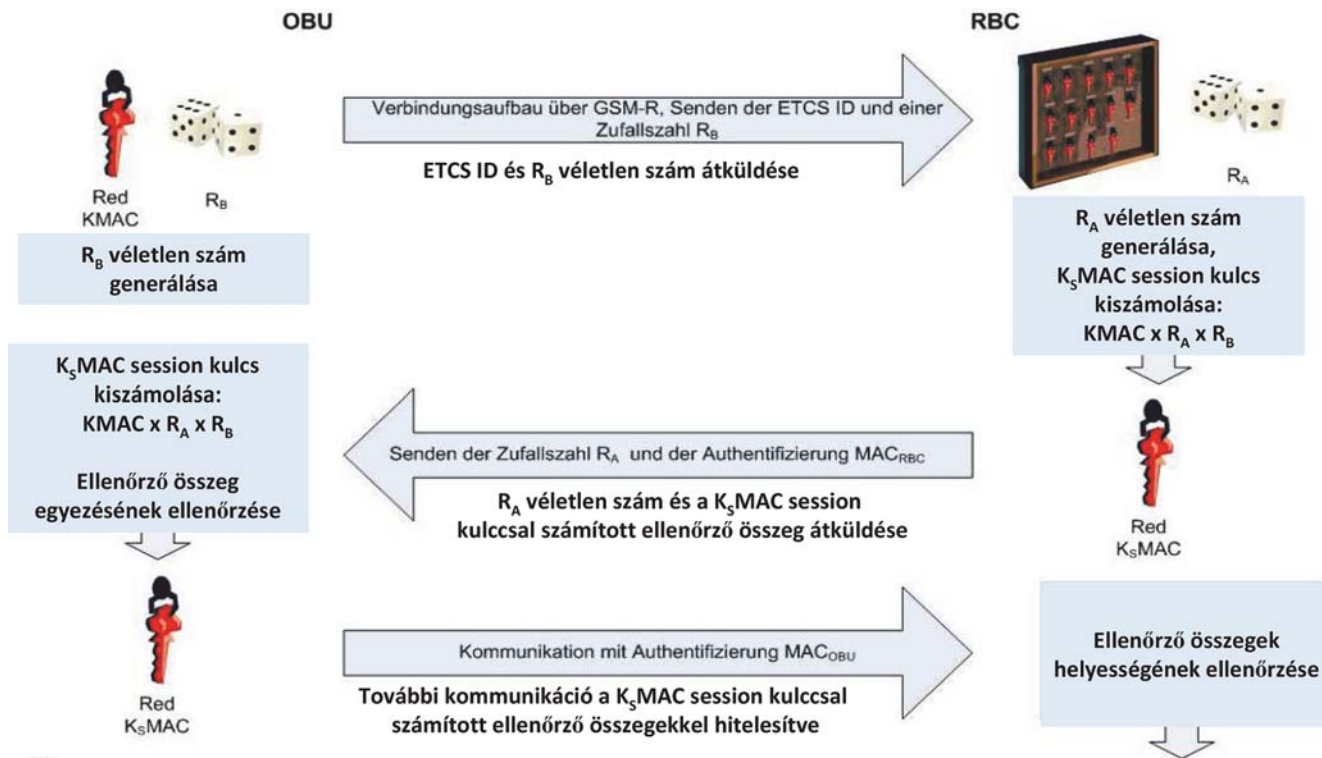
A fedélzeti berendezés – RBC kapcsolat üzenethitelesítésének főbb lépései a következők:

1. A fedélzeti berendezés felépíti az adatkapcsolatot az RBC-vel, majd „bemutatkozásként” elküldi a saját

egyedi NID_ENGINE azonosítóját, és a K_S MAC session kulcs generálásához szükséges, általa generált R_B véletlen számot az RBC részére.

- Az RBC a fedélzeti berendezés NID_ENGINE azonosítója alapján kikeresi a hozzá tartozó KMAC kulcsot, generál egy saját R_A véletlen számot, majd a KMAC kulcs, valamint az R_A és R_B véletlen számok kombinálásával előállítja az adott kommunikációs kapcsolat idejére érvényes K_S MAC üzenethitelesítő kulcsot. Válaszúzenetében elküldi a fedélzeti berendezés számára az R_A véletlen számot, és az üzenet tartalmára a K_S MAC üzenethitelesítő kulcs segítségével egy ellenőrző összeget generál, amit az üzenet végére illeszt egyfajta digitális aláírásként.
- A fedélzeti berendezés a frissen megkapott R_A véletlen szám birtokában, a KMAC kulcs, valamint az R_A és R_B véletlen számok kombinálásával szintén előállítja az adott kommunikációs kapcsolat idejére érvényes K_S MAC üzenethitelesítő kulcsot. A beérkezett üzenetre kiszámítja a K_S MAC használatával az ellenőrző összeget, és azt összehasonlítja az RBC által küldött ellenőrző összeggel. Amennyiben a saját maga által számított és az RBC által küldött ellenőrző összegek egyeznek, akkor az üzenet tényleg az RBC-től érkezett, és nem módosult, vagyis a fogadó fél hitelesnek tekinti, s elfogadja a tartalmát.
- A kapcsolat további részében a fogadott üzenet hitelességének ellenőrzése az előző pontban leírtakkal azonos módon történik. Tehát a vevő a K_S MAC üzenethitelesítő kulcs segítségével kiszámítja a vett üzenetre az ellenőrző összeget, és azt összehasonlítja a küldő fél által az üzenet végéhez csatolt ellenőrző összeggel.

Ezek alapján fontos megemlíteni, hogy a két entitás közti kommunikációban a hitelesítő kulcsok egyáltalán nem kerülnek továbbításra, s nem hagyják el az entitások kulcsáróló egységét, csak a hitelesítő ellenőrző összegek számításában vesznek részt, azonban az adatáramlásban mind a feladó, mint a fogadó félnek pontosan ugyanazt a kulcsot kell ismernie, mert különben üzenethitelesítési hiba állna elő. Ehhez speciális kulcsbetöltési eljárásokat kell betartani.



1. ábra: Az RBC – Fedélzeti berendezés kommunikáció hitelesítésének folyamata

Az üzenethitelesítő kulcsok generálása és eljuttatása az egyes ETCS berendezésekbe

A KMAC üzenethitelesítő kulcsok generálását és nyilvántartását az adott vasúthálózat, illetve ország, vagy akár járműfedélzeti berendezés gyártó kulcskezelő központja (Key Management Centre – KMC) végzi. Az előző részben bemutatott KMAC üzenethitelesítő kulcsok csak akkor tudják az RBC – Fedélzeti berendezés kommunikáció biztonságát garantálni, ha azok kizárólag az adott RBC, a fedélzeti berendezés, valamint a kulcs generálását végző központ számára ismertek. A szemléletes mondás szerint „A KMAC kulcsok megszületnek, de sosem kerülhetnek a napvilágra”. Ezért a KMAC kulcsok generálását és az ETCS berendezésekbe történő eljuttatását olyan műszaki megoldások és eljárások használatával kell megoldani, amely garantálja azok megismerhetetlenségét harmadik felek számára. Ennek biztosítása különleges műszaki és eljárási megoldásokat igényel, melyben a pálya oldali és a jármű oldali üzemeltetőknek is ki kell venni a részét.

Az RBC – Fedélzeti berendezés kommunikáció hitelesítésére felhasznált, titkosan kezelendő KMAC kulcsokat szokás nyers, vagy piros kulcsoknak (Red Key) nevezni. Az ezeket tároló egységeknek (RBC és fedélzeti berendezés kulcske-

zelő moduljai, valamint a kulcskezelő központ) speciális, katonai minősítéssel egyenrangú hardver és szoftver megoldásokat kell használniuk. Erre példa a 2. ábra, amely a Thales RBC kulcskezelő modulját mutatja (ún. Trusted Computing Base – TCB egység).

Ez egy elektromágneses lehallgatás ellen is védett, vastag acélházzal rendelkező célszámítógép, amely a külvilággal kizárólag az előlapi USB aljzaton csatlakoztatott adathordozón beadott speciális

parancsokra visszaírt válaszokkal kommunikál. Az USB csatlakozó egy rácsavarozható előlappal lezárható és leplombálható. Az egység házának mechanikai bontatlanságát egy papírplomba igazolja.

A KMAC üzenethitelesítő kulcsokat az RBC-be és a fedélzeti berendezésekbe titkosított módon kell eljuttatni, hogy védjük a szállítás közbeni esetleges nem kívánt kompromittálástól. Ezt úgy oldják meg, hogy a nyers KMAC kulcsokat egy ún. KTRANS transzport kulcs segít-



2. ábra: A Thales RBC kulcskezelő modulja

ségével 3DES algoritmus használatával bekódolják, vagyis titkosítják. A KTRANS transzport kulcs segítségével titkosított üzenethitelesítő kulcsot fekete kulcsnak (Black Key) nevezik, és KMAC' jelöléssel szoktak rá hivatkozni (lásd 3. ábra). Ezt a titkosított KMAC' formátumot láthatják a KMC-t és az ETCS berendezéseket kezelő dolgozók.

A 4. ábra mutatja a kulcskezelő infrastruktúra vázlatos felépítését. A képen a KMAC kulcsok titkos továbbítását a szállításhoz szolgáló borítékok szimbolizálják. Alapesetben minden egyes RBC és fedélzeti berendezés saját KTRANS transzport kulccsal rendelkezik, amely segítségével képes fogadni és kikódolni a KMC-ből kapott titkosított KMAC' üzenethitelesítő kulcsokat.

Az itt leírt megoldások az ún. offline kulcskezelő infrastruktúrára érvényesek, ahol a kulcsok betöltésére vagy törlésére szolgáló kulcskezelő parancsokat egy adathordozón (tipikusan USB meghajtó vagy hordozható számítógép) juttatják el az RBC-k és a fedélzeti berendezések részére. Online kulcskezelő infrastruktúra esetén a KMC és az RBC vagy a fedélzeti berendezés között IP kapcsolat van. A KMAC kulcsok titkosított továbbítását ez esetben a KTRANS transzport kulcsok helyett a WEB-böngészőkből ismert https biztonsági protokollnak megfelelő „adatátviteli cső” biztosítja. Amennyiben ezt a megoldást használják a kulcskezelésre, akkor az adatátviteli protokoll által használt biztonsági tanúsítványok ellenőrzéséhez új elemként egy tanúsítvány hitelesítő szervert is telepíteni kell.

KMAC



KMAC'



3. ábra: A nyers és a szállításhoz bekódolt üzenethitelesítő kulcsok

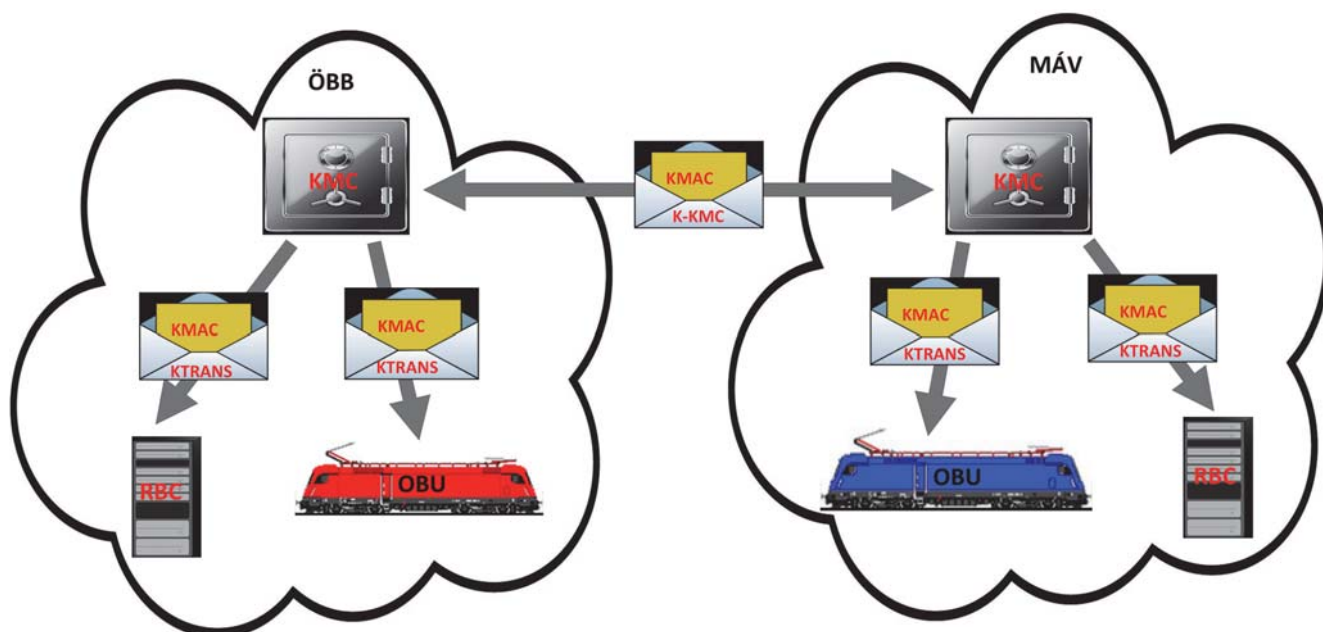
A KTRANS Transzport kulcsok eljuttatása az RBC berendezésekbe és a fedélzeti berendezésekbe

A KTRANS transzport kulcsok tehát arra szolgálnak, hogy a KMAC üzenethitelesítő kulcsokat biztonságos módon, titkosítva lehessen a kulcskezelő központból az RBC-be és a fedélzeti berendezésekbe eljuttatni. Ezt a funkciót viszont csak akkor tudják ellátni, ha magukat a transzport kulcsokat is lehetőség szerint titkosítva és minél kevesebb ember közreműködésével juttatják el az RBC és a fedélzeti berendezések számára. Ráadásul a KTRANS transzport kulcsok bizalmosságának védelme sokkal kritikusabb, mint az üzenethitelesítő kulcsoké, mivel egy transzport kulcs ismertté válása, vagyis

kompromittálódása esetén az ezzel kódolt összes KMAC' üzenethitelesítő kulcs is könnyen visszafejthetővé válik.

A fent leírtak miatt a KTRANS transzport kulcsok RBC-be, illetve fedélzeti berendezésekbe történő eljuttatására is különleges biztonsági szabályokat kell betartani. Alapértelmezett esetben például ezt a következő egyik lehetséges módon oldják meg:

- A KMC két külön kulcskezelő parancsot generál a KTRANS transzportkulcs betöltése céljából:
 - Egy KTRANS kulcsbetöltő parancs, amely a transzport kulcsot titkosított formátumban tartalmazza.
 - Egy KTRANS kulcs aktiváló parancs, amely az előbb említett kulcsbetöltő parancsban lévő titkosított KTRANS kulcs kikódolásához szükséges jelszót tartalmazza.



4. ábra: Az offline kulcskezelő infrastruktúra felépítése

- A fenti két parancs esetében elő szokták írni, hogy azokat két külön személy két külön adathordozón töltsse be az adott RBC vagy fedélzeti berendezés kulcskezelő moduljába. A két parancs együttes ismeretével ugyanis könnyen visszafejthetővé válik a nyers KTRANS kulcs.

Természetesen más megoldás is alkalmazható, azonban azt látni kell, hogy a kulcskezelés alapvető biztonsága a KTRANS és a piros KMAC kulcsok helyes kezelésén múlik, vagyis ezeket csak korlátozott számú és emelt jogosultságokkal rendelkező személy láthatja, s olyan eljárások betartása szükséges, amelyek az ETCS specifikációk hatáskörén kívül esnek.

Idegen kulcskezelő tartományba regisztrált fedélzeti berendezés hozzáférése egy hazai RBC-hez

Az egyes RBC-k és fedélzeti berendezések csak a saját kulcskezelő tartományuk kulcskezelő központjából fogadhatnak üzenethitelesítő kulcsokat, mivel csak ezekhez rendelkeznek KTRANS transzport kulccsal. Amennyiben pl. egy ÖBB kulcskezelő tartományba regisztrált mozdony szeretne egy MÁV illetőségű RBC-t használni, akkor az ehhez szükséges KMAC üzenethitelesítő kulcs az alábbiak szerint juttatható el a mozdony fedélzeti berendezésébe (lásd még 4. ábra):

1. A MÁV KMC legenerálja az RBC – Fedélzeti berendezés üzenethitelesítéséhez szükséges KMAC kulcsot.
2. A KMAC kulcsot a KMC a MÁV RBC számára „becsomagolja” az adott RBC-hez tartozó KTRANS transzport kulcs segítségével, és a bekódolás után létre jött KMAC’ kulcsot eljuttatja az RBC részére.
3. A KMAC kulcsot a KMC az ÖBB fedélzeti berendezés számára először az ÖBB KMC részére küldi el az ún. K-KMC kulcs segítségével bekódolva. Ez a K-KMC kulcs a két KMC között átküldött kulcskezelő parancsok titkosítására és hitelesítésére szolgál hasonlóan, mint a KTRANS transzportkulcsok.
4. Az ÖBB KMC „kicsomagolja” a K-KMC kulccsal bekódolt üzenethitelesítő kulcsot, majd „átcsomagolja” az adott fedélzeti berendezéshez tartozó KTRANS transzport kulcs használatával, végül a bekódolás után létre jött KMAC’ kulcsot eljuttatja a fedélzeti berendezés részére.

A kulcskezelő parancsok formátumai

A pályamenti és járműfedélzeti gyártók sokszínűsége miatt az idők folyamán az egyes entitásokba való kulcsok offline betöltéséhez sokféle egyedi megoldás alakult ki. Ez köszönhető annak, hogy az ETCS SRS 2.3.0d verziójában csak a két KMC közötti kulcsok tranzakciójára vonatkozó kulcskezelő parancsformátumok, valamint a piros KMAC kulcsok KTRANS kulcsokkal való titkosítása van szabványosítva (lásd SUBSET-038 ver.: 2.3.0). Az RBC-k és fedélzeti berendezések parancsformátumai emiatt az egyes gyártóknál eltérő megoldásúak. Ezért a megfelelő gyártó specifikus betitkosított KMAC’ kulcsok előállításához igencsak sokrétű szoftveres háttér szükségeltetik, mely megnehezíti az egységes kezelését a hitelesítő kulcsoknak. A hazánkban jelenleg jelen lévő két pályamenti ETCS gyártó ezek miatt meglehetősen különböző kulcsparancsfájl formátumot és betöltési folyamatot használ.

Siemens RBC-k által használt megoldás

A Siemens RBC számítógépeibe a KMAC’ kulcsok betöltése egy arra a célra rendszeresített célszoftverrel történik. E szoftver egy ASCII kódolású text fájlból olvasza ki az egymást követő kulcssorokat, melyek az adott entitás azonosítójához rendelt megfelelő érvényességű KMAC’ kulcsokat tartalmazzák, s mindegyikhez egy-egy CBC-MAC ellenőrző-hitelesítő kód tartozik, ezzel garantálva a kulcs sérülésének a felfedését. Az így a célszoftverrel a KBS (Kommunikations Basis System) modulba juttatott KMAC’ kulcsok abban biztonságos módon eltárolódnak, s az RBC számítógépek ECC kártyáin nem visszafejthető biztonságos módon tárolt KTRANS transzportkulcs segítségével piros KMAC kulccsá való kikódolásuk mindig az adott RBC – Fedélzeti berendezés kommunikáció kezdetekor kerül csak sor, s utána számolódik a fentebb is ismertetett módon a KSMAC üzenethitelesítő kulcs. Ebből az is következik, hogy az esetlegesen a kulcsbetöltés előtt megsérült kulcssorok hibái csak az első kapcsolatfelvétel alkalmával tárolódnak fel, mely így nagyban növeli a hibafelfedési és elhárítási időt. Látható, hogy a kulcsok betöltéséhez, törléséhez és listázásához is megfelelő célszoftver megléte szükséges, azonban a kulcsfájlok könnyen előállítható formátumban vannak kódolva.

Thales RBC-k által használt megoldás

A Thales RBC számítógépeibe a kulcsok eljuttatása egy erre a célra rendszeresített pendrive-on történik. A pendrive-on ASN.1 XER (Abstract Syntax Notation One XML Encoding Rules) kódolású fájlok tárolják az egyes kulcsparancsokat. Az XML fájlokban meg vannak adva az adott kulcs használatához rendelt entitások azonosítói, a kulcsok érvénytartama, a KMAC’ értéke, a titkosításhoz használt KTRANS azonosítója és a betöltő parancs hitelesítéséhez használt MAC (Message Authentication Code) ellenőrző-hitelesítő kód. A parancsfájlok végrehajtásához a 2. ábra képen is látható TCB modul USB bemenetébe kell dugni a már említett pendrive-ot, majd ezt követően parancsfájlok beolvasásával a betöltési folyamat már automatikusan végbemegy. S a parancsfájlok végrehajtási folyamatának a végén azonnal ki is derül a MAC ellenőrző-hitelesítő kódból, ha a parancsfájl a betöltés előtt megsérült. Így a hibafeltárás gyakorlatilag azonnali. Amennyiben sikeres a betöltés mechanizmusa, akkor a titkosításra használt KTRANS kulcs segítségével a KMAC’ kulcs piros KMAC kulcs csá kódolódik át, s a TCB modulban már úgy kerül biztonságos módon tárolásra. A továbbiakban a fedélzeti berendezéssel való kapcsolatfelvétel pedig az előzőekben ismertetett módon valósul már meg. Látható tehát, hogy ennél a megoldásnál a kulcs betöltéséhez nem szükséges speciális szoftver, az egyedi módon kódolt kulcsparancsfájlok előállításához viszont igen.

Az előző két példán látható, hogy már két különböző pályamenti alrendszer gyártó esetében is mennyire eltérő a kulcsok betöltésének és előállításának módja. Sajnos ugyanez jellemző az egyes OBU gyártók egyedi megoldásai esetén is. Ezt a problémát felismerve az ETCS SRS 3.4.0 verziójától kezdődően már szabványosították a pályamenti és a járműfedélzeti entitások kulcskezelő parancsformátumait, melyek így már egységesen kezelhetők a KMC rendszerek által (lásd SUBSET-114 ver.: 1.1.0). Az egységes szabvány binárisan kódolt *.req kiterjesztésű kulcskezelő parancsfájlok használatát írja elő, amelyekhez az ETCS entitások szintén binárisan kódolt *.res kiterjesztésű válasz fájlban írják vissza az egyes kulcskezelő parancsok végrehajtásának eredményét.

A végleges MÁV KMC kialakításáig alkalmazott ideiglenes kulcsmenedzsment kompromisszumai

A Ferencváros–Székesfehérvár vonalszakasz ETCS L2 rendszerének próbaüzembe helyezése magával hozta azt a felismerést is, hogy a MÁV sem ússza meg az ETCS L2 pályák üzemeltetését kulcsmenedzsment nélkül. Azonban a végleges KMC rendszer üzembe helyezéséig egy ideiglenes és kompromisszumokkal rendelkező megoldás lett bevezetve. Ahogy előzőekben is olvashattuk, az egyes gyártóknak eltérő kulcskezelő parancs formátumai vannak, s azok betöltéséhez és előállításához is adott esetben speciális szoftver szükséges. Tekintettel arra, hogy a végleges KMC rendszer és szoftver eszközök még nem állnak rendelkezésre, viszont a vonalszakasz ETCS próbaüzemét biztosítani szükséges, így a MÁV külső szereplővel szerződött le az üzem biztosításához szükséges megfelelő formátumú hitelesítő kulcsok előállítása érdekében. A kulcsmenedzsment műszaki pillére ezáltal megvalósult, azonban ahogy a cikk elejében is olvashattuk a kulcskezelés biztonsága a megfelelő eljárások bevezetésében és azok betartásában rejlik. Így ki lett adva a 36371/2020/MAV számon jóváhagyott „UTASÍTÁS ideiglenes, szabványos ETCS-kulcsok kezelésére” című dokumentum, mely a végleges KMC üzembe helyezéséig szabályozza az ETCS kulcsmenedzsment eljárásrendjét. Ez az utasítás rendelkezik többek között a kulcskezelésben illetékes személyek kijelöléséről és a kulcsok biztonságos kezelésének eljárásrendjéről.

Tekintettel arra, hogy ideiglenes és a tervek szerint rövid ideig fennálló megoldást kellett eszközölni, számos, az ETCS SRS által is megengedett kompromisszumot lehetett és kellett kötni. Ilyen például, hogy fedélzeti berendezésenként azonos KMAC lett alkalmazva az összes RBC-hez, ezáltal a kulcsok mennyisége manuális módszerekkel is még nyilvántartható szinten marad. Természetesen a legideálisabb megoldás az lenne, ha minden egyes RBC-OBU entitás páros közti kommunikáció hitelesítéséhez egyedi kulcs lenne használva. Viszont az könnyen belátható, hogyha a kezdetben próbaüzemben résztvevő entitások számát növelni kell, akkor az a már alkalmazott kulcsok számának ugrásszerű növekedését is eredményezi. Tekintsünk erről egy rövid szemléltető példát:

Kezdetben 5 db fedélzeti berendezés és 4 db RBC vesz részt a próbaüzemben. Ha az először írt kompromisszumos megoldást követjük, akkor összesen 5 db KMAC szükséges az 5 db OBU-hoz, és további 3 db KMAC az NRBC adatkapcsolatoküzeneteinek hitelesítéséhez, azaz összesen 8 db KMAC kulcsot kell nyilván tartani. Amennyiben az ideális esetet vesszük alapul, akkor fedélzeti berendezésenként a 4 db RBC-hez különböző kulcs kellene, s mivel 5 db jármű van, azért összesen 20 db KMAC szükséges, valamint a 3 db NRBC kulcs, vagyis 23 db KMAC kulcsot kellene nyilvántartani. Belátható tehát, ha a próbaüzemben lévő entitások száma emelkedik, akkor az ideális eset alkalmazásával drasztikusan nő a nyilvántartandó kulcsok száma. Ez pedig automatizált támogató menedzsment rendszer nélkül rendkívül nagy terhet róna a kulcskezelésben részt vevő kollégákra.

Egy másik fontos kompromisszum, hogy a kulcskezelésben illetékes személyek száma kicsi, s az ETCS OBU-k sokféle típusúak, ezért az erre felhatalmazott néhány kolléga a megfelelő előírások precíz betartása mellett kódolatlan, vagyis piros KMAC kulcsokat is kezelhet, ezáltal biztosítva a kulcsok betölthetőségét az egyedi formátummal rendelkező OBU-ba, segítve mindezzel a járműves ETCS tartampróbák lebonyolíthatóságát.

Tervezett MÁV KMC főbb funkciói és paraméterei

A tervezett végleges KMC rendszernek képesnek kell lennie a MÁV Zrt. pályahálózatára engedélyezett ETCS-el felszerelt, külföldi és hazai honosítású vas-

úti járművek fedélzeti berendezései és pályamenti berendezések közötti hitelesítő kulcsainak teljes körű menedzselésére (OBU-RBC, KMC-KMC, KMC-KDC és RBC-RBC). Az általa kibocsátott kulcsoknak kompatibilisnek kell lennie a várhatóan kb. 30 db RBC központtal, a több, mint 300 db hazai és 1000 db külföldi regisztrálású OBU entitással, melyek között vegyesen megtalálhatók az ETCS SRS 2.3.0d, 3.4.0 és 3.6.0 verziója szerint fejlesztett alrendszerek. Tervezetten megvalósításra kerülnének a honos járművek kulcsokkal való ellátásához KDC (Key Distribution Center) munkaalomások is. Szerencsére az ideiglenes kulcsmenedzsmentben szerzett eddigi tapasztalatok és szabályozási hátterek a végleges KMC rendszer alapjaihoz is kitűnően felhasználhatók lesznek, így mindez várhatóan a végleges rendszer üzembe helyezését gyorsítani fogja.

Összefoglalás

Az ETCS L2 pályák üzembe helyezésével látható, hogy a sokak számára misztikumként nyilván tartott ETCS kulcskezeléssel kapcsolatban is elengedhetetlen az együttműködés a fedélzeti berendezések és RBC-k gyártói és üzemeltetői között. A kulcsok kezelést illetően az egyes ETCS entitásokhoz különböző hardver és szoftver megoldások lettek rendszeresítve, ami nehézkessé teszi az egységes kezelést. Megismertük, hogy az ETCS kulcskezelés biztonságához az ETCS specifikációk hatáskörén túlmutató speciális eljárásrend szükséges, amit a pálya és a jármű oldali szereplőknek egyaránt be kell tartani.

Theoretische und praktische Kenntnisse der ETCS L2-Schlüsselverwaltung

Mit dem Einsatz der ETCS-L2-Strecken kann erkannt werden, dass die Zusammenarbeit zwischen den ETCS-Herstellern und den Betreibern von Bordgeräten und RBCs auch für das ETCS-Schlüsselmanagement, welche als mystische Prozesse gilt, unerlässlich ist. Hinsichtlich der Schlüsselverwaltung wurden für jede ETCS-Einheit unterschiedliche Hard- und Softwarelösungen angewendet, was eine einheitliche Verwaltung sehr erschwert. Wir haben gelernt, dass die Sicherheit des ETCS-Schlüsselmanagements spezifische, die über den Rahmen der ETCS-Spezifikationen hinausgehende Verfahren erfordert, die sowohl von strecken- als auch fahrzeugseitigen Akteuren befolgt werden müssen.

Theoretical and practical knowledge of ETCS L2 key management

With the deployment of the ETCS L2 tracks, it can be recognized that cooperation between the ETCS manufacturers and the operators of on-board equipment and RBCs is also essential for ETCS key management, which is considered to many as a mystique process. In terms of key management, different hardware and software solutions have been systematized for each ETCS entity, making the uniform management very difficult. We have learned that the security of ETCS key management requires specific procedures beyond the scope of the ETCS specifications, which must be followed by both trackside and vehicle-side actors.

A nagyvasúti munkavezetékek kiválasztásának és alkalmazásának aktuális kérdései

CSOMA ANDRÁS

1. Bevezetés

A kötött pályán közlekedő villamos üzemű vasúti járművek alkalmazásának előfeltételeként olyan villamos energiaellátási rendszert kellett kialakítani, amelynél biztosítható volt a változó sebességgel mozgó, a vételezés helyét folyamatosan változtató járművek részére a működésükhöz szükséges villamos energia.

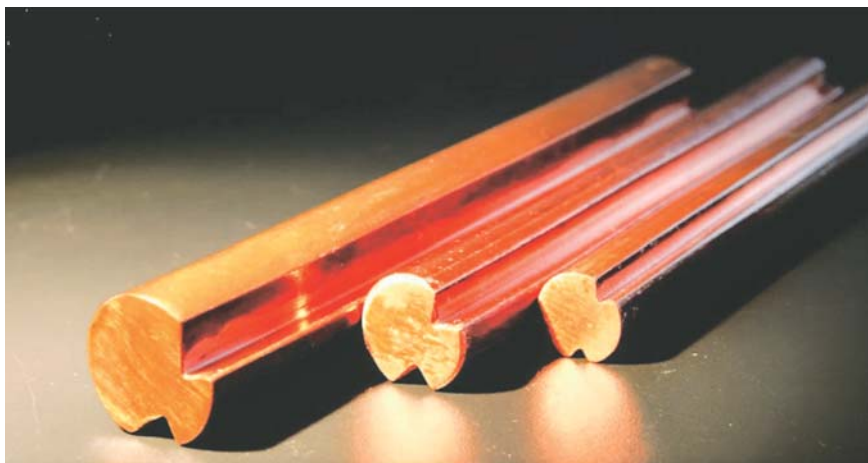
A kezdetekben a vasúti pályasínek között vagy mellett elhelyezett további áramvezető sín alkalmazásával alakították ki a megfelelő energiaátviteli utat, amelyhez a jármű alján vagy oldalán elhelyezett, viszonylag kis működési mozgástartományal rendelkező **csúszóáramszedővel** volt biztosítható a megfelelő – mozgás közbeni – energiavételezési kapcsolat. *(Mint például a metrók esetében.)*

Az áramvezető sínek pályasínek közelébe történő elhelyezésének esetleges célszerűtlensége vagy akadálya, továbbá a feszültség alatt álló áramvezető sín érintésvédelmi kockázatának csökkentése miatt, később már a jármű által elfoglalt űrszelvény felett – már felsővezetéknek nevesítetten – is elhelyezésre kerültek az áramvezető sínek. *(Mint például a Millenniumi földalatti vasútnál.)*

A nagyávolságú kapcsolatokat biztosító vasútvonalak villamosítása – a kedvezőbb költségek miatt – már nem áramvezető sínek alkalmazásával, hanem jellemzően a járművek által elfoglalt űrszelvény felett elhelyezkedő, a jármű – magasságában nagyobb működési tartományú – áramszedőjével kapcsolatba kerülő **huzalszerű vezetékkel** vagy másnéven **munkavezetékkel** került kialakításra.

A járművek villamos energiával való ellátására szolgáló villamos vontatási felsővezetéknek egyrészt – villamos paraméterein alapján – biztosítania kell a megfelelő energiaátviteli utat a táppont és a jármű mint fogyasztó között, másrészt – mechanikai kialakítása és paraméterein alapján, mozgás közben is – biztosítania kell a megfelelő minőségű ún. csúszóáramszedős energiavételezést.

Ezen komplex igénybevételeknek eleget tevő nagyvasúti felsővezeték alatt napjainkban kizárólag a **hosszláncrendszerű** felsővezeték-kialakítás értendő. A hosszláncrendszerű felsővezeték az áramszedővel közvetlenül érintkező **munkaveze-**



tékből és az annak tömegét a függesztők és szerelvények közvetítésével megtartó **hossztartó sodronyból** áll.

Az energiaátviteli útra vonatkozó követelményeket kielégítő felsővezeték-rendszer mechanikai szempontokat is figyelembe vevő kialakítását, a működése során kialakuló üzemi viszonyait viszont alapvetően befolyásolja a csúszóáramszedős kapcsolatban érintett elemek, az áramszedő és a munkavezeték egymásra hatása. A felsővezeteki hosszláncon belül – azt energiaátviteli és mechanikai szempontból is vizsgálva – az áramszedővel érintkező különféle kialakítású munkavezetékek megválasztása és beépítése alapvető hatással van a villamos vontatási rendszer jellemzőire.

A felsővezeteki hosszlánc működésszerűsége és megfelelősége szempontjából kiemelkedő jelentőségű a **megfelelő kialakítású, anyagi és beépítésű munkavezeték** alkalmazása!

A megfelelő munkavezeték kiválasztásához, illetve alkalmazásához kapcsolódó ismeretek nehezen, illetve jellemzően külföldi szakirodalmakon keresztül szerzhetőek meg, ezért célszerű áttekinteni a munkavezetékkel kapcsolatos főbb tudnivalókat.

2. Munkavezetékek

A munkavezetékek a mindenkori környezeti hatások és elvárt áramszedési viszonyokhoz illeszkedően megválasztott anyagú és keresztmetszetű huzalszerű vezeték, amely kialakításából adódóan lehetővé teszi azt, hogy megfelelő szerelvényekkel a felette levő tartósodronyra azt fel lehessen függeszteni.

A munkavezetékek villamos és mechanikai tulajdonságait – a gyártás során al-

kalmazott eljárás mellett – az alapanyag összetétele és a kialakított szelvénye vagy másképpen profija mértékadóan befolyásolja.

Szigetüzemű villamos vontatási rendszer esetén elvileg tetszőleges anyag-összetételű és szelvényű munkavezetékek alkalmazhatóak, amelyhez optimalizált paraméterekkel rendelkező áramszedővel biztosítható a megfelelő villamos üzem. Ha viszont elvárás a különböző vasutak által üzemeltetett pályahálózatok közötti korlátozásmentes kölcsönös átjárhatóság megteremtése, akkor az egységesen elfogadott és előírt paraméterekkel kialakított áramszedőkkel rendelkező járművekhez kell optimalizálni az egységesen alkalmazandó felsővezeték-rendszert, és ezen belül megválasztani az ennek megfelelő munkavezetékét.

Az anyagösszetételtől függő tulajdonságainak – a magas villamos vezetőképességnek, kedvező szakítószilárdságnak és keménységnek – köszönhetően, valamint azon tulajdonságai miatt, hogy a hőmérséklet-változásoknak és a korrózióknak jól ellenáll (az oxidált rézfelület is jó áramvezető képességgel rendelkezik), továbbá azért, mert a szénbetétes áramszedőkkel jó csúszó áramszedési viszonyt, valamint kedvező áramátmenetet biztosít az áramszedő paletta irányába, **az elektrolitikus kohászati eljárással előállított, majd keményre húzott rézhuzal** az általánosan elfogadott és alkalmazott felsővezeteki munkavezeték-anyag.

Az Európai Unióban belül – az egységes kezelés érdekében – alapvetően az **EN 50149** szabvány [1.] által meghatározott paraméterekkel rendelkező, jellemzően **kör szelvényű** munkavezetékek használatosak. A szabványban a **80, 100, 107, 120 és 150 mm²** névleges keresztmet-

szzettel rendelkező munkavezetékek kerülnek meghatározásra. Az EU területére kiterjedő tanúsítási eljárást végző **NoBo** (Notified Body) szervezet, illetve a tagállamok által a nemzeti szabályok alapján az EK-hitelesítési eljáráshoz hasonló eljárásra jogosítottan eljáró **DeBo** (Designated Body) szervezet a projekteknél – a kölcsönös átjárhatóság biztosítottaság érdekében – többek között kiemelten vizsgálják az alkalmazott munkavezetékek megfelelőségét, ezért a munkavezetékek gyártástól a beépítésig terjedően fokozott körültekintés mellett kell eljárni!

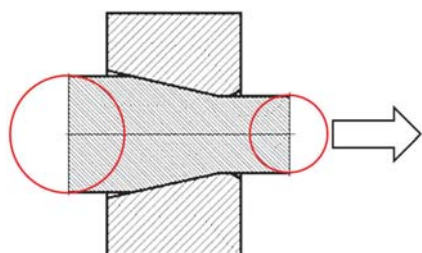
2.1. A munkavezeték gyártástechnológiától és anyagösszetételétől függő tulajdonságai

A munkavezeték villamos és mechanikai tulajdonságait – a gyártás során alkalmazott eljárás mellett – az alapanyag összetétele is mértékadóan befolyásolja. Az Európai Unión belül az egységes kezelés érdekében az EN 50149 szabvány [1.] által meghatározott kialakítással és anyagösszetétellel rendelkező – réz, réz-ézüst, réz-kadmium, réz-magnézium és réz-ón ötvözet – munkavezetékek használatosak.

2.1.1. A munkavezeték gyártási folyamata

A hosszláncrendszerű felsővezeték építőelemként számos különféle kialakítású és tulajdonságú **huzal**-, illetve **sodronyszerkezetű** alkotóelemet tartalmaz, amelyekre – ha azok alapvetően vagy részlegesen villamos igénybevétel elviselésére is alkalmas tulajdonságokkal rendelkeznek – a **vezető** vagy **vezeték** megnevezés is használatos. A huzalok, illetve a sodronyok elemi számai **húzási** eljárással kerülnek kialakításra.

A **húzás** a fémek hidegen történő képlékeny alakításának olyan módja, amelynek során a kiinduló anyagot egy kúp alakú szerszámon áthúzáva, kisebb keresztmetszetű terméket kapnak. Általában több, folyamatosan csökkenő átmérőjű szerszámon, úgynevezett „húzókövön” áthúzáva érik el a kívánt keresztmetszetű végterméket. (2.1. ábra) A hidegen történő húzás során az anyag kristálystruktúrája az alakítás irányába rendeződik és így a termék húzószilárdsága és keménysége is nő. A gyártás során



2.1. ábra

a húzás előtti **kiinduló** és a húzás befejezésekor kapott **végso keresztmetszet** arányának, illetve a szükség szerinti közbenső hőkezeléseknek az alkalmazásával alakítható ki az elvárt követelményeknek eleget tevő végtermék.

A huzal jellegű munkavezeték gyártási folyamata az idő folyamán több jelentős technológiai változáson ment keresztül. Változott az alapanyag kiindulási formája, a végso keresztmetszet és profil kialakítás technológiai fázisainak a száma, valamint az egyes fázisok között a termék paramétereiben kialakuló kedvezőtlen hatás megelőzésére bevezetett résztechnológia. Napjainkban a munkavezeték jellemzően egy 18–24 mm kiindulási átmérőjű kör szelvényű kohászati alapanyagból, több húzási fázissal készül el.

Régebben a húzási fázisok elkülönülten, egy-egy dobnyi munkavezeték teljes hosszában végzett részhúzásainak sorozatával – ugyanazon berendezésen, a húzószerszámok cserélgetése mellett – készült el. A korszerűbb húzóberendezések esetében a több húzási fázis gyakorlatilag egy menetben, az egymást követően elhelyezett húzószerszámok alkalmazása mellett történik. (2.2. ábra)

A rézanyag hidegen történő húzása során – a húzás iránya szerint rendeződve – megváltozik az anyag mikroszerkezete, nő az alakítással szemben kifejtett ellenállása, ugyanakkor az elektromos vezetőképessége és a képlékenysége csökken.

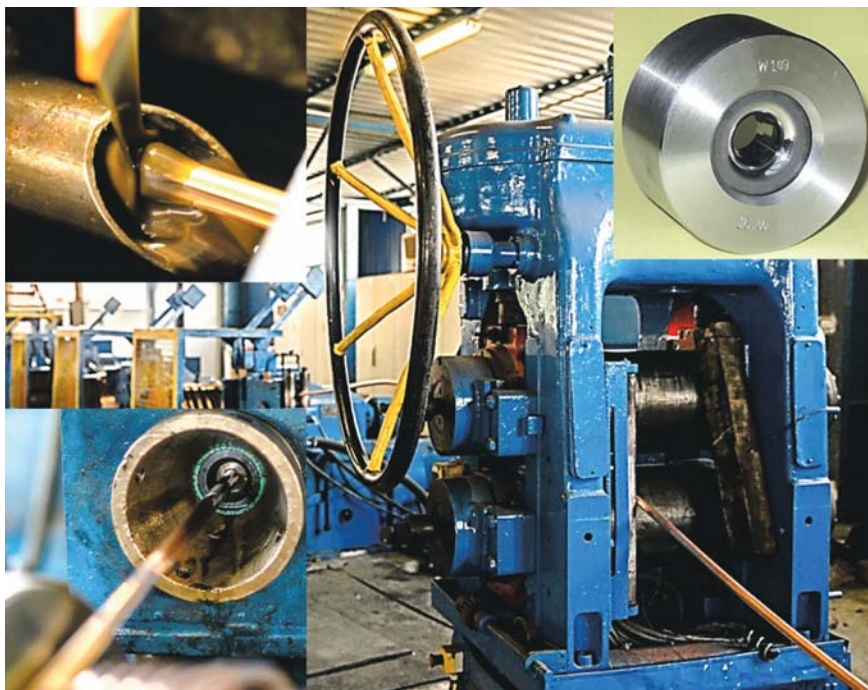
A végso mérethez húzott anyag keresztmetszetének az eredeti kiindulási keresztmetszettel vett hányadosát „húzási aránynak” nevezik. Az optimális húzási arány a kiinduló anyag átmérőjétől, a technológiai műveletek közben alkalmazott lágyítási

eljárások alkalmazásától is függő érték. A közbenső lágyítási fázisok nélkül alkalmazott, túl nagy mértékű húzási arány miatt kialakuló rideg végtermék elkerülése érdekében, a gyártóművek általában az elérni kívánt végtermék paramétereire illeszkedő átmérőjű kiindulási anyagot használnak.

Egy-egy húzókövön történő áthúzás során az anyag keresztmetszetének akár 30%-os csökkentése is megtörténik, amely jelentős hőfejlődéssel jár. Az elvárt minőségű eredmény elérése érdekében gondosan tervezett és kialakított profilú húzóköveket alkalmaznak. A hornyolt profil kialakítása során, a nem megfelelő lépésekben kialakított horony, repedések és egyenetlen felületek kialakulását eredményezheti. A jelentős mértékű sűrűsödés és hőterhelés miatt – a húzókövön előtti oldalon – (2.2. ábra) speciális kenő- és hűtőhatást biztosító segédanyagot alkalmaznak. Az egyes köveken való áthúzás-hoz szükséges erő a húzóoldalon lévő dobokra előfeszítetten feltekeret munkavezeték dob/vezeték közötti súrlódási ereje biztosítja. Az itt fejlődő szintén jelentős mértékű hőmennyiséget a dob megfelelő hűtésének kialakításával vezetik el.

Az utolsó húzókövön a munkavezeték mint végtermék elnyeri a végso, szabvány szerint meghatározott keresztmetszetű kialakítását. Az utolsó dobról a húzásában elkészült munkavezeték a tárolási és szállítási körülményekre előkészített dobokra, előfeszítetten csévelik fel. A felcsévelés során a munkavezeték elhelyezkedése olyan, hogy a **hornyolt része kerül távolabb a dob tengelyétől**.

A dob mérete, illetve az alkalmazott előfeszítő erő a megrendelével is egyez-



2.2. ábra

tetetlen kerül alkalmazásra. A nagysebességű hosszláncok kialakítására alkalmazott munkavezetékek általában nagyobb előfeszítő erő mellett nagyobb átmérőjű acél dobokon kerülnek kiszállításra. Hagyományos felsővezeték-rendszerek esetében alacsonyabb előfeszítő erők és jellemzően fadobok kerülnek alkalmazásra.

A munkavezeték-gyártás végeredménye a biztonságos, sérülésmentes, szállításra és tárolásra alkalmas kialakítású, dobon felcsévéltek munkavezetékek.

2.1.2. A munkavezeték megfelelőségének biztosítása, tárolás, szállítás

A munkavezeték – a felhasználás módjától függően – a megrendelével egyeztetett vezetékdobokon az EN50149 [1.] előírásainak megfelelően kerül kiszállításra. Az egyes dobokra csakis egy, egybefüggő hosszal rendelkező munkavezeték feltelkeresése megengedett, azaz egy dobra nem lehet több munkavezeték-darabot feltelkeresni.

A dob konstrukciója, mérete a vásárló és a gyártó közötti megállapodás alapján készül el. A munkavezeték általában új dobokra feltelkeresve szállítják. A dobra a munkavezetékét gondosan, rétegekben kell feltelkeresni úgy, hogy a munkavezeték áramszedővel való érintkezési felülete a dob közepével szemben legyen és az egyes menetek szorosan egymás mellett legyenek.

Mindegyik tekercsnek folyamatosnak (egybefüggőnek) kell lennie, és ügyelni kell a gondos csomagolásra, különösen a vezetékdob peremeinek a közelében, hogy szállítás közben a feltelkereselt termék ne sérülhessen meg, illetve ne gubancolódjon össze. Az esetleges eldeformálódás, szétgombolyítás, gubancolódás elkerülése érdekében a tárolás, szállítás során a munkavezeték a dobon, a gyártóműben kialakított előfeszített állapotban van, és végei a dob pereméhez szilárdan rögzítésre kerülnek.

A dobon levő munkavezeték általánosan ajánlott F feszítő ereje:

- Fadobok esetén: $1\text{ kN} < F < 5\text{ kN}$
- Acéldobok esetén: $1\text{ kN} < F < 8\text{ kN}$

A tartományon belül a magasabb értékek alkalmazása – a kedvezőbb tárolási és szállítási stabilitás miatt – az előnyösebb. (A gyártáskor alkalmazott értéket a megrendelőnek minden esetben egyeztetni kell a munkavezeték szállítójával.)

Az EN50149 [1.] szabvány előírásainak megfelelően minden egyes kiszállítandó vezetékdobot el kell látni egy – a gyártó és a vásárló megegyezésének megfelelő, eltávolíthatatlan, tartós szám – azonosító jellel. Ezt az azonosító jelet világosan látható módon fel kell tüntetni mindkét peremen, kiegészítve a legombolyítás irányát megadó nyíllal.

A dobokon egy rongálódásnak ellenálló címkén az alábbi azonosító adatokat is fel kell tüntetni:

- a gyártó neve
- az anyag jelölése
- a vezeték keresztmetszeti profilja és keresztmetszete (pl.: AC-100)
- a vezeték névleges hosszúsága (a tűrészhatár $+30\text{m}/-0\text{m}$.)
- a munkavezeték nettó tömege
- bruttó tömeg (vezetékdob + vezeték)

továbbá a vásárló külön kívánsága esetén:

- a gyártási szám, feltüntetve legalább a húzás hetét és a gyártási évet
- a vásárló megrendelési vagy hivatkozási száma.

A dobon szállított munkavezeték valós hosszúsága a húzópadra szerelt hosszúságmérő kijelzése, illetve utólagos mérlegelés alapján is megállapítható. Mérlegelés alapján a dobon levő hossz meghatározása a munkavezeték valóságos keresztmetszetének és a munkavezeték-anyag fajsúlyának ismeretében lehetséges.

Használat során a dobról már eltávolított hossz ismeretének hiányában ez az utóbbi eljárás teszi lehetővé a dobon visszamaradt munkavezeték hossz megállapítását. Ezért alapvető fontosságú az egyes dobokhoz adott gyártóművi adat-szolgáltatások következetes dokumentálása.

2.1.3. A munkavezeték anyagösszetételének hatása

A munkavezeték a húzása során alkalmazott technológiától, valamint a kiinduló és a végső keresztmetszet arányától (húzási aránytól) függően nagyobb mechanikai terhelhetőséget (szakítószilárdságot) szerez. A megemelt hőmérsékleten üzemelő munkavezeték – a hőmérséklet nagyságától és az anyagösszetételtől függően – veszíthet a húzás során nyert mechanikai többletterhelhetőségéből (szakítószilárdságából), ezért – nem megfelelő üzemi körülmények esetén – az eredeti beépítési állapothoz viszonyítva kedvezőtlenebb biztonsági szintet eredményező üzemi állapotok alakulhatnak ki. A hosszú ideig

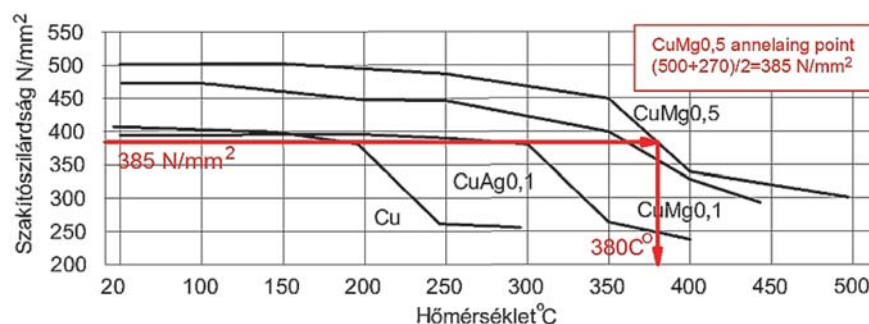
tartó hőigénybevétel során a keményre húzott munkavezeték kristályszerkezetének mikrostruktúrája megváltozik és visszaáll a hideg húzás előtti terhelhetőségi állapotra.

A munkavezeték-gyártás során nyert szakítószilárdság növekményének az üzem közben történő csökkenését jellemzi a „**kimelegedési/kilágyulási pont**”-hoz vagy más néven „**szilárdságfeleződési pont**”-hoz tartozó hőmérséklet értéke. A munkavezeték anyaga – egy órán keresztül ezen a hőmérsékleten állva – elveszti a húzás végére kialakuló magasabb és az eredeti alacsonyabb szakítószilárdsága közti különbség felét. (2.3. ábra)

A 2.3. ábra szerint **CU** jelölésű görbe szerinti tulajdonságokkal rendelkező **Cu-ETP** réz munkavezeték esetében, a kohászati alapanyag **250 N/mm²** szakítószilárdságából kiindulva a hideghúzási eljárás eredményeképpen **420 N/mm²** értékre növelhető a szakítószilárdság. Az EN 50149 szabvány [1.] által előírtak szerint a **Cu-ETP** munkavezeték esetében a szilárdságfeleződéshez tartozó hőmérsékletnek **180 °C** értéket meghaladónak kell lennie!

Az ezüstötvezésű **CuAg0,1** munkavezeték a melegedés hatására nagyobb arányú szakítószilárdság-csökkenést szenved el, ezért bár magasabb üzemi hőmérsékleten tartható, a megengedett mechanikai terhelhetősége gyakorlatilag azonos a **Cu-ETP** munkavezetékével.

A tapasztalatok és a vizsgálatok azt mutatták, hogy a **100 °C** és a **150 °C** közötti tartományba eső, periodikusan fellépő, rövid idejű hőhatások gyakorlatilag még nem befolyásolták a szakítószilárdság értékét. A szakirodalmi adatok alapján [3.] a munkavezeték közelítőleg 5%-os szakítószilárdság-csökkenést szenved el, ha **500 órán** át a **Cu** esetében **160 °C**-on, **Cu-Ag0,1** esetében **170 °C**-on van tartva. Tekintettel arra, hogy a munkavezetékek hőmérséklete nagyon ritkán haladja meg a **80 °C**, illetve a **100 °C** értéket, a szakítószilárdság ilyen úton való csökkenése gyakorlatilag figyelmen kívül hagyható!



2.3. ábra

A tartósan magas hőmérsékleten tartott munkavezeték esetében ugyanakkor számolni kell annak a nyúlásával is. (Például a Cu AC-120 munkavezeték 100 N/mm² húzófeszültség mellett 600 órán át 120 °C-on tartva, azon 0,5 mm/m nyúlási értéket mértek. [3.]

A magasabb hőmérsékleten történő üzem megfelelő biztonsági szintjének megtartása érdekében a megengedett értéket meghaladó állandósult maximális hőmérséklet nagyságától függően – a megnyúlással vagy szakadással járó üzemzavarok elkerülésének érdekében – a vezető megengedhető húzófeszültségét is célszerűen csökkenteni szükséges. Ennek mértékére az EN 50119 szabvány [6.] a 6.9. táblázat által megadott értékű K_{temp} változóval csökkentendő mértéket határozza meg. A megnyúlás révén kialakuló hossznövekedés kezelhetőségét az utánfeszítő berendezés kialakításakor szükség szerint figyelembe kell venni.

A réz alapanyag – az ötvözőanyagok révén – izomorf kristály szerkezetűvé válik, amely a nagyobb mechanikai terhelhetőség és magasabb hőmérséklet elviselésére teszi alkalmassá, ugyanakkor **az ötvözés alapvetően a villamos vezetőképesség csökkenését eredményezi!**

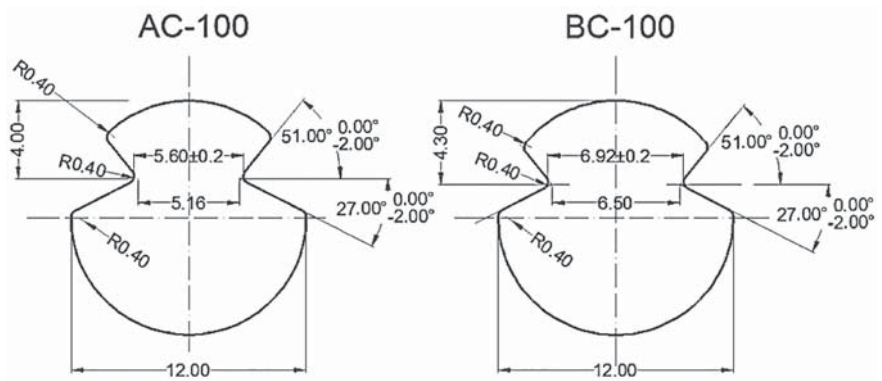
Az ezüst ötvözés – a szakitószilárdság leromlása nélkül – magasabb hőmérséklet elviselésére teszi alkalmassá a munkavezetékét, ugyanakkor az ezüst ötvözés alapvetően nem befolyásolja a villamos és mechanikai paramétereket, amely gyakorlatilag az ötvözetlen réz anyagával azonos marad.

A magnézium ötvözés magasabb hőmérséklet elviselése mellett nagyobb szakitószilárdságot biztosít a munkavezetéknek.

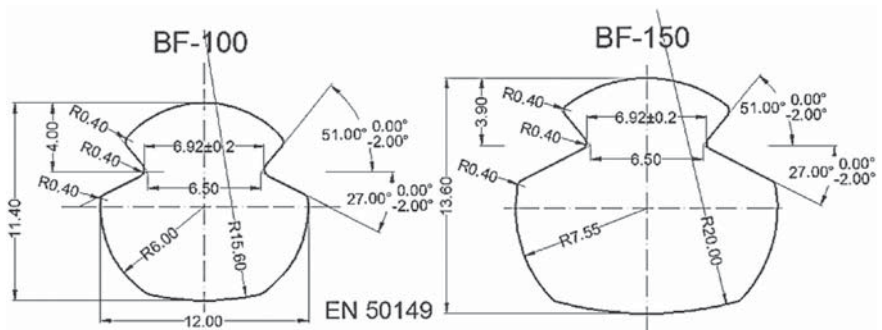
Az **ón ötvözés**, a magnézium ötvözéshez hasonlóan, magasabb hőmérséklet elviselése mellett nagyobb szakitószilárdságot biztosít a munkavezetéknek, de a közel azonos szakitószilárdság biztosítása mellett kedvezőbb vezetőképességgel rendelkezik.

A **kadmium ötvözés** eredményeképpen a magnézium ötvözéshez hasonló eredmény érhető el, de a kadmium ötvözésű anyagok alkalmazása – a kadmium toxikus hatása miatt – az Európai Unióban nem megengedett.

Tekintettel az ötvözött vezetékanyagok magasabb árára, az ötvözött munkavezeték alkalmazása csak indokolt esetben fogadható el. Ennek figyelembevételével a munkavezeték megválasztásához általánosan használható



2.4. ábra



2.5. ábra

„**ökölszabályként**” az alábbiak betartása javasolható:

– Hagyományos keményre húzott munkavezeték Cu-ETP

160 km/h sebességhatárig általánosan használható a hagyományos felsővezetékhez.

– Ezüst ötvözésű munkavezeték Cu-Ag0.1

250 km/h sebességhatárig kiépített vonalak felsővezetékéhez, illetve magasabb környezeti és üzemi hőmérsékletek esetén (pl. egyenáramú vontatásnál, magas környezeti hőmérsékletnél).

– Magnézium ötvözésű munkavezeték Cu-Mg0.2 és Cu-Mg0.5

400 km/h sebességhatárig kiépített vonalak felsővezetékéhez, illetve magasabb környezeti és üzemi hőmérsékletek esetén.

– Ón ötvözésű munkavezeték Cu-Sn0,2 és Cu-Sn0,4

A Cu-Mg munkavezetékkel gyakorlatilag azonos területre alkalmazható, de a közel azonos szakitószilárdság biztosítása mellett kedvezőbb vezetőképességgel rendelkezik.

2.2. A munkavezeték geometria kialakítása, beazonosító jelölése

A különféle célokra, eltérő anyagösszetétellel és keresztmetszettel rendelkező munkavezeték kerülnek alkalmazásra.

A gyártás és a kiválasztás során figyelemmel kell lenni arra, hogy a munkavezeték milyen körülmények közé kerül felszerelésre és ennek során milyen szerelvényekkel történő kapcsolatra kell alkalmassá tenni.

Felsővezeték-rendszer kialakítása során használt munkavezeték – a felfüggeszthetőség biztosítására és az oldal irányú megvezetést biztosító szerelvények csatlakoztathatóságára – a függőleges tengelyre szimmetrikusan elhelyezkedő két horonnyal rendelkezik.

Bármilyen keresztmetszetű vezeték is használunk, a szerelvényekhez csatlakozó hornyok kialakításának a 2.4. ábra szerinti „A”, vagy „B” típusal kell meggyezniük.

Az EN 50149 szabvány [1.] a munkavezeték végső profilja szerint **kör**, illetve **lapolt profillal** rendelkező változatot különböztet meg.

A csatlakozó horony kialakítását megadó „A” vagy „B” jelölést követően a **kör keresztmetszetű profilt** „C” betűvel (2.4. ábra), a **lapolt profilt** pedig „F” betűvel jelölik. (2.5. ábra)

Az **AC, BC, BF** betűjelet követően megadott szám a hivatkozott munkavezeték **névleges keresztmetszetére** utal.

Az EN 50149 szabványban [1.] meghatározott profilokon túl további szabványos profilok is léteznek, például az **UIC 870** által meghatározott, illetve a **DIN 43141** szerinti **Bri** jelölésű profilok is.

A külső megjelenésében azonosnak tűnő munkavezetékek esetében az alapanyaguk beazonosíthatósága céljából, a felfüggesztő szerelvények csatlakoztathatósága érdekében kialakított hornyok közötti felső felületen (lebenyen) további „azonosító hornyokat” alkalmaznak. (2.6. ábra)

- A **normál és a nagyszilárdságú réz** (Cu-ETP, Cu-FRHC, Cu-HPC, Cu-OF) esetében nem alkalmaznak azonosító hornyot.
- Az **ezüstöt tartalmazó rézötvözet** (Cu-Ag0,1) vezetékek két, a függőleges tengelyre szimmetrikusan elhelyezkedő azonosító horronnyal rendelkeznek.
- A **kadmiumtartalmú rézötvözet** (Cu-Cd0,7, Cu-Cd1,0) vezetékek egy, a függőleges tengelyben elhelyezett azonosító horronnyal rendelkeznek.
- A **magnéziumot tartalmazó rézötvözet** (Cu-Mg0,2, Cu-Mg0,5) vezetékek három, a függőleges tengelyre szimmetrikusan elhelyezkedő azonosító horronnyal rendelkeznek.
- Az **óntartalmú rézötvözet** (Cu-Sn0,2) vezetékek egy, a függőleges tengellyel 24°-os szögben elhelyezkedő egy azonosító horronnyal rendelkeznek.

2.3. A munkavezetékek gyártóművi vizsgálatai

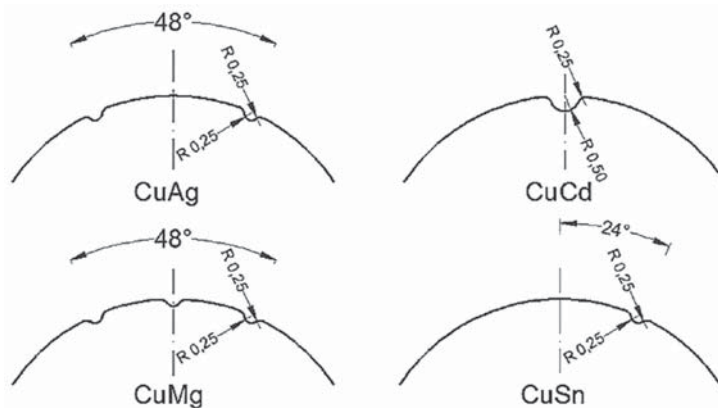
A húzással előállított végtermék – azonos külső megjelenési jegyek mellett – a gyártás kiinduló anyagának adottságai, az alkalmazott technológia (egy vagy több fázisú húzási módszer, a húzási viszony, az esetleges gyártásközi hőkezelések léte vagy elmaradása) eredményeképpen lényegesen eltérő tulajdonsággal rendelkezhet.

A megrendelői megelégedettséghez, az előírt követelményeknek való megfelelés igazolásához az EN 50149 szabvány [1.] számos kötelezően elvégzendő, illetve a megrendelő külön kérésére elvégzendő vizsgálatot és a megfelelést igazoló dokumentálást ír elő.

2.3.1. Kialakítás és keresztmetszet vizsgálata

A munkavezetékek külső méreteinek meg kell felelnie az EN 50149 szabvány [1.] által előírt méreteknél. A kialakításának összhangban kell lennie a profilalakra, a névleges keresztmetszetre, valamint a rögzítő szerelvényekhez csatlakozó horonyra vonatkozó előírásokkal.

A keresztmetszeti terület tűréshatára a **névleges érték +/- 3%-a**. A húzókövek kiindulásként a minimális tűréshatárnak megfelelő húzott termék keresztmetszetet biztosító névleges érték – **3%** mértékű kialakítással készülnek, majd később, amikor a gyártás során kialakuló kopás révén a húzott termék eléri a névleges érték + **3%** értéket, akkor lecserélésre kerülnek.



2.6. ábra: A munkavezeték anyagának EN 50149 szabvány [1.] szerinti megjelölése

A húzott végtermék egy ismert hosszúságú darabjához tartozó súly meghatározásával – a munkavezeték-darab mérlegelésével – a kohászati alapanyag fajsúlyának ismeretében meghatározható **a tényleges vezető-keresztmetszet és az adott munkavezeték pontos folyómétersúlya**. A tényleges keresztmetszet értéke egyben a gyártómű részére is fontos adat a húzókövek tervezett cseréjének ütemezéséhez. A pontos folyómétersúly ismerete pedig a dobon maradt vezeték hosszának későbbi megállapíthatóságát teszi lehetővé.

2.3.2. Elektromos tulajdonságok

A fajlagos ellenállással és a minimális keresztmetszettel számolva az egy kilométerre átszámított ellenállásértékeknek sem szabad meghaladnia az **EN 50149** szabvány [1.] **4. táblázatában** megadott értékeket.

2.3.3. Mechanikai tulajdonságok

A beépítésre kerülő munkavezeték mechanikai tulajdonságai alapvetően függenek az alkalmazott gyártástechnológiától. A termék megfelelőségének ellenőrzése, illetve a megfelelőségnek a megrendelő felé történő igazolhatósága érdekében a mechanikai tulajdonságokat folyamatosan vizsgálni és bizonylatolni szükséges.

A vizsgálatok révén megnyugtatóan kell igazolni azt, hogy a munkavezetékek a

felhúzása, beépítése, beszabályozása során, továbbá az ezt követő üzemszerű állapotban és a rendkívüli helyzetben kialakuló üzemszerű és üzemszerű-elhárítási időszakban rá ható **mechanikai** (húzó, hajlító, csavaró) **igénybevételek** elviselésére – **visszafordíthatatlan károsodás nélkül** – alkalmas.

2.3.3.1. A szakítószilárdság és a százalékos nyúlás

A megfelelőséghez a vezeték szakítószilárdság értékeinek meg kell egyeznie az EN 50149 szabvány [1.] által előírt értékekkel. Ugyanitt találhatóak meg a megnyúlás szakadás után mért minimális százalékos értékei is. (A szakadás után mért megnyúlás **maximális százalékos értékei ajánlott értékek**).

A szakítószilárdság megállapítására a próbatesten statikus szakítóvizsgálatot végeznek, ami azt jelenti, hogy lassan növelik a húzóerőt és közben a gép felveszi a feszültség-alakváltozás (σ - ϵ) összefüggését, az úgynevezett szakítódiagrammot. (2.7. ábra) Minden szakítódiagram a rugalmas alakváltozás egyenes vonalával kezdődik. A szívós fémek (réz, alumínium, nikk, ólom) és néhány ötvözetük esetében a rugalmas alakváltozás egyenes vonalát követően maradó alakváltozás mellett a terhelés eléri a maximumot. Azt követően a keresztmetszet csökkenése (kontrakció) mellett jön létre a szakadás.



2.7. ábra

A szakítódiagram esetében 3 fontos feszültségértéket kell figyelembe venni:

Folyáshatár: az a feszültség, melyet az anyag maradó alakváltozás nélkül elvisel.

Szakítószilárdság: az anyag által törés nélkül kibírt legnagyobb feszültség.

Szakadás: A szakítódiagramról leolvasható feszültség, ahol az anyag elszakadt.

2.3.3.2. Hajtogatóvizsgálat

Ez a vizsgálat nem kötelező, a megrendelő kérésére elvégezhető. (A végtőlcsérbe való visszahajthatóság ellenőrzése). A vizsgálatot az érvényes ISO 7801 szabványelőírások betartásával kell elvégezni. A minta hosszúsága 200 mm. A vezeték minimum 6-szor kell hajtogatni 180°-ban egy tengely körül 30 mm-es görbületi sugárral. A hajtogatások kézzel végezhetőek. A vezeték nem törhet meg és nem szakadhat el.

2.3.3.3. Torziós vizsgálat, a csavarószilárdság ellenőrzése

Ez a vizsgálat nem kötelező, a megrendelő kérésére elvégezhető. (Az elcsavarodott munkavezeték helyreállíthatóságának az ellenőrzése).

Egy folyó vezeték-mintát és egy a toldásnál átlapoltan összeillesztett vezeték-mintát – mechanikai előfeszítés nélkül egymástól 250 mm távolságra – két befogófej közé rögzítik. Az egyik – hosszirányú elmozdulást lehetővé tevő – befogófejhez viszonyítottan a másik befogófej 15 és 20 fordulat/perc sebességtartomány mellett a vezeték tengelye mentén 5 fordulatot végez.

A hossz mentén elcsavart mintán szemrevételezéssel ellenőrizni kell azt, hogy azon nem található-e repedés, szakadás, lepattogzás, töredezés, illetve hajszaalrepedés. Az átlapoltan összeillesztett vezeték esetén az összeillesztés (forrasztás) szétválása nem megengedett.

2.3.3.4. Csavaróvizsgálat, a tekercselési tulajdonságok ellenőrzése

Ez a vizsgálat nem kötelező, a vásárló kérésére elvégezhető. (A végtőlcsérbe való visszahajthatóság ellenőrzése).

A munkavezeték-mintát háromszor egymás után 360°-os fordulatot végrehajtva egy tengelyre tekercselik úgy, hogy a munkavezetéknek az áramszedő felé eső oldala érintkezzen a tengellyel. Réz és réz-ezüst ötvözet esetén a tengelynek és a vizsgált vezeték-minta átmérőjének azonosnak kell lennie. Egyéb rézötvözetek esetében a tengely átmérője a vizsgált vezeték-minta átmérőjének kétszerese kell, hogy legyen.

A mintán szemrevételezéssel ellenőrizni kell azt, hogy azon nem található-e repedés, szakadás, lepattogzás, töredezés, illetve hajszaalrepedés.

3. Munkavezeték felhúzása

A gyártóműben az elvárt és bizonylatolt minőségben előállított munkavezeték – a megfelelő tárolási, szállítási körülmények biztosításán túl – **csak a megfelelő technológia mellett elvégzett felhúzás esetén tudja teljesíteni a beépített állapot esetére elvárt minőségi követelményeket.**

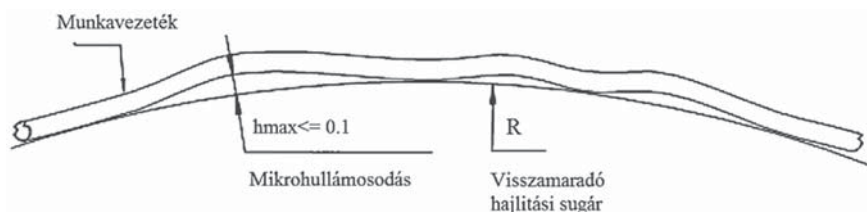
A dobra előfeszítetten felcsévéltek munkavezetéknek a dob központja felé eső belső része nyomó, a külső pedig húzó igénybevételnek van kitéve, amelynek eredményeképpen terhelés nélkül maradandó, ívesen meghajló alakváltozást szenved. A kellő húzófeszültség biztosítása nélkül lecsévéltek munkavezeték-szakasz behullámosodik, utólagosan meghúzva – az egyes hullámok „eldőlési irányától” függően – hosszirányba elcsavarodik, azaz az elvárt minőségben már nem szerelhető fel!

A munkavezeték az elvárt minőségben csak a dobon levő munkavezeték előfeszített állapotát megtartani tudó, megfelelő szabályozhatóságú, fékkel ellátott gombolyító rendszer alkalmazásával szerelhető fel. A gombolyítást a dobon alkalmazott előfeszítő erőt meghaladó nagyságú feszítőerő alkalmazása mellett kell elvégezni. A munkavezeték-húzás során alkalmazandó folyamatos feszítőerő függ a vezeték anyagától, a telepítéshez használt berendezéstől, a dob anyagától és stabilitásától. A megfelelő feszítőerő alkalmazása mellett a dobon maradandó alakváltozást szenvedő munkavezeték ives alakja kiegyenesedik, és hullámosodás vagy elcsavarodás nélkül felszerelhető.

A nagysebességű vonalak esetében végzett vizsgálatok [4.] [5.] eredménye azt igazolta, hogy az alacsonyabb munkavezeték-feszítő erők esetén (10 kN alatt) a dobon kialakult és visszamaradó R hajlítási sugár által meghatározott vonalhoz képest egy további mikrohullámosodás is mérhető. (3.1. ábra)

Amíg a **feszítőerő növelésével** a dobon való elhelyezésből visszamaradó R hajlítási sugár mértéke növelhető, azaz a munkavezeték egyre jobban egyenes vonalba hozható, addig a mikrohullámosodás ezen az úton kellő eredménnyel nem „simitható” ki. A javaslat szerint a nagysebességű rendszerek esetében – a munkavezeték áramszedő kapcsolat során kialakuló dinamikus hatások csökkentése érdekében – a magasabb feszítőerő alkalmazásán túl indokolt egy a mikrohullámosodást kiegyengető készülék alkalmazása is, amely a mikrohullámosodás mértéke akár 0,1 mm érték alá csökkenthető.

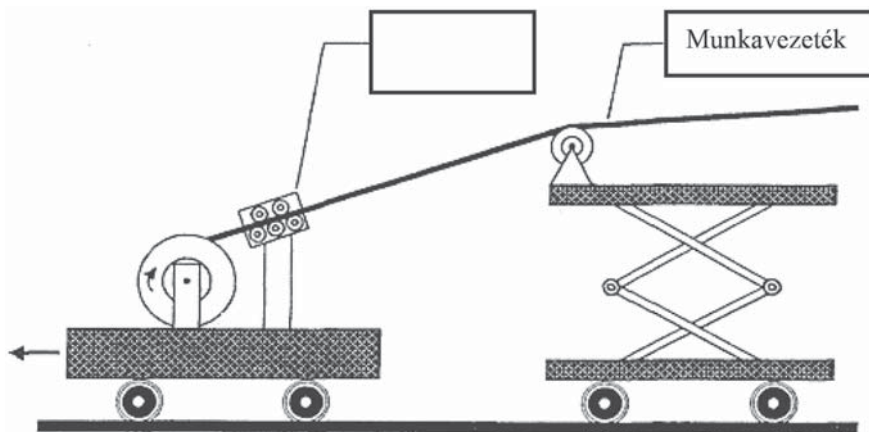
Az **nkt** és a **Siemens** által közösen kifejlesztett készülék (3.2. és 3.3. ábra) alkalmazása során [4.] [5.], a dobon lévő munkavezeték előfeszítő erejéhez hozzáadódik a vezeték húzása ellen ható, a készülék görgősorán való áthaladás eredményeképpen kialakuló erőhatás is. Ennek révén a dobon alkalmazott előfeszítő erőt lényegesen meghaladó végső munkavezeték-feszítőerő alakítható ki.



3.1. ábra: A munkavezeték mikrohullámosodása



3.2. ábra



3.3. ábra

A hullámosodott lemezfelületeket helyreállító hengeresor vagy a távvezetési sodronyok egyenetlenségeit helyreállító görgősor működési elvével azonos módon, a kiegyengető készülék görgősorán áthaladó munkavezetéknek az egyre kisebb mértékű „hajlítottatása” révén a gyártás és a tárolás során a munkavezetékben kialakult maradandó alakváltozás kiegyenlíthető. A dob és az egyengető készülék közötti munkavezeték szakasz folyamatos előfeszített állapotát fokozott figyelemmel kell kísérni, mivel a belazult, behullámosodott szakasz elcsavarodhat.

A munkavezeték felhúzását minden esetben fokozott körültekintés mellett kell elvégezni, mert a húzás közbeni esetleges belazulások a munkavezeték behullámosodását, elcsavarodását, illetve a húzóerőben kialakuló rángások a munkavezeték rendellenes megnyúlását eredményezhetik.

A felszerelt és megfeszített munkavezetékkel kapcsolatban figyelemmel kell lenni arra, hogy a feszített állapotban minden fémterméken – így a munkavezeték esetében is – kúszási jelenség tapasztalható, amely révén a munkavezeték a feszítést követő 6–10 héten belül képlékeny hosszváltozást szenved. A réz Cu-ETP munkavezetékhez viszonyítva az ötvözött Cu-Mg és Cu-Sn munkavezeték relatíve alacsonyabb kúszási hajlammal rendelkeznek.

Ha a projekt lehetővé teszi, a függesztők végleges felszerelését megelőzően, 10 hét időtartamra javasolható a munkavezeték megfeszített állapotban való „öregitése”, amellyel mértékadón csökkenthető a végső finomszabályozási munka.

A hagyományos, rendszerében maximum 160 km/h sebességre alkalmas felsővezetési hosszláncok esetében a mikrohullámosodásból eredő dinamikus hatások nem olyan markánsan jelentkeznek, ezért ezek esetében a szabvány-előírások nem követelnek meg a nagysebességű rendszereknél már indokolt eljárásokat.

Az üzemszerűen beépített állapotban viszont a minél egyenesebb forma a kívánatos, azaz a dobról való lecsévélést a megfelelő technológiával kell elvégezni ahhoz, hogy a felhúzott állapotban a lehető legkisebb visszamaradt deformáció alakuljon ki.

Az elvart minőségű felsővezetési hosszlánc kialakítása csak a megfelelő minőségben legyártott, megfelelő körülmények mellett szállított és tárolt, valamint a megfelelő szerelésteknológia alkalmazása mellett biztosított.

3.1. A húzás során betartandó javaslatok

- A kábeldobok oldalai stabil függőleges helyzetűek legyenek (nem állítható az oldalára).
- A dob megbontását követően a munkavezeték megfeszített állapotban kell tartani.
- Kerülni kell a nem felügyelt véletlen hajlások kialakulását.
- Kerülni kell a képlékeny elcsavaródásokat (a csavarónyomaték nem haladja meg az 50 Nm értéket).
- A munkavezeték feszítő erőt a megadott tartományon belül kell tartani. A húzás során ügyelni kell a dob folyamatos, kontrollált fékezésére. A feszítőerő változása nem haladhatja meg a 0,5 kN értéket.
- A dobról már letekert munkavezeték szakaszon legalább 0,8 m átmérőjű egyedi vezető görgőt vagy több kisebb görgőből olyan módon kialakított görgőcsoporthoz kell alkalmazni, amelyek révén a kialakuló hajlítási ív átmérője legalább 0,8 m!
- A vezető görgőn a munkavezeték iránytörése ne haladja meg a 20°-os szöveget.
- Kerülni kell a dobon levő munkavezeték belazulását, összetekeredését.
- A húzás során nem megengedett a munkavezetékre lépni, mivel az eldeformálódást, hajlást okoz!
- Nem megengedett a biztonsági övet a munkavezetékhez kikötni.

- Nem megengedett a munkavezeték földdel vagy bármilyen korrozív hatást kiváltó anyaggal való érintkezése.

A munkavezeték húzásakor óvatosan kell végezni a munkavonatot, illetve a dob lebombolyításának megindítását és fékezését, hogy elkerüljük:

- a munkavezeték dobjának megállását, mert az a munkavezeték hullámosodását eredményezi;
- a nagy gyorsulásokat, amely a munkavezeték meghajlását, megnyúlását eredményezik.

4. Összefoglalás

Az előzők alapján belátható, hogy a kölcsönös átjárhatóság feltételrendszerét kielégítő felsővezeték-rendszer kialakítása, illetve ezen belül az áramszedővel kapcsolatba kerülő munkavezeték adottsága alapvetően kihat a csúszóáramszedős villamosenergia-vételezés minőségére, az átjárhatóság érdekében meghatározott követelményrendszernek való megfelelésre.

A gyártóműben az elvart és bizonylatolt minőségben előállított munkavezeték – a megfelelő tárolási, szállítási körülmények biztosításán túl – önmagában nem, csak a megfelelő technológia mellett elvégzett felhúzás és a hosszláncrendszer megfelelő beszabályozásával egyetemben tudja teljesíteni a minőségi áramszedési követelményeket. Ezért alapvető fontosságú, hogy a felsővezeték-rendszerrel kapcsolatba kerülők a munkavezeték kiválasztására vonatkozó ismereteken túl megfelelő ismeretekkel és gyakorlattal rendelkezzenek az alkalmazandó szerelésteknológia területén is.

A „régiközben” alapvetően „belterjesen” a MÁV keretein belül működő szervezetek végezték a nagyvasúti felsővezeték-rendszerrel kapcsolatos szerkezetfejlesztési, tervezési, kivitelezési és üzemeltetési feladatokat. A szakemberek a MÁV-nál szerzett megfelelő gyakorlati tapasztalatokkal, a fejlesztők révén első kézből kapott információkkal és adatokkal rendelkezve, „napra kész” ismeretek mellett végezték tevékenységüket.

Az időközben változó körülmények miatt számos új, alapvetően nem a MÁV keretein belül munkálkodó szervezet is végez fejlesztési, tervezési és kivitelezési tevékenységet. A szakirányú munkatársaik – a helyzetből adódóan – nem vagy csak minimális mértékben szerezhettek/szerezhetnek MÁV gyakorlati tapasztalatokat, illetve esetenként nehezen tudnak szakirányú információkhoz jutni, ismereteiket „napra kész” formában tartani.

A cikk megírását alapvetően – őket is érintően – a szakember-utánpótlás ismer-

retszerzésének, valamint a napi munkájukat végző szakemberek tevékenységének a segítői szándéka motiválta. Mindannyiunk közös érdeke, hogy ezen a sokrétű és ebből adódóan nehéz, de nagyon szép, műszaki kihívásokkal rendelkező felsővezetékes szakterületen a legfelkészültebb szakemberek végezzék a munkájukat.

Mottó

Egy régi felsővezetékes szakember intelme az utókor felé:

A Jóisten mentsen meg bennünket a megfelelő szakirányú ismeretek és gyakorlat hiányában, önmagukat „rövid időn belül” szakembernek minősítők tevékenységétől! Mert ezek – a kellő hozzá nem értés nyugalma mellett – többnyire bizony vagy festik magukat, vagy hazudoznak!

Irodalomjegyzék

[1.] **MSZ EN 50149:2013:** Vasúti alkalmazások. Telepített berendezések. Villamos vontatás. Hornyolt munkavezeték rézből és rézötvözetből

[2.] **Dr. Barkóczi István:** Sodronykötél és huzal. (FUX Zrt. 2007)

[3.] **Dr.-Ing. Friedrich Kiessling, Dipl.-Ing. Rainer Puschmann, Dr.-Ing. Axel Schmieder, Dr.-Ing. Egid Schneider:** Contact Lines for Electric Railways. (2nd edition 2009)

[4.] **Dr.-Ing. Frank Pupke:** Installation of Contact Wire (CW) for High Speed Lines – Recommendations. (Product Development Metal and Railways. IEEE meeting – Houston, 25.01.2010)

[5.] **Dr.-Ing. Frank Pupke:** Optimization and development of contact wire for high speed lines (*nkt cables GmbH, Cologne*)

[6.] **MSZ EN 50119:2010:** Vasúti alkalmazások. Telepített berendezések. Villamos vontatási felsővezeték

[7.] **Csoma András:** Nagyvasúti villamos vontatás felsővezetési berendezései I. kötet (2018. Vasúti Erősáramú Alapítvány)

Die aktuelle Fragen der Auswahl und der Benutzung des Fahrdrachts des Bahnüberleitungssystems

Anschliessend zur Serie, die mit dem Themenkreis der Bahnelektrifizierung verhandelte und die in den vorigen Heften von „Vasúti Vezetékvilág” herauskam, wird der Auswahl und der Montierung des entsprechenden Fahrdrachts des elektrischen Zugförderungssystems in diesem Artikel dargestellt.

Actual questions about selection and usage of catenary wire

Referring to articles on railway catenary electrification published in preceding „Vasúti Vezetékvilág” sheets, this paper focuses on selection, installation and operation of catenary wires.

SZAKMAI PARTNEREINK

AXON 6M Kft., Budapest

Bi-Logik Kft., Budapest

CERTUNIV Kft., Budapest

Fehérvill-Ám Kft., Székesfehérvár

GTKB Transzelektro
Közlekedési Berendezéseket
Gyártó Kft., Baja

MES Kft., Budapest

Műszer Automatika Kft., Budaörs

PowerQuattro Zrt., Budapest

PROLAN Irányítástechnikai Zrt.,
Budakalász

RAIL SAFE Ipari, Kereskedelmi
és Szolgáltató Kft., Budapest

R-KORD Kft., Felcsút

R-Traffic Kft., Győr

SAFE-TERV Kft., Dunaharaszti

Siemens Mobility Kft., Budapest

MEGA-LOGISTIC
Beruházási és Üzemeltetési Zrt.,
Budapest

TERMINI-RAIL Építő és Szolgáltató Kft.,
Budaörs

Thales Rail Signalling Solutions Kft.,
Budapest

Tran-SYS Kft., Budapest

VASÚTVILL Kft., Budapest

A GSM-R jövője

PETE GÁBOR

1. Bevezetés

A Vasúti Vezetékvilág és előlapja, a Vezetékek Világa már számos cikkben foglalkozott a MÁV vezeték nélküli kommunikációs rendszereivel, az analóg rádiórendszereivel és a GSM-R bevezetésével, alkalmazásával. Jelen újságcikk célja az ITRF TEB Igazgatóság által szabályozott környezetben a MÁV Zrt. által évtizedek óta alkalmazott jármű-föld (illetve mobil-fix) viszonylatú rádiókommunikációs rendszerek, különös tekintettel a Magyarországon 2020. augusztus 1-jén éles üzemben elindított GSM-R szolgáltatás és az azt biztosító távközlési rendszer jövőképének rövid bemutatása.

2. GSM-R, az európai egységes vasúti rádiórendszer

Az elmúlt 20 évben a föld és a vonat közötti kommunikációs rendszer a vasúti kommunikáció központi részévé vált, különösen a GSM-R egyre szélesebb körű használatának köszönhetően, amely lehetővé tette a korábban heterogén szolgáltatások jelentős harmonizálását és fejlesztését a régi analóg rendszerek keretében. Az európai vasúttársaságok több mint 40-féle vasúti rádiókommunikációs rendszerei helyett 2020-ra az EU IV. vasúti csomag által előírt interoperabilitást az ERMTS részét képező GSM-R rendszer szinte egyeduralgoddá válásával sikerült megvalósítani.

A Nemzetközi Vasútegylet (UIC) által menedzselte európai vasúti stratégia 1997-től kezdődően mutatta be az ERTMS (European Railway Traffic Management System) rendszert, ami mint a szabványos vonatirányító rendszer kiindulópontját jelentette egy nagyszabású harmonizált, szabványosított föld-vonat kommunikációs rendszer, a GSM-R meghatározásában és megteremtésében. A rendszer bevezetése mellett a MÁV is elkötelezte magát: a Memorandum of Understanding dokumentumot az elsők között írta alá.

A GSM-R rendszert már eredetileg is úgy tervezték, hogy támogassa az ETCS L2 rendszer vezeték nélküli adatkommunikációs igényeit, a vasúttársaságok túlnyomó többsége fokozatosan bevezette és széleskörű üzemi távközlési funkcionális alkalmazza, így egy rendkívül robusztus, bíró biztonságos rendszerként a vasútüzem szerves részévé vált. Az el-

mult 20 év során – ami meglehetősen rövid időszak egy hosszú beruházási ciklussal bíró iparág számára – a GSM-R bevált, hatékony támogatója lett az európai egységes vasútnak a költséghatékony és interoperábilis rádiókommunikációs rendszer megteremtésével. Európában 150 000 km, a világ más részein pedig 250 000 km vasútvonalat fedtek le eddig a GSM-R rádiórendszerrel. A fejlesztés különösen látványos volt Kinában, amely a közlekedési infrastrukturális szektor legnagyobb piacává vált.

Az egységes vasúti rádiórendszer specifikációit a kezdetektől fogva az UIC (Nemzetközi Vasútegylet) dolgozta ki a vasúttársaságok aktív közreműködésével olyan projektekben, mint az EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network) és a MORANE (Mobile Radio for Railway Networks in Europe). Ennek a munkának az eredményeként készült el a két kulcsfontosságú dokumentáció, amelyek azóta is együttesen meghatározzák a rádiórendszer vasútállatokra szabott szolgáltatásait, illetve a fontosabb műszaki építőelemeket:

- EIRENE FRS (azaz a funkcionális követelmények specifikációi),
- EIRENE SRS (azaz a rendszerkövetelmények specifikációi),
- MORANE projektben számos kisebb FFFIS, FIS és FFFS dokumentum (Form Fit Functional Interface Specification, Functional Interface Specification és Form Fit Functional Specification).

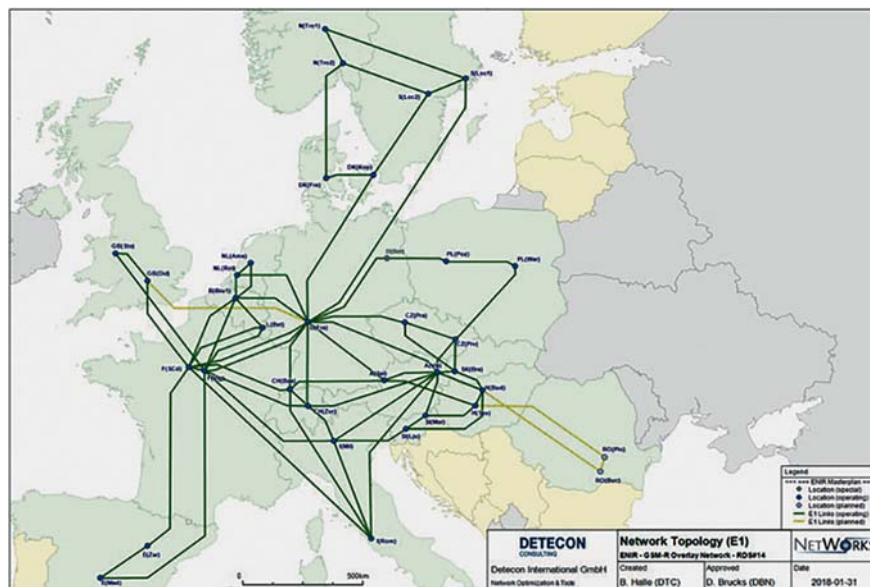
Ma is ezen dokumentumok aktuális, frissített változatai (FRS 8.0.0 és SRS 16.0.0) képezik az európai föld-vonat rádiókom-

munikáció létfontosságú alapjait az Európai Bizottság megbízásából az ERA (Európai Vasútügynökség) által felügyelt CCS TSI (Control-Command System Technical Specification for Interoperability, azaz Átjárhatósági Műszaki Előírások: ÁME) szabványokban és az ezekre vonatkozó nemzeti jogszabályi környezetben.

Az európai szintű szabályozás miatt biztonságosan használható és átjárható hálózatok épültek ki az európai vasúttársaságoknál.

Mivel a GSM-R egyik legfontosabb tulajdonsága az interoperabilitás, és tágabb értelemben véve a felhasználók áttekinthetősége valamennyi vonatra vonatkozóan – függetlenül azok földrajzi útvonalától, ami lehet csupán egy belföldi vagy több nemzeti hálózatot is érintő nemzetközi útvonal. Azért, hogy a valóban zökkenőmentes közlekedésről beszélhessünk, meg kellett teremteni a nemzeti GSM-R hálózatok összeköttetését biztosító kapcsolatokat. Szükség volt azokra a nemzetközi adatkapcsolatok koordináló Interconnection HUB-okra is, amelyek segítségével a roaming funkciók és az akár megállás nélküli határátnemetek rugalmasan megvalósíthatók – beleértve az országok között megvalósított beszédkommunikációt és az ETCS L2 jelfeladást. A szerverek Németországban kerültek elhelyezésre egy svájci tartalékkal, és az UIC koordinálása alatt működő vasúti távközlési hálózatok közötti kapcsolatok biztosításával támogatják 17 európai ország (köztük természetesen Magyarország) egymás közötti tranzitforgalmát.

A GSM-R-t a kezdetektől fogva úgy tervezték, hogy megfeleljen a szigorú szolgáltatási minőségi elvárásoknak, te-



1. ábra: GSM-R hálózatok összekapcsolása

kintettel az ETCS L2 biztonságkritikus információ, illetve a vasútspecifikus hívás-módok, mint pl. a csoporthívás és vészhívás továbbítására, ami szintén a vonatok biztonságos közlekedtetésének egyik létfontosságú eleme. Jelenleg a GSM-R hálózatok a legmegbízhatóbb, legnagyobb rendelkezésre állással üzemelő mobilhálózatok olyannyira, hogy több példa volt rá, hogy súlyos incidensek során még akkor is megbízhatóan működtek, amikor a közcélú szolgáltatók hálózatainál már kimaradások voltak, illetve a GSM-R vészhívás számos esetben segített életet menteni.

Mindezek alapján elismerhető, hogy Európában a GSM-R alapvető sarokköve a biztonságos és megbízható vasútüzemnek. Magyarországon is tapasztaljuk, hogy azon vasútvonalaknál, ahol már kiépült a digitális vasúti rádiórendszer, a hálózati és berendezés szinten is többszörösen redundáns kialakítás miatt a legstabilabb és legjobb lefedettséget a GSM-R hálózat biztosítja.

3. A változás szükségessége és a kínálókozó lehetőség

A távközlési berendezések tervezett életciklusa természeténél fogva sokkal rövidebb a vasúti berendezésekhez képest, ami különösen az elmúlt 50 évben bekövetkezett óriási fejlődésnek köszönhető, mint pl. a világszerte alkalmazott vezeték- és hírközlési infrastruktúrák összekapcsolódása, a mobiltelefonok elterjedése, illetve az optikai kábelekre alapozott terabites átviteli kapacitású adatátviteli hálózatok vagy éppen az Internet világszerte erőteljes megjelenése, amelyek ma az üzleti élet minden formájában létfontosságúvá váltak. Különösen elmondhatjuk ezeket a mobiltelefonok világában, ahol rendkívül gyorsan haladtunk az NMT-ről (Magyarországon Westel450) 2G-re, majd a 3G-re és 4G-re, most pedig az 5G rohamos elterjedésének vagyunk tanúi egyszerre a világ szinte bármely részén.

Az ilyen lenyűgöző fejlődés hátulütőjeként azt is megtapasztalhatjuk, hogy az alkalmazott technológia a fejlődés hatására rendkívül gyorsan elavulttá válik. Ez alól nem kivétel a 2G, GSM-R technológiája annak ellenére sem, hogy az azt kifejlesztő gyártók – szinkronban az életkorukkal és az általános gyártói irányvonalakkal – folyamatosan törekszenek a működő rendszerek fenntarthatóságára. Bár a gyártók elkötelezték magukat, hogy a rendszert 2030-ig, illetve valószínűleg azon túl is támogatják, ma már minden érintett számára világos, hogy a GSM-R hálózatok életciklusa 10–15 éven belül lejár, így azok üzemeltetése és karban-

tartása egyre költségesebbé és összetettebbé válik. A gyártók (pl. Nokia) tájékoztatása alapján várhatóan a Life Extender támogatáscsomag részeként szükséges szoftver- és hardverfrissítésekkel a jelenlegi rendszerek 2030 után is üzemben tarthatók lesznek (pl. a 2016-ban kivett Siemens bázisállomások is egy alacsony szintű gyártói támogatással a mai napig működnek).

Az UNIFE/UNITEL bizottság részéről az UIC ERIG munkacsoportban tájékoztatást kaptunk, hogy véglegesítés alatt állnak a GSM-R hosszú távú támogatására vonatkozó gyártói nyilatkozatok.

Az elkerülhetetlen tények tudatában az UIC – karöltve a GSM-R-t működtető vasúttársaságokkal – már 2015-ben megkezdte a GSM-R-t követő potenciális rendszerek vizsgálatát. 2018-ra lefektetésre kerültek az alapvető elvárások és a cseréhez szükséges strukturált program, az FRMCS (Future Railway Mobile Communication System) legfontosabb lépései. A nyelvtörő mozaikszó ma már sokak számára ismerős, a célja a MÁV számára is egyértelmű: az 5G bevezetése a vasúti hálózatok számára.

Az FRMCS-re való átállás sikerességének feltételei:

- Az UNITEL bizottság állásfoglalása bemutatja az ipar véleményét a legfontosabb szempontokról, kihívásokról és intézkedésekről, amelyek garantálják a sikeres bevezetést és az FRMCS felé történő áttérés várható ütemtervét.
- Különböző területek meghatározása a piac, az ökoszisztéma, a szabványosítás, a rádióspektrum, a funkcionalitás, illetve a terepi próbaüzemek hatásá-

nak, kihívásainak enyhítése érdekében.

- Az iparág nézőpontjának ismerete a telepítési fázisokról és a szolgáltatások köréről.

4. Az UIC FRMCS programja

4.1. FRMCS szervezeti felépítés

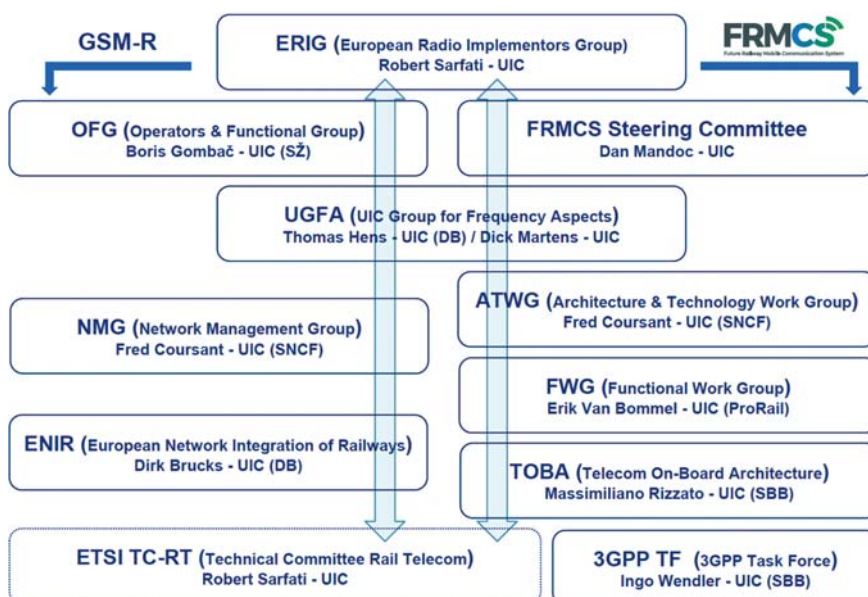
2018-ban az UIC az ERIG munkacsoport felügyelete alatt létrehozta az FRMCS munkacsoportot. Az ERIG – amelyben a MÁV Zrt. képviselő is biztosított – felelős a GSM-R specifikációk karbantartásáért és a vasútközi interoperabilitás biztosításáért és Európában az alábbi almozgatócsoportok közreműködésével:

- Functional Work Group (FWG) felelős a funkcionális szempontokért;
- Architecture & Technology Workgroup (ATWG) felelős a rendszerrel kapcsolatos szempontokért;
- UIC Group for Frequency Affairs (UGFA) felelős a rádióspektrummal kapcsolatos valamennyi feladatért;
- Telecom On-Board Group (TOBA) felelős a járműfedélzeti távközlési rendszerek definiálásáért;
- 3GPP munkacsoport (3GPP TF) munkája biztosítja, hogy a 3GPP szabványosítás figyelembe veszi az FRMCS-hez szükséges mechanizmusokat;
- FRMCS Steering Committee pedig koordinálja a fentieket, illetve biztosítja a kapcsolatot a vasúti szektor egyéb érdekeltjei, különösen az ERA felé.

4.2. Az FRMCS stratégiai terve

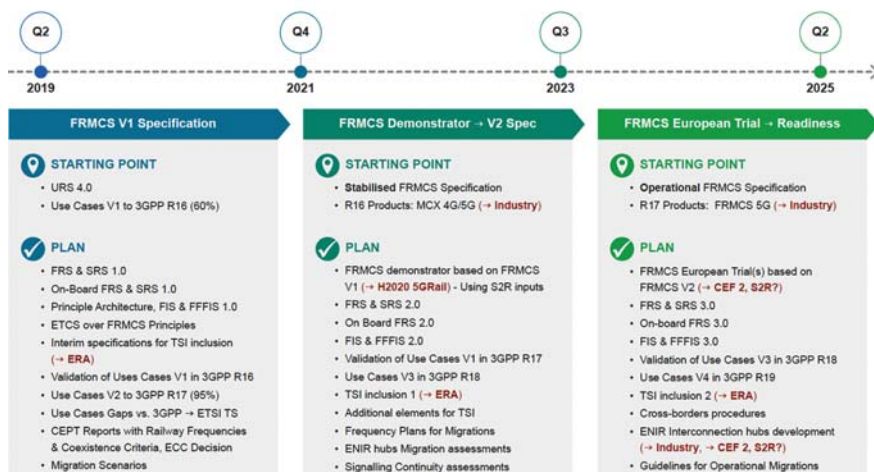
A 2025-re tervezett első európai bevezetés érdekében 3 pontos stratégiai tervet dolgoztak ki.

The UIC GSM-R & FRMCS Programs Organisation



2. ábra: Az UIC GSM-R & FRMCS programok szervezeti felépítése

Strategic Plan for FRMCS Introduction



3. ábra: Az FRMCS bevezetésének stratégiai terve

Az első pillér a specifikáció és szabványosítás (FRMCS V1 Specification), beleértve a forgalomirányítás támogatását, mivel az FRMCS az ERA által felügyelt CSS TSI (ÁME) részére bemenő adatokat szolgáltat. A TSI felülvizsgálatok ezek alapján 2022-ben az Európai Bizottság által megkezdődhetnek és ennek eredményeként megszülehetnek a műszaki dokumentumok és ad hoc specifikációk.

A második pillér (FRMCS Demonstrator => V2 Specification) sokkal inkább iparközpontú, és magában foglalja a kezdeti prototípusok kifejlesztését az FRMCS környezetben végrehajtott üzemi próbákhoz. A tapasztalatok alapján visszajelzést ad a specifikációk továbbfejlesztéséhez és pontosításához a H2020 5G vasúti projekt részére.

A harmadik pillérben a működő FRMCS specifikációk véglegesítését látjuk, illetve a rendszer bevezetésére és alkalmazására kidolgozott eljárásrendeket.

Magán a folyamaton túl fontos volt a vasúti érdekek védelme, ami a 3GPP-n belül nem egy könnyű feladat, ugyanis a nagy távközlési piaci szereplőknek piacorkorlátozó tényezőként hatnak a vasúti technológiai szereplők nem feltétlenül kereskedelmi szempontok alapján megvalósított kommunikációs rendszerei. A GSM-R gyártók piaci pozícióinak és a nemzeti frekvenciaszabályozók (pl. NMHH) hathatós támogatásának is köszönhetően az UIC szabványosítási kéréseit fokozatosan, lépésről lépésre teljesítették olyannyira, hogy néhány – pl. a funkcionális címzésre vonatkozó – javaslatunkat még a profitorientált autópári ágazat is átvette (pl. önvezető autóknál alkalmazzák). Összességében kijelenthetjük, hogy a 3GPP szabványosítási törekvései között eredményesen helyet kaptak a vasúti szektor speciális igényei is.

Emellett szorosan illeszkedve a szabványosítási munkához az UIC FRMCS munkacsoportjai vállalták, hogy a teljes specifikációkészletet kidolgozzák az 5G FRMCS számára, az alábbi részletezettségben:

- FRMCS FRS (Funkcionális követelmények specifikációja) mind az infrastruktúrára, mind a fedélzeti berendezések számára;
- FRMCS SRS (rendszerkövetelmények specifikációja) szintén mind az infrastruktúrára, mind a fedélzeti berendezések számára;
- dedikált specifikációk a fedélzeti kommunikációs berendezések számára: TOBA FIS (Telecom On-Board Architecture Functional Interfaces Specification, azaz távközlési fedélzeti berendezések architektúrája és a funkcionális vonatinterfészek specifikációja), és a TOBA FFFIS (Telecom On-Board Architecture Form Fit Functional Interfaces Specification, azaz az alaki,

illeszkedési és funkcionális specifikációk specifikációi);
 - annak leírása, hogy ez hogyan lesz interoperabilis az ETCS jelzőberendezéssel (ETCS over FRMCS Principle Architectures).

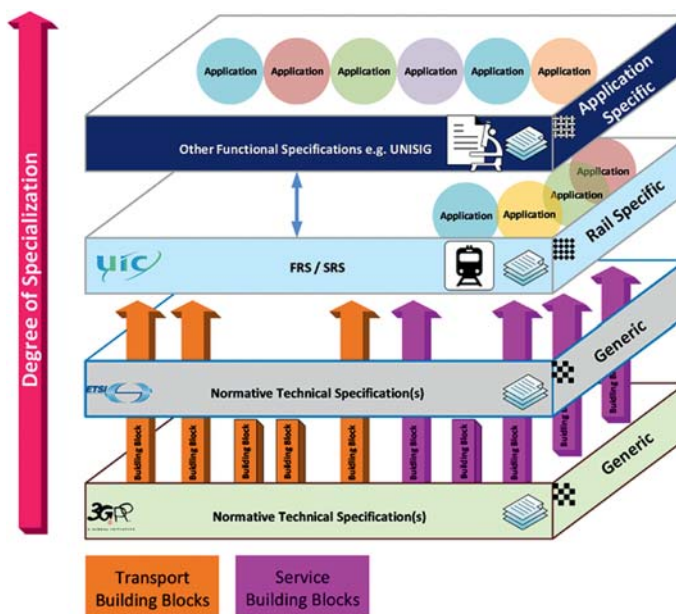
Ezekon felül természetesen szükség van azokra a szabványosítási összetevőkre, amelyekkel a 3GPP szintjén nem lehetséges foglalkozni (jellemzően a 2G GSM-R és az 5G FRMCS közötti interoperabilitási mechanizmusok, amelyek hasznosak a hibrid rendszerek kezelésénél), de kezelni kell az ETSI TC-RT szintjén.

Együttesen a fenti dokumentumok összessége fogja alkotni az FRMCS 1. verziójának műszaki alapját, és ezeket alapul véve kerülnek kidolgozásra a leendő CSS ÁME 2022 mellékletei.

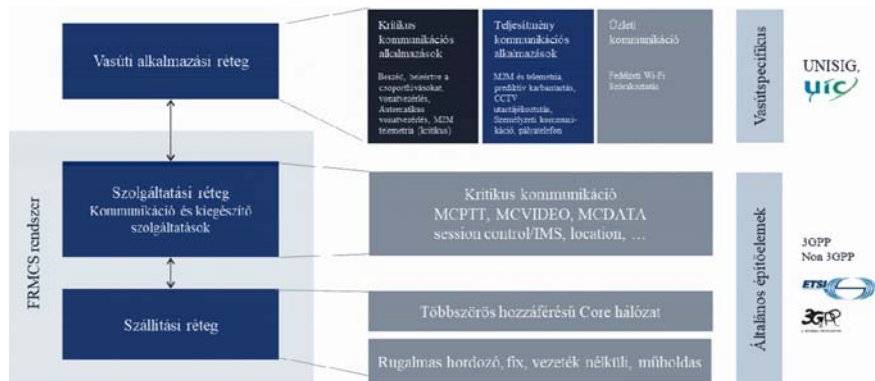
Ahogy azt a 4. ábra is mutatja, az FRMCS legfelső szintjén már az applikációk, alkalmazások állnak, azaz a felépítés elsősorban szerver – applikáció kiépítésre alapul. A PTT audio hívás pl. mandatory, azaz kötelező szolgáltatás, de pl. a PTT videó szolgáltatás csak abban az esetben valósul meg, ha a hálózati kapacitások ezt lehetővé teszik!

4.3. Az FRMCS projekt kihívásai

Az FRMCS projektnek számos kihívásra kellett választ találnia (lásd. 6. ábra). Az FRMCS-nek jövőállónak kell lennie, mivel a vasút meghosszabbított élettartammal számol a közcélú mobilhálózatokhoz képest (kb. 15 év). A rendszernek meg kell felelnie a vasúttársaságok által elvárt magasabb szolgáltatásminőségi paramétereknek (pl. a lefedettség hiánya miatt a vonatok egyszerűen megállnak ETCS L2 üzemmódban, vagy ami még rosszabb, nem épülhet fel egy vészhívás), biztosítá-



4. ábra: A szabványosítás szintjei



5. ábra: FRMCS architektúra és szabványosítás réteges megközelítése



6. ábra: Az FRMCS kihívásai

nia kell az európai interoperabilitást (a háttérmeneteknél való megállás nélküli közlekedéshez is), enyhítse a Cyber Security támadások¹ kockázatait, illetve természetesen szükséges elegendő frekvencia-tartományt is allokálni a működéshez.

A rendszer bevezetésének kezdeti időszakában a GSM-R-rel párhuzamosan fognak működni az alapvető FRMCS funkciók, míg a későbbiekben az alapfunkciók mellé a jövő vasúti rádiókommunikációs igényeit teljes egészében az új rendszer szolgálja ki – ezzel lehetővé téve a GSM-R leszerelését. Rendkívül fontos, hogy az ETCS hordozónál (ami jelenleg egy csupán 4,8 kbps vonalkapcsolt adathívás!) bevezetésre kerül a rugalmasság fogalma, ami lehetővé teszi a csomagkapcsolt mód alkalmazását a pályamenti ETCS elemek és a járműfedélzeti berendezések (OBU) között, ezzel függetlenné válna az átviteli közeg műszaki technológiájától – azaz ezt követően az átvitt már nem befolyásolja akár az alkalmazott frekvenciatartomány sem!

1 2017-ben a DB-t is érintette a WannaCry vírus: a vizuális utastájékoztató rendszerek felett a hackerek átvették az irányítást és különböző üzeneteket jelenítettek meg a vasútállomások információs kijelzőin! <https://www.railtech.com/digitalisation/2017/12/11/wannacry-virus-was-wake-up-call-for-railway-industry/?gclid=accept>

4.4. Egy új járműfedélzeti vasúti távközlési architektúra

2019 közepén az UIC FRMCS TOBA munkacsoport számos architektúra-forgatókönyvet határozott meg a járműfedélzeti távközlés terén, és elfogadták, hogy az ETCS interfészhez is az ERA Control Group útján az ún. TOBA option 3-at javasolják.

Ez egy egyszerű, mégis zavaró kommunikációs jövőkép lehetőségét vázolta fel, azaz egyetlen harmonizált rendszert a föld-vonat kommunikációra (kódneve: TOBA Boks), ami egy lépéssel eltávolodik a jelenlegi rendszertől, ahol számos, funkcióként önálló kommunikációs interfész létezik a járművön belül (pl. független beszédkommunikáció és ETCS jelzésátvitel).

A TOBA Boks egyfajta HUB-ként fog működni a digitális vasút számára a vonaton belül, minden felelősség átvételével a bejövő és kimenő kommunikáció számára, illetve elegendő sávszélességet és szolgáltatás minőséget biztosítva vala-

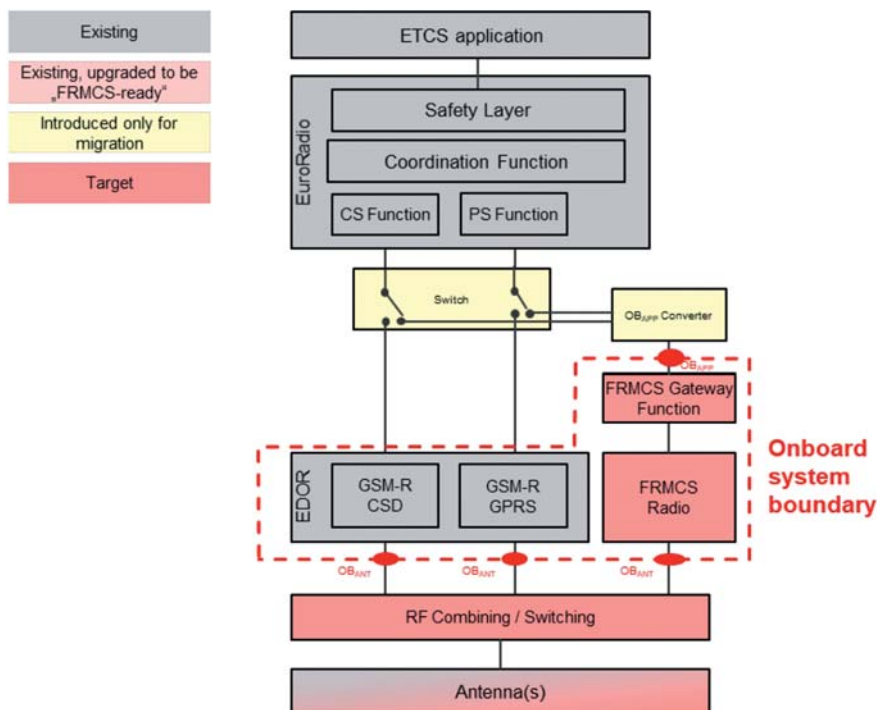
menyi fedélzeti alkalmazáshoz frekvenciaugratásokkal és a kiberbiztonsággal a többi fontos funkció mellett. Különösen amiatt, hogy a kommunikációs felület ugyanaz marad minden célra, a telepített architektúra lehetővé teszi a szoftverekre és hardverekre gyakorolt hatások csökkentését pl. a fedélzeti rendszerek frissítése vagy karbantartása terén.

2020 elején a TOBA Option 3 lett a hivatalosan kiválasztott alapja az ERTMS fedélzeti rendszerek architektúrájának!

5. FRMCS frekvenciasávok Európában

Európában az 5G bevezetéséhez dedikált vasúti célú frekvenciatartományok kérdését már 2017-ben vizsgálták. Sajnos a kezdetekben a frekvenciahasználatot szabályozó Európai Bizottság teljes értetlensége miatt az FRMCS igények kielégítésére kizárólag a jelenlegi 900 MHz-es tartományon belüli 2x4 MHz-es sávot dedikálták, amit a jelenlegi GSM-R rendszereink is használnak.

Az Európai Bizottság megbízta a CEPT-ECC (Európai Posta és távközlési igazgatás – Elektronikus kommunikációs bizottság) bizottságát, hogy vizsgálja meg a vasúti távközlés helyzetét. 2018-tól az UIC UGFA egy proaktív stratégiát elfogadva, számos vasúttársaság és gyártó együttműködésével kiállt az ágazat FRMCS bevezetéséhez szükséges spektrumigényei mellett. Számos műszaki tanulmány, állásfoglalás és a CEPT munkacsoportokban való részvétel eredményezte, hogy annak ellenére, hogy a



7. ábra: A TOBA kommunikációs jövőkép felépítése

vasúti szolgáltatások a teljes hírközlési szolgáltatási spektrum kicsi szeletét képezik, mégis sikerült a frekvenciaallokáció terén kedvező döntést elérni. 2020. november 20-án az ECC 20(02) számú döntése alapján Európában vasúti célokra dedikálásra került a 900MHz-es tartományban 5,6 MHz (a 874,4-880MHz vonat föld irányú és 919,4-925,0MHz föld-vonat irányú frekvenciapárok), illetve az 1900 MHz-es tartományban további 10 MHz (1900-1910MHz) sáv, amely frekvenciasávok egyébként a szolgáltatók számára Euró-milliókért értékesíthető nemzeti kincset jelentenek. Ráadásul mindez olyan számunkra is előnyös feltételekkel, amelyek lehetővé teszik a megfelelő jelszinteket és az interferencia elleni hatékony védelmek kialakítását egy remélhetőleg kedvező áron kialakítandó 5G hálózat részére. A döntés tagállamok általi ratifikálására várhatóan 2021 tavaszán sor kerül.

6. FRMCS üzleti modell és stratégiai kihívások

A közeljövőben az FRMCS célja, hogy fokozatosan kicserélje a GSM-R-t világszerte mintegy 250 000 km vasútvonalon, valamint frissítse a hozzá illeszkedő kb. 200 000 db mozdonyrádiót, amelyek kb. a fele van Európában.

A vasúti szektorban óriásinak számító beruházás, az 5G fix oldali és járműfedélzeti berendezéseinek telepítési költsége mintegy 50 milliárd euró, de az időközben várhatóan felmerülő új igények miatt hosszútávon ezt az összeget kétségtelenül meghaladja. A bevezetésre meglehetősen hosszú időtartam, legalább 10 év alatt fog sor kerülni 2025–2035 között. Következésképpen a GSM-R és az FRMCS hálózatok egy ideig együtt fognak élni a nemzeti hálózatokon, és ennek az együttes használatnak átláthatónak kell lennie. Mindezek együttesen hatalmas munkaterhet és beruházási igényt jelentenek.

Egy visszatérő vita az FRMCS bevezetésének üzleti modellje: telepítenie kell-e a vasúttársaságoknak a saját dedikált hálózatukat vagy inkább használják a közcélú szolgáltatókhoz tartozó nyilvános hálózatokat? Míg egyes megfontolások ezt pusztán technikai kérdésnek tekintik (mivel az 5G által kínált „Network slicing” lehetővé teszi az 5G által a hálózatok virtuális elszeparálását úgy, hogy egy megosztott architektúrához kapcsolódik) másoknál dogma kérdése -> valójában így módon kialakítva a gondolatot rossz kérdést teszünk fel!

A fő kérdés a szolgáltatás minőségének a kérdése! Ez viszont vasútvonalanként változik: némely vonalnak nagy a forgalmi sűrűsége és/vagy nagysebességű

vonatok közlekednek rajta, míg mások másodlagos fő vagy mellékvonalak osztályába soroltak. A mobil szolgáltatók stratégiája ezzel szemben az egyéni előfizetőket célozza meg - így közel sem képes a kritikus vasúti kommunikációhoz szükséges QoS paramétereket biztosítani a belföldi vagy nemzetközi fővonalakon!

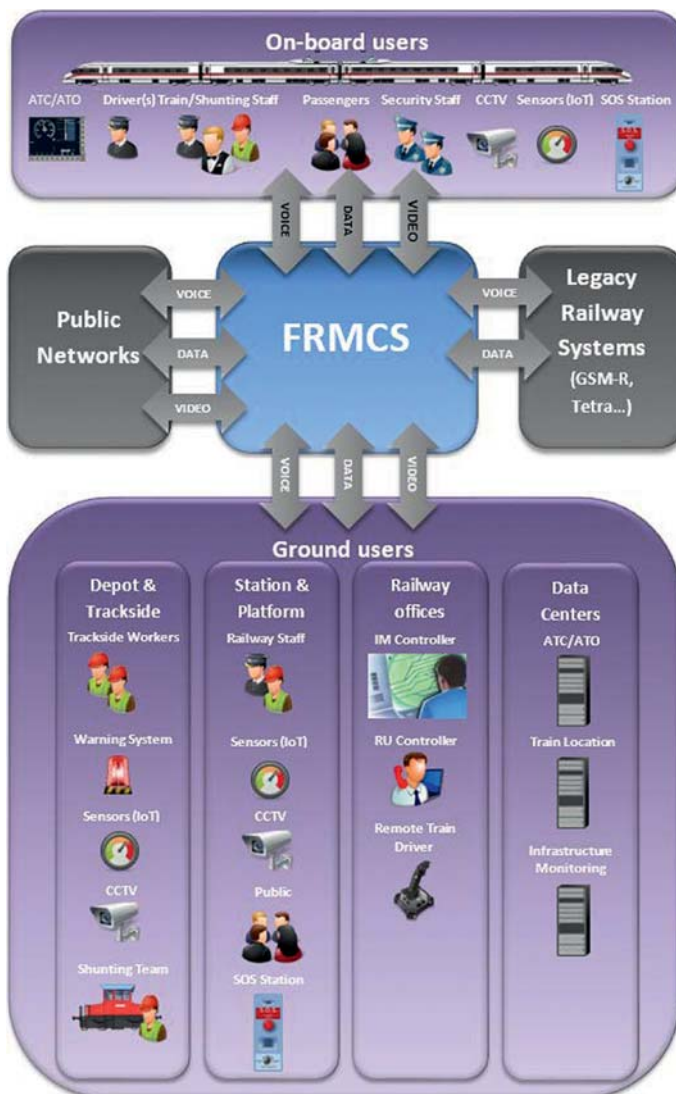
Ilyen szolgáltatásokat a mobilszolgáltatók nem vagy csak nagyon drágán terveznek kínálni, amelyek nem csak a tökéletes lefedettséget, hanem a megbízhatóságra és zavarokra nagyon gyors reagálóképességet biztosítanak. Egy súlyos probléma esetén megosztott kapacitás- és felelősségvállalást kíván a szolgáltatótól, valamint a teljes hálózatot és a szolgáltatást érintő valamennyi berendezést illetően rendkívül szigorú biztonsági és a biztosítóberendezésekhez szükséges tanúsítási szabályrendszereknek való megfeleltetést, amellyel a vasúti igényeknek meg tudnak felelni.

Ez közel sem lehetetlen, de nem is egy könnyedén megugorható feladat: például Franciaországban a GSM-R lefedettség egy része PPP konstrukcióban épült az

állam és egy mobil szolgáltató együttműködésével. A vizsgálatok és eddigi tapasztalatok alapján ott érdemes bevonni a közcélú szolgáltatókat, ahol a másodlagos fontosságú vasútvonalakon nincs szükség a rendkívül magas rendelkezésre állási paraméterek biztosítására, illetve elsősorban beszédkommunikáció vagy nem biztonságkritikus adatkommunikáció igényünk van.

Természetesen a „Network slicing” vagy „Site sharing” gazdasági előnyeit a másik oldalról is vizsgálunk kell: a MÁV kiváló elhelyezkedésű infrastruktúráin (antennatornyain, tervvilágítási oszlopain) már most is számos példát látunk a közcélú szolgáltatók rendszereinek elhelyezésére (azaz Site sharing), de az 5G bevezetésével a hálózat alkalmassá tehető a megfelelő szeparáltság biztosítása mellett a szolgáltatói igények MÁV általi kiszolgálására is (azaz Network slicing). Erre a megoldásra az ÖBB-nél láthatunk már pozitív példát.

Mely alkalmazásokat fogja az FRMCS támogatni? Ezek egy részét már jól ismerjük: GSM-R és ETCS L2 jelzésátvitel.



8. ábra: FRMCS szolgáltatásai

Vannak, amelyek fejlesztése már jól halad: vonat automatizálás (ATO GoA1 és 2)² és ETCS L3. Vannak olyanok, amelyeknél a munka csak épp, hogy elkezdődött: önműködő vonatok (ATO GoA3 és GoA4) természetesen a vonatok távvezérlésével és a fedélzeti berendezések távfelügyeletével. Végezetül vannak azok, amelyek még mindig csak az elképzelések szintjén vannak: IoT, video-megfigyelés, prediktív távkarbantartás, valós idejű utasinformáció és így tovább – az elképzelések listája szinte végtelen.

Ezen alkalmazáslistán túl azonban láthatjuk, hogy valami nagyobb horderejű tét forog kockán: az FRMCS lesz a fő kiváltó oka a vasúti szektor széles körű digitalizációjának, mivel ez biztosítja azt a rugalmasságot és szükséges kapacitást olyan vasúti alkalmazások fejlesztésére, amely lehetővé teszi a vasutak számára az üzemeltetési költségek optimalizálását, az utasok számára a szolgáltatásminőség emelését, az árufuvarozás részére pedig nagyobb mozgékonytárat kínál.

Ezek alapján nehéz a kérdés: az FRMCS az evolúciót vagy a forradalmat képviseli?

7. A GSM-R – FRMCS migrációs folyamat

A fentiekből is láthatjuk, hogy a migráció elkerülhetetlen. Az Európai Vasútügynökség (ERA) égisze alatt működő Vasúti Infrastruktúraüzemeltetők Közössége (EIM) és tagjai felismerték, hogy nem elegendő a szabványosítási folyamatot elindítani és végrehajtani, maguknak is fel kell készülniük a migrációs folyamat lebonyolítására. Az EIM azonosította a sikeres migráció legfontosabb alapelveit:

1. A vonatok FRMCS migrációjának támogatása előnyt kell, hogy élvezzen a fix infrastruktúra migrációjához képest (ahogy minden bizonyos egy átmeneti időszak lesz, amikor a GSM-R és az FRMCS egyidejűleg működik az EU vasúti hálózaton).
2. Elegendő időt, legalább 5 évet kell hagyni a pályaműködtető vasúttársaságoknak, hogy az FRMCS implementálását végrehajthassák. Nagyon fontos, hogy a GSM-R a migráció során leszerelésre kerüljön, ezáltal biztosítva a vasúttársaságok részére a rugalmasságot az új kommunikációs technológia elfogadásához.

² GoA: Grade of Automation – azaz az automatizálás szintjeinek meghatározása. GoA3 szintnél már csak vonatkísérő van a fedélzeten, GoA4 szinten már nincs is jelen vonatvezető személyzet a fedélzeten!

3. Az architektúráis keretrendszerek és a fedélzeti berendezések interfészeinek korai szabványosítása, figyelembe véve a migrációs és az életciklus-kezelés potenciálisan hosszú és változatos ütemtervét.

Mivel az ERTMS és az FRMCS szorosan kapcsolódnak egymáshoz, az EIM és tagjai a következők – ERTMS Users Group és az UIC által kifejlesztett – fedélzeti architektúrát és funkcionális követelményeket támogatják:

- Az ERTMS alkalmazás és kommunikációs platformok elválasztása, ezzel is támogatva a kommunikáció és alkalmazás független fejlődését a funkcionális, a biztonság és az architektúra tekintetében.
- A hálózati regisztráció és handover automatikus kezelése.
- Az ETCS hitelesítési eljárásainak frissítése, elkerülve a teljes újra-engedélyezési folyamatát az ETCS alkalmazásnak.
- A fedélzeti rendszer támogatja a dual módú működést (GSM-R és FRMCS).
- A fedélzeti rendszer felöleli a moduláris és flexibilis architektúrát, amely jövőálló és minimális tanúsítást igényel módosítás és fejlesztések esetén.
- A fedélzeti rendszernek támogatnia kell a szabványosított és polcon kívüli FRMCS átviteltechnikai közegeket (IP üzenet továbbítás), QoS támogatással (garantált üzenet továbbítás) és hordozói rugalmasságot.
- A fedélzeti berendezésnek támogatnia kell a megfelelő intézkedéseket a kibebiztonsági támadások elleni védekezés érdekében.

Ezek a követelmények a migrációs időszakban az összes új járműfedélzeti berendezésre alkalmazhatók. Megegyező ETCS fedélzeti berendezések esetén a változtatásokat a lehető legkisebb mértékűre kell korlátozni, ezzel is minimalizálva a vonatközlekedést érő hatásokat és a költségeket. Mindeközben a pályaműködtetők költségeinek minimalizálása érdekében az FRMCS migrációt is végre kell hajtani, minimalizálva a már üzemben lévő ETCS pályamenti alkotóelemekre való hatást.

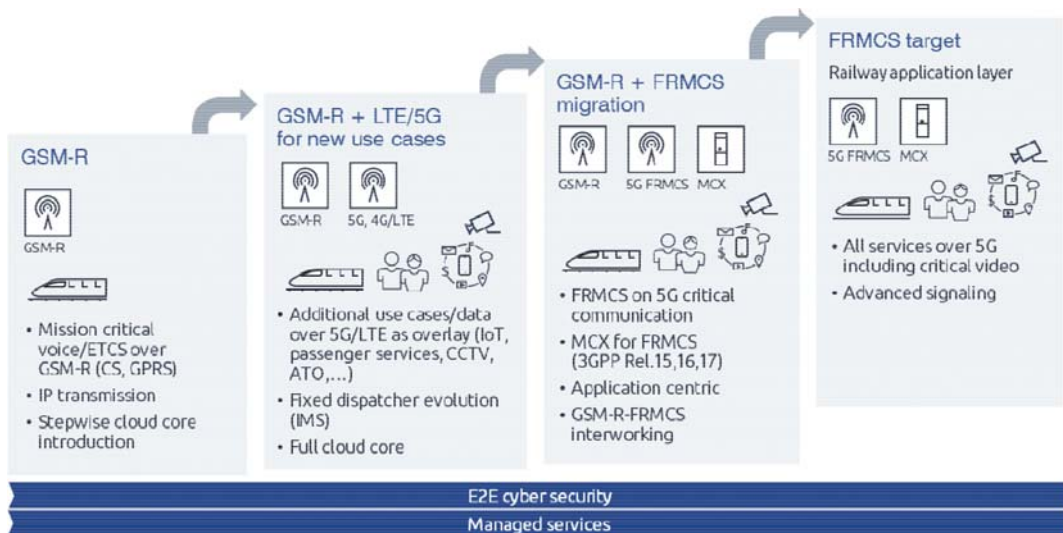
Európa egyik legnagyobb gyártója, a Funkwerk már a jelenleg hatalmas darabszámban üzemelő MESA 26 mozdonyrádiójába is kínál LTE modulát (LTE-26-1 néven), amely gyakorlatilag egy olyan bővítményként kerülhet bele a rádióberendezésbe, amellyel az 5G képességet biztosítani lehet.

Az EIM javaslatai a sikeres FRMCS migrációhoz az alábbiak:

- A CCS ÁME-nek támogatnia kell a migrációs stratégia szerinti átállást azon elvek mentén, hogy először a fedélzeti berendezéseket kell korszerűsíteni, majd a pálya oldali infrastruktúrát, azaz kettős üzemre kell készülni.
- Az FRMCS felé történő migráció megkönnyítése érdekében a CCS ÁME-t frissíteni kell az ERTMS/FRMCS fedélzeti berendezésekre (beleértve az architektúrát és interfészeket) és az ETCS-hez szükséges hordozó szolgáltatóra vonatkozó specifikációival.
- A migráció megkönnyítése érdekében a fenti frissítéseknek 2022-ig el kell készülniük, hogy a járműgyártók és járműüzemeltetők is felkészülhessenek az új fedélzeti berendezések megvalósítására további jelentős költségnövekedés nélkül.
- Egyetlen referencia architektúra legyen a járműveken (beleértve a szabványosított interfészeket) kommunikációs célokra. Biztosítani kell azonban a rugalmasságot a meglévő ETCS fedélzeti berendezések migrációjának megkönnyítésére.
- Az FRMCS migrációt végre kell hajtani, figyelembe véve a már meglévő beruházások megőrzését mind a fedélzeti, mind a pálya menti elemekre tekintettel.

8. A Nokia javasolt megoldása: fokozatos megközelítés

1. A GSM-R: a tisztán GSM-R rádiórendszerrel kiszolgált rendszer bővítése IP átviteli közeggel, majd a felhő alapú gerinchálózat bevezetése.
2. GSM-R + LTE/5G alkalmazások: az új típusú esetekre, pl. adatátvitel 5G/LTE hálózaton, IoT bevezetése, utastájékoztató, automatikus vonatvezérlés. A fix diszpečser terminálok evolúciója mellett itt már teljes egészében felhő alapú core hálózatról beszélünk.
3. GSM-R + FRMCS migráció: GSM-R + 5G FRMCS rádiós közegeken működik párhuzamosan. Itt már az 5G alapú FRMCS rendszeren zajlik a kritikus kommunikáció is. Alkalmazásközpontú rendszer. GSM-R – FRMCS párhuzamosan együttműködik.
4. FRMCS cél: 5G FRMCS + kritikus kommunikáció; Minden szolgáltatás az 5G rétegen kerül kiszolgálásra, beleértve a kritikus video szolgáltatást is. Fejlett jelzésrendszer.



9. ábra: GSM-R-től a teljes 5G/FRMCS rendszerig



10. ábra: A Nokia E2E küldetése és a kapcsolódó berendezés portfóliója

Természetesen a teljes rendszer minden részlemére vonatkozóan E2E kibérvédelem működik, illetve valamennyi építőelem menedzsmentrendszerbe kapcsol.

A migrációt a teljes E2E portfólióval, valamint teljes körű menedzsmentrendszerrel, illetve széles körű szakértői csapattal támogatják a piacvezető gyártók, így a Nokia is.

- ECC 20(02) döntés: [https://docdb.cept.org/download/74859191-cc44/ECC%20Decision%20\(20\)02.pdf](https://docdb.cept.org/download/74859191-cc44/ECC%20Decision%20(20)02.pdf)
- UIC Technical Solutions for the operational railway
- Global Railway Review: FRMCS
- UIC: FRMCS and 5G for rail: challenges, achievements and opportunities

- UIC: FRMCS Telecom On-Board System – Architecture Migration Scenarios
- UIC: FRMCS Use cases
- UIC: FRMCS User Requirements Specifications
- Rail Systems Australia: White Paper – Mirroring futures: MCX versus FRMCS

9. Forrásmunkák, hivatkozások

- UNIFE honlap: <https://www.unife.org/>
- UIC honlap: www.uic.org; <http://extranet.uic.org>;
- Nokia prezentációk (VTK, FRMCS)
- Funkwerk Magyarország által biztosított dokumentációk, kezelési utasítások

Die Zukunft von GSM-R

Diese Zeitschrift und auch ihre Vorfahrzeitung „Vezetékek Világa“ hat sich schon früher in zahlreichen Artikel mit den analog Radiosystemen von MÁV und mit der Einführung von GSM-R beschäftigt. Das Ziel dieses Artikels ist den Ausblick der Telekommunikationssystemen für Fahrzeug-Grund (bzw. mobile-fix), die von MÁV seit mehr Jahrzehnten angewandt wird, weiterhin der Fernmeldesystem, das seit 1. August 2020 das GSM-R-Service im Scharfbetrieb leistet, kurz darzustellen.

Future of GSM-R

This journal and its ancestor Vezetékek Világa has already dealt with MÁV's analogue radio systems and the introduction of GSM-R in several articles. The aim of this newspaper article is to briefly present the vision of the vehicle-to-ground (or mobile-fixed) radio communication systems used by MÁV Zrt. for decades, especially the telecommunications system providing GSM-R service launched in Hungary on 1 August 2020.

A K120 hosszlánc alkalmazási kérdései 2.

PÁLMAI ÖDÖN,
PÁLMAI ANDRÁS

Cikkünk előző részében megkezdtük a vasúti villamos vontatási rendszer egyik fő szerelemének, a hálózati továbbításért felelős, energiaátviteli utat biztosító, hosszláncrendszerű felsővezeték egyik lehetséges kialakításaként szóba jöhető, kompenzált 120 mm² szabványos munkavezetékkel és 70 mm² szabványos tartósodronnyal, 25 mm² Y-sodronnyal, 10 mm² áramvezető függesztővel szerelt, szélfüggővel biztosított K120 hosszlánc típus mechanikai számítását.

A javasolt K120 hosszlánc típus maximális oszlopköz számítása egyenesben igazolta, hogy a jelenleg kialakuló tervezői gyakorlatban a maximálisan alkalmazandó oszlopköz 65 méterben kerül meghatározásra.



1. kép
Forrás: szerzők

Az alkalmazhatóság érdekében további számítások szükségesek, ezek közül elvégeztük a szakaszolások számítását a maximálisan alkalmazható oszlopköz, az ívsugar és a betervezett kigyózási értékek alapján.

Mintaszámítás:

Állomás előtti szakaszolás, középső oszlopköz 400 mm szigetelési távolsággal

R=4000 m

k₁=-0,10 m

k₂=-0,13 m

k'₁=+0,30 m

k'₂=+0,27 m

u=0,40 m

P=13,03 N/m

ív belső oldalán lévő vezeték maximális oszlopköze ív közepe felé fújó szél esetén

$$l_{i,maxbe} = \sqrt{(2H/P + H/R) [(2u + k_{11} + k_{22}) + \sqrt{(2u + k_{11} + k_{22})^2 - (k'_{11} - k'_{22})^2}]} = \sqrt{(2 * 26000)/(13,03 + 26000/4000) [(2 * 0,40 - 0,10 - 0,13) + \sqrt{(2 * 0,40 - 0,10 - 0,13)^2 - (-0,10 + 0,13)^2}]}$$

ív belső oldalán lévő vezeték maximális oszlopköze ívből kifelé fújó szél esetén

$$l_{i,maxbe} = \sqrt{(2H/P - H/R) [(2u - k_{11} - k_{22}) + \sqrt{(2u - k_{11} - k_{22})^2 - (k'_{11} - k'_{22})^2}]} = \sqrt{(2 * 26000)/(13,03 - 26000/4000) [(2 * 0,40 + 0,10 + 0,13) + \sqrt{(2 * 0,40 + 0,10 + 0,13)^2 - (-0,10 + 0,13)^2}]}$$

ív külső oldalán lévő vezeték maximális oszlopköze ív közepe felé fújó szél esetén

$$l_{i,maxbe} = \sqrt{\frac{2H}{P + \frac{H}{R}} [(2u + k'_{11} + k'_{22}) + \sqrt{(2u + k'_{11} + k'_{22})^2 - (k'_{11} - k'_{22})^2}]} = \sqrt{\frac{2 * 26000}{13,03 + \frac{26000}{4000}} [(2 * 0,40 + 0,30 + 0,27) + \sqrt{(2 * 0,40 + 0,30 + 0,27)^2 - (0,30 - 0,27)^2}]} = \sqrt{\frac{52000}{13,03 + 6,5} [1,37 + \sqrt{1,37^2 - 0,03^2}]}$$

ív külső oldalán lévő vezeték maximális oszlopköze ívből kifelé fújó szél esetén

$$l_{i,maxbe} = \sqrt{\frac{2H}{P - \frac{H}{R}} [(2u - k'_{11} - k'_{22}) + \sqrt{(2u - k'_{11} - k'_{22})^2 - (k'_{11} - k'_{22})^2}]} = \sqrt{\frac{2 * 26000}{13,03 - \frac{26000}{4000}} [(2 * 0,40 - 0,30 - 0,27) + \sqrt{(2 * 0,40 - 0,30 - 0,27)^2 - (0,30 - 0,27)^2}]} = \sqrt{\frac{52000}{13,03 - 6,5} [0,23 + \sqrt{0,23^2 - 0,03^2}]}$$

A maximálisan alkalmazható oszlopköz a fenti mintaszámítás alapján az ívsugarat és a betervezett kigyózási értékeket, valamint a 21717/2016/MAV előírás 5.1.3.1 műszaki követelményekben meghatározott maximális hosszirányú távolságának eltérését figyelembe véve 54 méterben állapítható meg.

A mintaszámítás alapján elvégzett vonali szakaszolás alkalmazási táblázata:

dimenzió minden értéknél (m)										
R	középen						szélen			
	ív belső hosszlánc		ív külső hosszlánc		oszlop-távolság	alkalmazható oszlop-távolság	k1	k2	oszlop-távolság	alkalmazható oszlop-távolság
	k1	k2	k'1	k'2						
∞	0,10	-0,15	0,30	0,05	64,65	60,00	-0,30	0,30	72,83	65,00
10000	0,10	-0,13	0,30	0,07	64,10	60,00	0,20	0,10	85,46	65,00
9000	0,10	-0,11	0,30	0,09	63,78	60,00	0,20	0,10	84,69	65,00
8000	0,10	-0,09	0,30	0,11	63,66	60,00	0,22	0,10	84,46	65,00
7000	0,10	-0,07	0,30	0,13	63,86	60,00	0,24	0,10	83,99	65,00
6000	0,10	-0,05	0,30	0,15	64,63	60,00	0,26	0,10	83,16	65,00
5000	0,10	-0,03	0,30	0,17	66,52	60,00	0,30	0,10	82,45	65,00
4000	0,10	0,00	0,30	0,20	67,87	60,00	0,30	0,10	79,66	65,00
3500	0,10	0,03	0,30	0,23	67,53	60,00	0,30	0,10	77,83	65,00
3000	0,10	0,05	0,30	0,25	66,72	60,00	0,30	0,10	75,58	65,00
2500	0,10	0,07	0,30	0,27	64,91	60,00	0,30	0,10	72,73	65,00
2000	0,10	0,10	0,30	0,30	62,25	60,00	0,30	0,10	69,00	65,00
1800	0,10	0,10	0,30	0,30	61,53	60,00	0,30	0,10	67,16	65,00
1600	0,10	0,10	0,30	0,30	59,60	59,00	0,30	0,10	65,06	64,00
1500	0,10	0,10	0,30	0,30	58,53	58,00	0,30	0,10	63,89	63,00
1400	0,10	0,10	0,30	0,30	57,37	57,00	0,30	0,10	62,62	62,00
1300	0,10	0,10	0,30	0,30	56,11	55,00	0,30	0,10	61,25	61,00
1200	0,10	0,10	0,30	0,30	54,75	54,00	0,30	0,10	59,76	59,00
1100	0,10	0,10	0,30	0,30	53,26	53,00	0,30	0,10	58,14	58,00
1000	0,10	0,10	0,30	0,30	51,62	51,00	0,30	0,10	56,35	56,00
900	0,10	0,10	0,30	0,30	49,81	49,00	0,30	0,10	54,37	54,00
800	0,10	0,10	0,30	0,30	47,79	47,00	0,30	0,10	52,17	51,00
700	0,10	0,10	0,30	0,30	45,53	45,00	0,30	0,10	49,70	49,00
600	0,10	0,10	0,30	0,30	42,96	42,00	0,30	0,10	46,89	46,00
500	0,10	0,10	0,30	0,30	39,99	39,00	0,30	0,10	43,65	43,00
400	0,10	0,10	0,30	0,30	36,51	36,00	0,30	0,10	39,85	39,00
300	0,10	0,10	0,30	0,30	32,30	32,00	0,30	0,10	35,26	35,00
250	0,10	0,10	0,30	0,30	29,81	29,00	0,30	0,10	32,54	32,00
200	0,10	0,10	0,30	0,30	26,97	26,00	0,30	0,10	29,44	29,00
150	0,10	0,10	0,30	0,30	23,62	23,00	0,30	0,10	25,79	25,00

1. táblázat
Forrás: szerzők

A hosszlánc alkalmazhatóságához természetesen szükséges elvégezni a K120 hosszlánc típus teljes körű mechanikai és villamos számításait.

Források:

- Magyar Királyi Államvasutak Vonal-Villamosítási Irodájának 12. sz. számítási lapja (1930. június)
- MÁV Tervező Intézet 40263 tervszámú „A rugalmas hosszlánc műszaki leírása és számításai
- MÁV Tervező Intézet 770/206-3865 számú „MÁV egyfázisú, 25 kV, 50 periódusú Villamos felsővezeteki berendezések ismertetése, alapszámításai, Acéloszlopok és betonlapjaik méretezése 61 melléklettel” megnevezésű (a KPM.VF.7C által 1974.05.17-én jóváhagyott) terv
- MSZ EN 50149:2013 „Vasúti alkalmazások. Telepített berendezések. Villamos vontatás. Hornyolt munkavezeték rézből és rézötvezetből” szabvány
- MSZ EN 50388:2012 „Vasúti alkalmazások. Energiaellátás és a gördülőállomány. Az együttműködéshez szükséges, az energiaellátás (alállomás) és a gördülőállomány közötti koordináció műszaki ismérvei”
- A Bizottság 1301/2014/EU rendelete (2014. november 18.) az Európai Unió vasúti rendszerének „energia” alrendszerére vonatkozó átjárhatósági műszaki előírásokról EGT-vonatkozású szöveg
- Csoma András: Nagyvasúti villamos vontatás felsővezeteki berendezései I. VASERŐ 2018

A mintaszámítás alapján elvégzett állomás előtti szakaszolás alkalmazási táblázata:

dimenzió minden értéknél (m)										
R	középen						szélen			
	ív belső hosszlánc		ív külső hosszlánc		oszlop-távolság	alkalmazható oszlop-távolság	k1	k2	oszlop-távolság	alkalmazható oszlop-távolság
	k1	k2	k'1	k'2						
∞	0,3	0,1	-0,1	-0,3	54,48	54,00	-0,3	0,3	72,83	65,00
10000	-0,10	-0,22	0,30	0,18	55,45	54,00	0,20	-0,10	76,27	65,00
9000	-0,10	-0,22	0,30	0,18	55,55	54,00	0,20	-0,10	75,58	65,00
8000	-0,10	-0,20	0,30	0,20	55,67	54,00	0,22	-0,10	75,46	65,00
7000	-0,10	-0,18	0,30	0,22	55,32	54,00	0,24	-0,10	75,11	65,00
6000	-0,10	-0,16	0,30	0,24	55,38	54,00	0,26	-0,10	74,43	65,00
5000	-0,10	-0,13	0,30	0,27	55,15	54,00	0,30	-0,10	73,94	65,00
4000	-0,10	-0,13	0,30	0,27	55,07	54,00	0,30	-0,10	71,43	65,00
3500	-0,10	-0,10	0,30	0,30	55,23	54,00	0,30	-0,10	69,79	65,00
3000	-0,10	-0,10	0,30	0,30	53,63	53,00	0,30	-0,10	67,77	65,00
2500	-0,10	-0,10	0,30	0,30	51,61	51,00	0,30	-0,10	65,22	65,00
2000	-0,10	-0,10	0,30	0,30	48,96	48,00	0,30	-0,10	61,88	61,00
1800	-0,10	-0,10	0,30	0,30	47,66	47,00	0,30	-0,10	60,23	60,00
1600	-0,10	-0,10	0,30	0,30	46,16	46,00	0,30	-0,10	58,34	58,00
1500	-0,10	-0,10	0,30	0,30	45,33	45,00	0,30	-0,10	57,29	57,00
1400	-0,10	-0,10	0,30	0,30	44,44	44,00	0,30	-0,10	56,16	55,00
1300	-0,10	-0,10	0,30	0,30	43,46	43,00	0,30	-0,10	54,93	54,00
1200	-0,10	-0,10	0,30	0,30	42,41	42,00	0,30	-0,10	53,59	53,00
1100	-0,10	-0,10	0,30	0,30	41,25	41,00	0,30	-0,10	52,13	51,00
1000	-0,10	-0,10	0,30	0,30	39,98	39,00	0,30	-0,10	50,53	50,00
900	-0,10	-0,10	0,30	0,30	38,58	38,00	0,30	-0,10	48,76	48,00
800	-0,10	-0,10	0,30	0,30	37,02	36,00	0,30	-0,10	46,79	46,00
700	-0,10	-0,10	0,30	0,30	35,27	35,00	0,30	-0,10	44,57	44,00
600	-0,10	-0,10	0,30	0,30	33,27	33,00	0,30	-0,10	42,05	41,00
500	-0,10	-0,10	0,30	0,30	30,98	30,00	0,30	-0,10	39,15	38,00
400	-0,10	-0,10	0,30	0,30	28,28	28,00	0,30	-0,10	35,74	35,00
300	-0,10	-0,10	0,30	0,30	25,02	24,00	0,30	-0,10	31,62	31,00
250	-0,10	-0,10	0,30	0,30	23,09	23,00	0,30	-0,10	29,18	28,00
200	-0,10	-0,10	0,30	0,30	20,89	20,00	0,30	-0,10	26,40	26,00
150	-0,10	-0,10	0,30	0,30	18,30	18,00	0,30	-0,10	23,12	22,00

2. táblázat
Forrás: szerzők

Anwendung der K-120 Längenkette – Teil 2.

Bei der Simulationsberechnung von neu elektrifizierten oder wiederelektrifizierten Bahnstrecken die erfolgt bei Anwendung der von der MSZ EN 50388 angegebenen Leistungsniveaus und Leistungslängen entsteht das Bedürfnis mehrfach, um eine Längenkette mit weniger Impedanz als die verwendete zu nutzen. Es wird erwartet, dass ein Netzwerk mit einer höheren Geschwindigkeit als 160 km/h eine Oberleitung mit höherer Steifigkeit benötigt wird. Es kann auch notwendig sein, die übertragbare Leistung im städtischen Verkehr zu steigern.

Diese Bedürfnisse lassen sich durch verschiedene Methoden bewältigen, darunter ist eine mögliche Lösung ist die Verwendung des K120-Längenkettentyps mit kompensiertem 120 mm² Standard Fahrdraht und 70 mm² Standard Tragseil.

Use of K120 auto-tension catenary wire – Part 2.

The demand arises at the electrical simulation of the newly electrified or reconstructed railway lines we should use contact line with lower impedance than the used to achieve the power and feeding section lengths according to EN 50388. Probably we should use stiffer catenary wires at the high-speed railway lines over 160 km/h. There may also be a need to increase the transferable energy for light rails. One of the preferable solutions is a „K120” auto-tension catenary wire with 120mm² Cu contact wire and 70mm² bronze messenger wire.

Előszó

Látni kell, hogy azok a cikkekben foglalt történetek, amelyek a szerzőségem megjelölésével időről időre olvashatók a lapban, nem feltétlenül és kizárólagosan csupán a saját kútfőből kipattant szikrák eredményei. Ezek a történetek – illetve az ezekben megjelenő „okosságok” – beszélgetések során kristályosodnak ki annyira, hogy a keletkező végterméket már érdemes legyen az utókorra is megjeleníteni. Ekkor az eredményt a többiek elől orvul elhappolva lesz belőle egy olyan írás, aminek a szerzőjeként csekélységgem jelenik meg. Írom ezt azért, hogy a kedves olvasó érezze: minden ilyen cikk sokkal hosszabb is lehetne, ha a beszélgető partnerek mindegyike névvel, beosztással tudott, vagy háttérbe húzódó szerzőtársaként köszönetnyilvánítással megjelenne.

Emlékezzünk...

Nem valakikre, hanem valamikre! Azokra a hajdan elsajátított tudásmorzskára, amelyeknek valamikor aktív birtokosai voltunk. Ez a tudásanyag most is megvan, hátrahúzódva a passzív zónába. Ez az ismeretanyag segít abban, hogy megértsük: nem csak a rutinjeladások mentén kell tevékenykednünk, néha nem árt gondolkodni is. Gondolkodni arról: mi a cél?

Vegyük példának a mai első témát: a csapórudak ellenőrző áramkörét! Az alapáramkör nem ad fogódzót a benne szereplő jelfogók méretezésére, s mivel az állomási sorompó szabadkapcsolásban van (D55), még az „előregyártott” egység belső kapcsolása sem segít. A D70 esetben pedig egyfajta rutinműködésbe vezet a „puskázás”: a jelfogók csévéje csak és kizárólagosan meghúzás alapú méretezés szerint lett meghatározva. Ilyen esetekben kell kilépni a rutin csapdájából, felismerni: mi minden a cél?

Vegyük példának a mai második témát is! A vasút malmi is lassan, akadozva örölnék. A szakmánkból adódóan kitekintéssel kell rendelkezünk elsősorban a pályás, illetve kisebb mértékben a felsővezetékes szakmák irányában is. A példa pályás, ugyanakkor sajnálatos módon még mindig nem a „ritkább napok rutinja” az a fajta kitérőcsere, ahol a sönt alapú

foglaltságérzékelés kialakítása mind a mai napig a 101488/1983.6.B Utasítás a ragasztott szigetelt sínillesztések elhelyezésének újbóli szabályozása tárgyú kiadvány szerint módosíthatja a biztosítóberendezésünk szigetelési tervét – és vele együtt a szemléletünket is!

...a 101488/1983.6.B Utasításban foglaltakra!

Persze nem mindenki volt már felelős beszerzésben akkor – végül is eltelt 37 év –, tehát van, aki nem azért emlékszik, mert ott volt, hanem azért, mert a későbbiekben megtanulta, megtanították rá – vagy nem. Nos, elsősorban a vagy nem miatt kell újból beszélni róla. Hogy mindjárt belecsapjunk a lecsóba, itt a 10. pontja:

„Ha kitérőcsere kerül sor, a kitérőben lévő szigeteléseket is már a jelen rendeletben foglaltak szerint kell elhelyezni, illetve gyárilag szigetelt kitérőket kell igényelni. Az ennek megfelelően végrehajtott kitérőcsere esetenként a biztosítóberendezési szigetelt sín szerelvények áthelyezését, kiegészítését vagy kisebb áramköri módosítását teszi szükségessé, ezért a kitérőre szigetelési tervet kell készíttetni, azt a biztosítóberendezési szakszolgálattal egyeztetni kell. Az ilyen kitérőcsereből eredő előtervi módosítások jóváhagyását a vasút-igazgatóságok Biztosítóberendezési és Automatizálási Osztályának hatáskörébe utaljuk, a tervet azonban tudomásulvétel végett meg kell küldeni a Biztosítóberendezési és Automatizálási Szakosztálynak is.”

Ugyebár eléggé övön aluli ütés tud ez lenni. Mivel pályás rendeletről van szó – de a pályások (hivatalosan) nem értenek a sínáramkörök kialakításához –, a rendelet szigetelési terv készíttetését ír elő. Röviden: egy tervezett kitérőcsere esetén már a szigetelt kitérő legyártása előtt szükség van az együttműködésre pályás és blokkos között. Az ne zavarjon senkit, hogy a többszöri átszervezések miatt a különböző irányításszintek elnevezése változott...

Amíg a külszolgálatnál dolgoztam, elég sok kitérőcsere előkészítésében vettem részt, és minden sínszálát külön kirajzolva, az egyes sínáramkörök eljövendő kialakítását meghatározva alakulhatott ki az az ábra, ami alapján a leendő szigetelt kitérő A – B – C vagy D kiszigetelési minta szükségessége kialakult. Kétségtelen, hogy egy állomásfejben történő 1 – 2 – 3 kitérő cseréjével előfordulhat (elő is for-

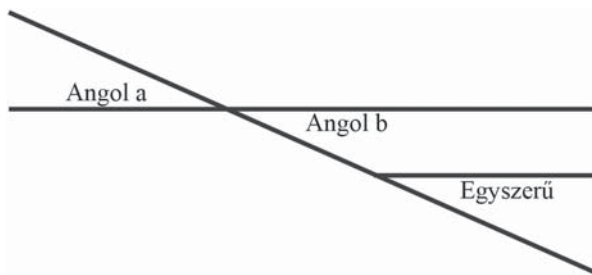
dult), hogy a már nem cserélt csatlakozó kitérők szigetelési mintája is kötelezően változhat (változott). A lényeg az – amit az Utasítás csak kerülget, mint macska a forró kását –, hogy az újonnan beépített kitérő eleje előtt nem lehet szigetelés! [Ellenpélda: Pilis állomás 3-as kitérő eleje elé néhány éve beszerkesztették, azóta már cserélni is kellett. Hányan nem ismerték a hivatkozott Utasítást?]

Az Utasítás 3. melléklete kiszínezett ábrákkal ad segítséget a megfelelő szigetelési minták kiválasztásához. Amiért ez az emlékeztető született, az ennek egy speciális esete: az angol (XIV rendszerű) kitérő végére szorosan csatlakozó egyszerű (XI vagy XIII rendszerű) kitérő cseréje után kialakítandó új szigetelési rendszer és az ebből adódó biztosítóberendezési megfontolások. Ehhez a 4./ és 9./ minta szerinti elrendezéseket célszerű elemezni – majd a szigeteltsínek elméleti új kialakulásával, működésével kapcsolatos egyéb következtetéseket is le kell vonni. A jelen értekezésben az angol szigeteltsínje és a rá csatlakozó egyszerű váltó eleje (ahol a csúcstínek vannak) egy szigetelt szakaszt alkot egyéb kötöttségek miatt – ellentétben a felhozott minták szerinti kialakítással, ahol az egyszerű váltónak megmaradt az önálló szakasza (példa: Siófok 34-es angol és 30-as egyszerű váltók, ahol a 30-as szigeteltsín csupán az egyszerű kitérő két szára – a csúcstínek nélkül).

A kérdés először is az, hogy ezáltal az egyszerű váltó két szárán a szigeteltsín(ek) – a következő váltók szigetelt szakaszai részei lesznek (az egyszerű váltónak önálló szigetelt szakasza nincs), vagy – a váltó két szára a kérdéses váltó szigetelt szakasza (csak ebben a kitérő eleje – a mozgó alkatrészek – nincsenek benne).

Ez utóbbi esetben – kényszerűségből – sérül az az alapelv, hogy mindegyik váltóhoz az a foglaltság tartozik, amelyik jelez akkor, ha a csúcstínek elejéhez rövidzár kerül. (Persze az előttes szakasz mint „ráfutási” szakasz az állítást ilyen esetben is meg tudja akadályozni.) Ugyanakkor a „szív a földes” alapelv lehetőleg ne sérüljön. Jó. A béka feltáralva, csak le kell nyelni.

Tehát adott egy olyan szigeteltsín (foglaltságérzékelési szakasz), amiben 3 állítómű van, mégpedig az angol 'a', angol 'b' és az egyszerű váltóé. Hogy egyszerűbb legyen beszélni róla, egy vázlat segíthet:



Az ábra szerint tehát az angol 'a' fele tud az egyszerű váltóra terelni. Milyen problémákat kell megoldani – amelyek a közös foglaltságérzékelésből adódnak?

1. **állíthatóság:** alapesetben a közös szigetelt szakasz foglalt állapota esetén a három váltó egyike sem állítható (szigetelés kikapcsoló használata nélkül) – de előadódhat olyan igény, hogy az egyszerű váltó foglaltság esetén is állítható legyen –, ha az angol 'a' fele nem az egyszerű váltóra terel (opcionális). Áramkörileg ez úgy jelenhet meg, hogy az egyszerű váltó akkor sem állítható, ha az angol 'a' fele (első) lezárt állapotban van.
2. **vágányútban való lezárt állapot:** a legelvetemültebb tervezők egy D55 esetében már a három állítóműhöz is csupán egy lezáró egységet rendelnek, ezt a variációt a további tárgyalásból kihagyjuk, mindegyik állítóműhöz önálló lezáró egységet feltételezünk. (A D70 külön történet, arra most nem térünk ki – ott muszáj az önálló lezárt állapot.)
3. **önműködő oldás:** amennyiben ragaszkodunk – márpedig ragaszkodunk – ahhoz az oldási alapelvhez (sorrendhez), hogy az adott elem foglaltsága – következő elem foglaltsága – adott elem felszabadulása, akkor mindenképpen ezt az adott szakasz foglaltsága – következő szakasz foglaltsága – adott szakasz felszabadulása sorrendre kell módosítani. Ugyanakkor célszerű az egy vágányútban lezáródott kettő vagy három váltó oldódásába sorrendet (láncszerű oldást) megvalósítani.

Összefoglalva: nem kell attól megijedni, hogy adott esetben az egyszerű váltóról elnevezett foglaltságérzékelés nem tartalmazza az egyszerű váltó csúcscsíkakat; illetve attól sem, ha az egyszerű váltóról nem lesz elnevezve önálló foglaltságérzékelő szakasz.

Állomási sorompó csapórúd ellenőrző jelfogók áramkörének vizsgálata

Miért is?

A szakmán belül többen találkoztak azzal a jelenséggel, hogy a csapórúd mozgása közben az ellenőrző jelfogók késlekedve

követik az ellenőrző érintők állapotának változását. Azután ráfogtuk a kábelből elővarázsolódó zavaró feszültségekre (különösen hosszú és nagy érszerkezetű kábelek esetében), az időjárás hangulatváltozására stb. Pedig csupán arról van szó, hogy az áram – autodidakta módon – sokkal jobban tudja a fizikát, mint ahogy mi – tanult emberek módjára – bármikor is ennek a tudásnak a birtokában lehetünk (pedig papír van róla – mármint a tudásunkról).

Az idő előrehaladtával – értsd: újabb típusú csapórúd mozgó szerkezetek alkalmazásával – az ellenőrzés minőségével szemben támasztott követelmények is nőttek úgy, hogy maga az áramkör kapcsolástechnikailag nem változott. Miről is van szó?

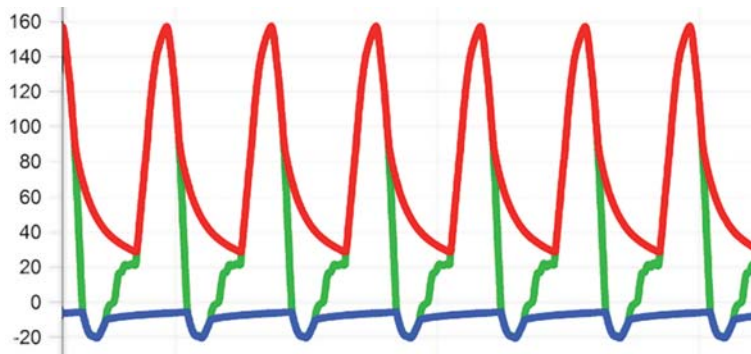
Kezdetben elegendő volt annak detektálása, hogy a vezérelt csapórúdak a vezérlésnek megfelelő végállásba érkeztek. Ennyi és nem több. Hogy a csapórúd mozgása közben az ellenőrző jelfogók éppen milyen állapotban voltak, igazából senkit sem érdekelt. Ha a távolabb telepített sorompó esetén az ellenőrzés bizonytalanná vált (működéstechnikailag), a tervező – ha biztosra

akart menni – az ellenőrző jelfogók csévéjével sorosan a vezér támasz érintőjét is betervezte (szerintem még mindig található ilyen valahol, bár a 120a vonalon néhány megszüntetésre került).

Persze az korán kiderült, hogy az áramszolgáltató rendszerének változásával (a védővezetős rendszerről a nullázásra való áttéréssel) együtt jelentkező, a közvetlen hálózatról táplált ellenőrző áramkörök működési elbizonytalanodásával valamit kezdeni kell – ezért előírásra került ezen áramkörök leválasztó transzformátor közbeiktatásával való táplálása – kimondottan a további földmentesség megtartása érdekében.

A következő stáció, amikor a csapórúd törés ellenőrzés is bejött megoldandó feladatként. Ez a „hagyományos” dörzskapcsolatos erőátvitel esetén nem volt kérdés: ha a csapórúd letört, az ellensúlyt a motor nem tudta felemelni annyira, hogy az alsó végállás ellenőrzése bekapcsolódhasson. A hidraulikus erőátvitellel szerelt állítóművek sikerrel vették az akadályt: a csapórúddal együtt vagy anélkül az állítómű mindkét végállásában képes ellenőrzést produkálni. Az, hogy a törésellenőrzés miként kerül a rendszerbe, arra most nem térnek ki, mert ahány sorompó, annyi kezdeményezés – a lényeg az, hogy az ellenőrző jelfogónak el kell ejtenie, amikor a hozzá rendelt ellenőrző érintkezők közül bármelyik (ide értve a „csapórúd megvan a helyén” funkciójú érintkezőket is) szakít.

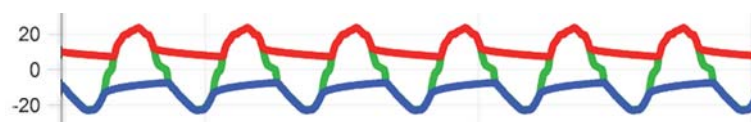
Ezek előrebocsátásával tekintsünk egy áramfelvételt, amit a továbbiakban elemzésnek vethetünk alá:



A piros színnel rajzolódó görbe az egyik végállás ellenőrző jelfogó húzott állapotában folyó áramot, a kék a másik – reményeink szerint ejtett – jelfogón átfolyó áramot, míg a zöld a tápláló feszültséget hivatott bemutatni. Látható, hogy az ejtésre várt jelfogó csévéjén az átfolyó áram

értéke nem nulla – pedig az áramkör (D55 esetében az 501-6 lapon megtekinthető áramkör) szerint a záró irányú diódákon áram nem folyhat. A diódák tudják a leccét, a kék vonallal jelölt áram köre a másik úton záródik.

De kezdjük az elején!



Ebben az állapotban az ellenőrző áramkör szakadt. Elvárás, hogy ebben az állapotban mindkét ellenőrző jelfogó fegyverzete elengedett helyzetben legyen. Mivel ez nem minden esetben van így – és ha nincs így, az közvetlen üzemeltetési (esetleg biztonságtechnikai) problémákat okozhat –, ezért kezdődött az a vizsgálat, amelynek eredménye a későbbiekben látható.

A mérésekre Siófok állomás Dominó70 berendezésével kapcsolatban került sor. Nem magában az élő berendezésben, hanem egy – az állomási sorompók ellenőrző áramköre szerint kialakított – külön vizsgáló rendszer kialakításával (így ugyanis a forgalom zavarása nélkül lehetett a mérés-sorozatot megvalósítani). A mérés során a külsőtéren a csapórudak ellenőrzésének imitálása műáramkörrel valósult meg. A belsőtéren egy tartalék egység beállításával üzemszerű körülményeket sikerült előállítani.

Miért itt? Siófok SR102 sorompó a jelfogó helyiségtől kb. 3,5 km-re települt (a 10 db állomási sorompó közül ez a legtávolabbi), és a csapórudak ellenőrző áramkörében a fentebb leírt anomáliák előfordulnak. Ugyanakkor a külsőtéri mérési pontok a vasút melletti közúton könnyen megközelíthetők.

Vissza a méréshez: az első és a második ábrán a kék vonallal jelölt nyugalmi áram egyenlő – jelezve azt, hogy maga az áramkör működése félperiódusonként rendben van; de az áram egyik félperiódusban sem nulla!

A következőkben leírt elemzés ezzel a jelenséggel foglalkozik. A vizsgálat végén levont következtetéseket a szakmán belül több helyen mások is levonták már (és történtek a megoldásra helyi kezdeményezések) – sajnálatos módon nincs egy fórum, ahol ezek a kezdeményezések olyan nyilvánosságot kapnának, hogy amit az egyik területen már megvalósítottak, azt egy másik területen ne kelljen újból kitalálni.

A mérési sorozat kiértékelése után a Dominó70 SF egység belső módosítására a javaslatot megtettük, hogy a Debrecen állomás létesülő SR4 sorompó SF egységébe már a javított paraméterekkel rendelkező ellenőrző jelfogók kerülhessenek beépítésre. [Megtörtént, a módosított cséve értékekkel az ellenőrzés működik.]

Állomási sorompó csapórúd végállásokat ellenőrző jelfogók áramköre

Vizsgált állapot: a csapórúd nincs egyik végállásában sem, vagy a csapórúd törés állapotában van; a csapórudak ellenőrző áramköre a külső téri végen (jellemzően a hajtóművek valamelyikében) szakadt.

$$Z = R + j\omega L - \frac{1}{j\omega C}$$

Ez az általános egyenlet írja le a komplex terhelés mibenlétét akkor, ha az egyes elemek értéke – legalább közelítően – ismert. Az egyes részelemek (a szórt veszteségi parazitákat figyelmen kívül hagyva):

R a jelfogó cséve egyenáramú ellenállása + a kábel erek hurok ellenállása. Amennyiben a kábel hurok értéke a cséve ellenállásánál nagyságrendekkel kisebb, akkor a cséve ellenállása meghatározónak tekinthető.

L a vasmagos cséve induktivitása. Az induktivitás értéke nem állandó, a meghúzott fegyverzetű jelfogó cséve induktivitása maximumán van a légrés minimum értéke mellett. A kábelerek hosszanti induktivitása a csévéé mellett elhanyagolható.

C a kábel erei között fellépő kapacitás. Értéke az adott esetre méréssel határozható meg, általánosan – az adott kábelben belüli beterveletétől, a kábel fajtájától esetről esetre más és más értéket mutat.

A tények feltárását nehezíti az áramkör kialakítása. A két ellenőrző jelfogó egy egyenirányító hid két – egymás melletti – diódáján „ül”, ahol a soros dióda – a kültéri, éppen bekapcsolódó diódával együtt – határozza meg az ellenőrzés irányát; a párhuzamos dióda – az egyenirányítási szünetben fellépő Lenz-áram létrehozásával – a jelfogó fegyverzetének nyugodtabb tartását segíti elő. Amennyiben a kültéri dióda leszakad a rendszerről, a két jelfogós belsőtéri áramkörrel sorosan kapcsolódik a kábelerek alkotta kondenzátor.

Az áramkör 220 V földfüggetlen táplálása elméleti zavar védelmet ad, a gyakorlatban a „földfüggetlen” – egyenáramú (galvanikus) elhatárolást jelent

A tények (Dminó70 berendezésben vizsgálva):

A Dominó 70 SF egységében – és az erre a kialakításra épülő egyéb egységekben – a csapórúd végállását ellenőrző jelfogók paraméterei a TM jelfogók tervezési paraméterei táblázatok alapján:

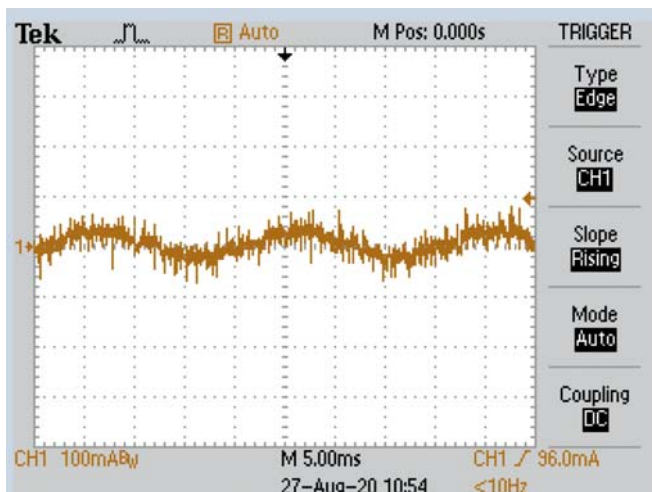
Jelfogó	Cséve	Meghúz (mA)	Elejt (mA)
FeE (4-969.000-303)	110 (2250Ω)	14,6 – 18,7	5,84 – 9,93
LeE (4-969.000-423)	110 (2250Ω)	14,6 – 18,7	6,42 – 10,5

Belátható, hogy amíg a meghúzásra a megadott érték maximumának a többszöröse is megengedett (a cséve melegedési határán belül, de törekedve a melegedés minimalizálására), addig az elejtési értéknél legalább 15%-nál kisebb érték fogadható el – figyelembe véve az áramellátás esetlegesen közvetlen hálózati táplálásból adódó + irányú ingadozását (+10%) és némi biztonsági tartalékot. Ezért a két jelfogó közül a kisebb ejtési minimummal bíró FeE értékét is figyelembe véve a fenti táblázat esetében 5,84 * 0,85 = 4,96 ≈ 5 mA-nél kisebb érték tekinthető elfogadhatónak.

– amennyiben egy állomáson több, ilyen típusú áramkör működik, sajnálatos módon nem kapnak „egymástól is független” táplálást. Ez az egymástól való függetlenség elsősorban fizikai elhatárolást is kell, hogy jelentsen – azaz ne egy transzformátorról levett (akár több) szekunder feszültséget jelentsen, hanem minden egyes esetben külön – nem feltétlenül az áramellátás részeként elhelyezett – egyedi táplálási pontot célszerű kialakítani.

Az áramkör – történelmi távlatokban való – kialakulása azt a célt hivatott kiszolgálni, hogy amikor a csapórúd valamelyik végállásában van, az ennek megfelelő ellenőrző jelfogó húz, a másik ejt. Az átmeneti időszakban – a csapórudak mozgása közben – a jelfogók is átmeneti állapotban vannak, azaz mindegy, hogy a váltás mikor következik be. Továbbá cél (volt), hogy az ellenőrzés minimális kábelér igénnyel rendelkezzen – így alakult ki az állító áramkörrel közös Vt + 1 ér. Ezért a közös Vt éren előforduló feszültség esés is befolyásolja az ellenőrző áramkör pillanatnyi állapotát! Ugyanakkor fel kell hívni arra a figyelmet, hogy az áramkör kialakulásakor az állító áramkörben csak a csapórudak mozgása alatt folyhatott áram (a „direkt hajtású” dörzskapcsolatos hajtóművek a végállás elérésekor kikapcsolódtak). A jelenleg működő – és vizsgált – csapórudak esetében a hidraulika rendszert nyomás alatt tartó szivattyú motorja tulajdonképpen bármikor bekapcsolódhat; egy – a korábbi esetekben figyelembe nem vett – feszültségesést hozva létre a közös Vt kábeléren. Mivel ez a feszültség esés a 220V tápfeszültséghez képest nem hanyagolható el, jelenlétét a későbbiekben figyelembe kell venni.

A vizsgáló áramkör – amely az üzemelő sorompóktól függetlenül került kialakításra – egy tartalék SF egység csapórúd ellenőrző áramkör szerelvényeiből és előtét ellenállásokból valósult meg. Amikor a külsőteri vég szakadt állapotba került, a kialakuló egész hullámú áram:

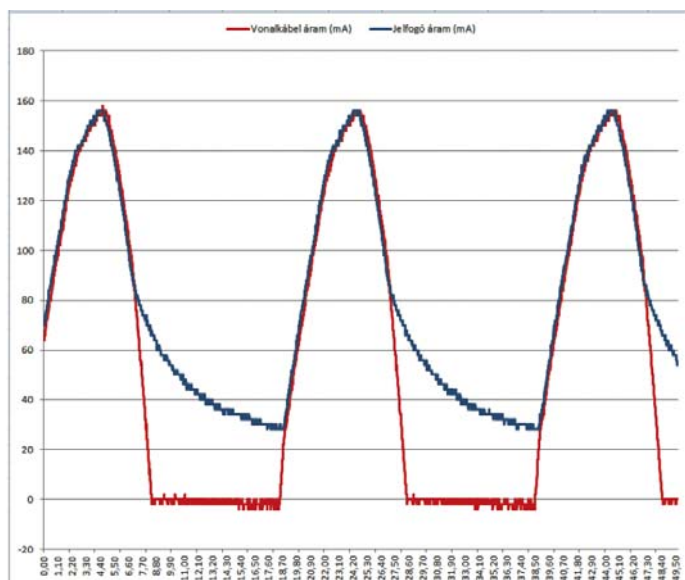


effektív értéke meghaladja a 15 mA-t; amelynek hatására az éppen húzó jelfogó húzott állapotában megmaradt, az ejtett állapotú jelfogó meghúzni nem volt képes. Az áram nagysága azt mutatja, hogy a kialakuló soros áramkörben a meghatározó impedancia a kábel kapacitás impedanciája, amely értéke kb. 6-8-szorosa a jelfogó cséve egyenáramú ellenállásának.

További mért eredmények

Kondenzátorral kiegészített ellenőrző jelfogó esetén az üzemi áram 57 mA, a kábel szakadt állapotában 15,9 mA – mindkét ellenőrző jelfogó tartva maradt. Kondenzátor nélküli ellenőrző jelfogók esetén a kábel szakadt állapotában 15,3 mA, mindkét jelfogó tartva maradt. (Meghúztás külső rövidzárral.)

Mivel a kétutas egyenirányítás egyik félperiódusában az egyik jelfogó, a másik félperiódusában a másik jelfogó csévéjén záródik az áramút, továbbá a csévével párhuzamos dióda az éppen húzó fegyverzet megtartását segíti elő, ezért a jelfogó nem ejt el.



A megoldást jelentheti, ha a körben folyó üzemi áram részben megemelkedik (ezzel a jelfogó ejtési árama is megemelkedik a cséve csere miatt), másrészt a vizsgált esetben – de ekkor az üzemi állapotokban is – a csévéen eső feszültség és egy – az áramkörbe bekapcsolt – előtét ellenálláson oszlik meg. A módosítással az áramkör előnyére változik. A javasolt jelfogók (a meglévő jelfogókról a kiegészítő kondenzátorok eltávolítása után csévecserével):

Jelfogó	Cséve	Meghúz (mA)	Elejt (mA)
FeE (4-969.000-033)	116 (360Ω)	35,7 – 45,7	14,3 – 24,3
LeE (4-969.000-413)	116 (360Ω)	35,7 – 45,7	15,7 – 25,7

- a jelfogó cséve ellenállásának csökkenésével az esetleges külső zavarhatás hatás csökken (erről a vizsgált esetben nincs szó);
- a jelfogóra kisebb feszültség jut (a melegevése csökken), a különbséget – kizárólag az állvány áramellátásának változatlanul hagyása miatt – az újonnan az állványba (és nem az egységbe) beépítendő előtét ellenállás veszi fel (javasolt: 1,5kΩ 30W). A feszültségosztás miatt a kábel képzetes ellenállásával sorosan belépő valós ellenállás a különböző kábelek eltérő paramétereiből adódó üzemeltetési bizonytalanságot csökkenti. [Az ellenőrző áramköri részre jutó feszültség $1500:360=4,1$ azaz durván a feszültség 1/5-e jut a jelfogó csévéjére.]

Összegezve: a csapórúd ellenőrző áramkörében az egyes ellenőrző jelfogók ejtőképességi hajlandósága azért növekedett biztonságosnak mondható szintre, mert az újra méretezett jelfogók ejtési árama biztosan nagyobb, mint a kábel veszteségi impedanciája által meghatározható áramerősség maximuma (hajtómű oldali szakadás bekövetkezésekor).

Bildungsbrocken über die Eisenbahnsicherungstechnik

Fortsetzend die Serie, die von Győző Rétlaki in den früheren Heften von Vasúti Vezetékvilág angelegt wurde und darin die Gestaltung der einigen Stromkreise und der Funktionen analysiert wurde, beschäftigt sich er in diesem Heft mit der Isolierung der Weichen – besonders der Doppelweichen – für die Gleisstromkreise, bzw. mit der Stromkreis der Kontrollrelais des Schrankenbaums der Bahnhof-Eisenbahnkreuzungssicherungsanlage.

Knowledge-crumbs about signalling

Continuing the article-series about analysing of functions and circuits of relay interlocking systems, published by Mr. Győző Rétlaki in preceding Vasúti Vezetékvilág sheets, this paper focuses on track circuit rail insulations in points (especially insulation in double crossover point) and station level crossing barrier rod checking relay circuits.

Siemens ETCS L2 projektek Magyarországon

GERGELY BALÁZS

ETCS L2 Magyarországon

Az ETCS európai vonatbefolyásoló rendszer bevezetése Magyarországon is alapvetően az európai átjárhatóság megvalósítását célozza, de emellett a kor színvonalára emeli a vonatbefolyásolást, és lehetővé teszi – az arra alkalmas vonalszakaszokon – a 160 km/h-ás sebesség bevezetését is.

Magyarországon nem teljesen új az ETCS rendszer, de 2020 decemberéig alapvetően csak ETCS L1 szintű rendszer működött (lásd pl. az 1-es vonalat). A Siemens ETCS L2 szintű rendszer kiépítésére kapott megbízást első körben három vonalszakaszon (Ferencváros–Székesfehérvár, Monor–Szajol, Szajol–Gyoma), azóta ez kiegészült a Kelenföld–Százhalombatta–Pusztaszabolcs szakasszal, illetve a nemrég létrejött új, érdi összekötő vágánnyal is.



ETCS L2-ben közlekedő vonat érkezik Martonvásár állomásra

Az ETCS L2 rendszer főbb komponensei maga az RBC központ („Radio Block Center”, ahol a beérkező információk alapján a menetengedélyek generálódnak legfeljebb 60 egyidejűleg bejelentkezett vonat számára), ill. a *fix* és *vezérelt balizok* (transzponderek, jeladók), amelyek kiemelkedő szerepet játszanak a vonatok pozíciójának azonosításában. A vezérelt balizok mellett változtatható állapotinformációk feladására is képesek, így



ETCS L2-ben közlekedő vonat indul Martonvásár állomásról

komoly szerephez jutnak a teljes ETCS L1 rendszerben, vagy pl. a sorompók, szintátmek stb. biztosításában. A vezérelt balizok vezérlő eleme a *LEU (Lineside Electronic Unit)*.

Hazai sajátosságok

Az ERTMS rendszer, ill. azon belül az ETCS rendszer kialakítására létrehozott irányelvek, szabványok egyes funkciók alkalmazása terén igen szabad mozgásteret hagynak a helyi üzemeltetőknek, ennek megfelelően az idehaza alkalmazott rendszer is sok, kifejezetten a hazai viszonyokhoz alakított elemet tartalmaz. De melyek is ezek?

1. Permisszív közlekedés

Európában több helyen ismert a *permisszív közlekedés* („nyíltvonali üzemszerű foglaltra járatás”), a legtöbb helyen mégis inkább abszolút térközjelzőket alkalmaznak. Nem maga a funkció annyira egyedí (egykor még a berlini S-Bahn is üzemszerűen alkalmazta), inkább annak üzemi (utasításbeli) környezete az, amelyet a MÁV kérésére megvalósítottunk. Ennek ellenére a jövőben mérlegelendő (szimulációkkal alátámasztva vizsgálendő), hogy érdemes-e ezt a funkciót életben tartani, illetve üzemviteli szempontból tényleg több hozadéka van-e, mint hátránya, különösen többvonalos scenáriók tekintetében.

2. Sorompók

Európában sok helyen az európai korridorok úgy épültek át, hogy már nem tartalmaznak szintbeni útátjárókat, Ma-

gyarországon ezek túlnyomó többsége megmaradt, ennek megfelelően működésüket, állapotaikat is figyelembe kellett vennünk az ETCS rendszer kialakításánál.

A sorompók fedezése az ETCS rendszerben történhet az RBC által (ebben az esetben az RBC-nek meg kell kapnia a főbb sorompóállapotokat), vagy vezérelt baliz által (itt a sorompóállapotokat egy LEU olvassa ki közvetlenül a sorompóból ill. ugyanez az egység vezérli a fedezést végző balizokat is).

A MÁV-val történt egyeztetések alapján az a döntés született, hogy az állomási sorompókat RBC által, a vonali (autonóm) sorompókat kizárólag LEU/baliz által, az ún. „állomásközei” sorompókat pedig vegyesen: az állomás felől RBC által, a vonal felől LEU/balizzal kell fedezni. Ezen szabályt figyelembe véve telepítettünk LEU-kat és balizokat a projektjeinkben.

A rendszernek alkalmasnak kell lennie a különböző sorompó-zavarállapotokhoz tartozó TSR-ek (ideiglenes, állapotfüggő lassúmenetek, *temporary speed restriction*) feladására, illetve azok szomszédos RBC számára történő átadására is. Alapvetően a sorompók jelenléte ha-



Siemens baliz Martonvásár állomás IV. vágányán

tárolja be az alkalmazható sebességet is (160 km/h), ezen érték felett már nem lehet szintbeni útátjáró a vonalszakaszon, ill. újak létesítése kifejezetten tiltott (a 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet szerint).

3. Jelfogós biztosítóberendezések illesztése az ETCS rendszerhez

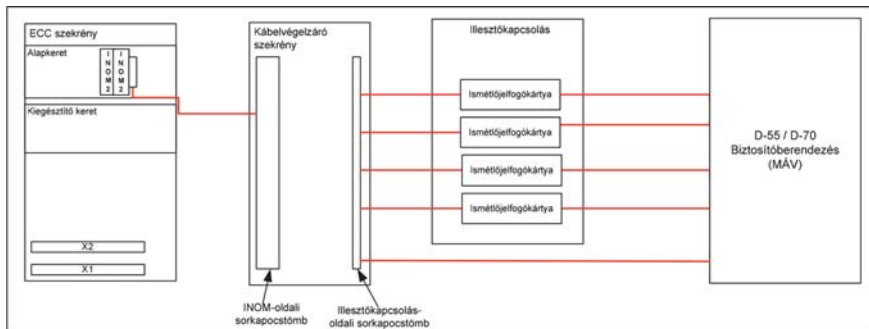
Az RBC központok a biztosítóberendezésekből nyerik a menetengedélyek képzéséhez szükséges információkat, ennek megfelelően illesztéseket kellett építenünk az RBC központok, illetve az azok vezérlési (kezelési) körzetébe tartozó biztosítóberendezések között.

A Kelenföld (kiz.)–Székesfehérvár (kiz.) vonalszakaszon korábban létesített SIMIS IS elektronikus biztosítóberendezéshez alapvetően szoftveres illesztés kialakítására volt szükség.

Nem példa nélküli, de ritka, hogy meglévő jelfogós biztosítóberendezések megmaradnak az ETCS-sel felszerelendő (általában nagysebességre alkalmassá tett) vonalakon, és ezekből kell a menetengedély képzéséhez szükséges információkat kicsatolni az ETCS rendszer számára.

A projektjeink által érintett, jelfogós biztosítóberendezésekkel felszerelt állomások (Ferencváros, Kelenföld, Pílis, Albertirsa, Ceglédbercel-Cserő, Abony, Millér, Mezőtúr, Nagylapos és Gyoma) esetében illesztést kellett kiépíteni a jelfogós és elektronikus berendezések között, amely több elemből tevődik össze.

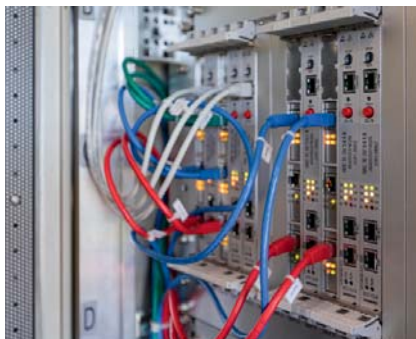
A megfelelő információk kicsatolásához tervezőnkkel (a Bi-Logik Kft. munkatársaival: Székely Bélával, Dobrik Norberttel és Oppenheim Gáborral) együtt és természetesen az Üzemeltetővel (MÁV Zrt.) történt egyeztetések alapján „ETCS illesztő mintakapcsolást” dolgoztunk ki mind D-70, mind D-55 típusú biztosítóberendezésekhez. Ez az illesztő mintakapcsolás írja le, hogy az egyes, az ETCS számára szükséges áll-



Jelfogós állomások ETCS „illesztési sémája”

potinformációk a biztosítóberendezések mely „kapcsolási környezetéből” és milyen módon kerüljenek kicsatolásra.

Az illesztő mintakapcsolás alapján elkészített állomási és vonali kiviteli terveink elkészítésénél sok, egyedi kialakítást is figyelembe kellett vennünk, a létesítés hosszú éveit láthatóan sok módosít-



Siemens RBC központ ECC kártyái Martonvásár állomáson

tást éltek meg a jelfogós biztosítóberendezések, folyamatosan változtak az alkapcsolásaik, új funkciók épültek be vagy módosultak korábbiak. Ennek ellenére igyekeztünk standardizálni a folyamatot, ahol és amennyire csak lehetett.

A legtöbb esetben a biztosítóberendezésekben számtalan ismétlőjelfogót kel-

lett felvinnünk annak érdekében, hogy a szükséges kontaktusok számát biztosítani lehessen, mely célra a Hengstler gyártmányú biztonsági jelfogókhoz hasonló kialakítású Elesta jelfogókat választottuk. Ezen illesztések a projektjeink által kiépített összes vonalszakaszon több, mint 6 éve folyamatosan működnek, pozitív üzemeltetési tapasztalatok mellett.

Az így kicsatolt információkat egy SIMIS IS elektronikus biztosítóberendezési platformot használó ún. „illesztőszámítógép” I/O felülete (INOM kártya) olvassa be. A beolvasott információkat az illesztőszámítógép az RBC központ által közvetlenül értelmezhető ún. „SAHARA” protokollnak megfelelő táviratokká alakítja át, majd a „H3S2Sp” interfészen – és adatátviteli hálózaton – keresztül továbbítja azokat a körzetért felelős RBC központ felé.

Emellett illesztést építettünk ki minden jelfogós térközbiztosító-berendezéshez is, az innen származó információkat optikai hálózaton keresztül kommunikáló, saját gyártmányú, biztonsági kommunikációra alkalmas ún. DTS-eken keresztül továbbítjuk az állomási feldolgozó egységek felé.

4. Teljes vágányhálózat bevonása az ETCS rendszerbe

Országonként eltérő képet mutat az is, hogy a vágányhálózat mekkora része kerül az ETCS rendszer „ellenőrzése alá”. Egyes helyeken csak az átmenő fővágányokra, esetleg kerülővágányokra koncentrálnak, mi a teljes vágányhálózat bevonására kaptunk megbízást, amely megfelelő stratégia lehet, különösen abban az esetben, ha Üzemeltető a jelenleg működő 75Hz-es vonatbefolyásoló rendszert az ETCS rendszerrel tervezi hosszútávon kiváltani. Azért bevallom, okozott némi derűtséget, amikor balizt telepítettünk az egykor szebb időket megélt Kőbánya-Hízlaló vágányára is, ahonnan feltételezhetően a jövőben már nem sok ETCS-ben közlekedő vonat fog bejelentkezni. A teljes vágányhálózat bevonása emellett nagy rugalmasságot biztosít a forgalmi szolgálat számára is, üzemviteli szempontból mindenképpen előnyös.



Siemens RBC központ Martonvásár állomáson



**ETCS (Controlguide) kezelőfelület
Martonvásár állomás forgalmi irodájában**



**Siemens ETCS L2 tesztberendezés
a MÁV Technológiai Központjában (TRI)**

ETCS L2 a Ferencváros– Székesfehérvár szakaszon

RBC központot létesítettünk Martonvásáron (Kelenföld (kiz.)–Székesfehérvár (kiz.) kezelési körzettel), valamint Ferencváros és Kelenföld állomások önállóan egy-egy teljes RBC központot kaptak, mindkettő telepítési helye Ferencváros állomáson van, az üzemi épületben.

A projekt lefedi a Kelenföld (kiz.)–Székesfehérvár (kiz.) vonalszakaszt, amelyen az ETCS L2 projekt előtt – szintén a Siemens kivitelezésében – új, elektronikus biztosító- és forgalomirányító berendezés (KÖFI) létesült. Emellett a projekt tartalmazza a Ferencváros–Kelenföld szakaszt is, amelyen hagyományos térközbiztosító berendezések, illetve a két állomáson (Ferencváros és Kelenföld) D-70 típusú, jelfogós biztosítóberendezés üzemel.

A tervezés megkezdésével hosszú egyeztetéssorozat indult el, különös tekintettel arra, hogy az ETCS L2 új technológiát jelentett idehaza, mind a menetengedély forrása, képzése, ill. a fedélzeten történő eljuttatása szempontjából is.

A projekt keretében ETCS L2 oktató- és tesztberendezést telepítettünk a MÁV Technológiai Központjába (TRI), ahol a tesztlők labor körülmények között vizsgálhatják a rendszer működését, modellezhetik a vonatok közlekedését, és végezhetnek oktatási tevékenységet is. A berendezés színvonalát és valóságközeliségét különösen emeli, hogy túlnyomó többségében valós berendezésekből építettük fel (ideértve az RBC-t, OBU-t, balizt és járműantennát, ETCS kezelőfelületet, valamint az emulált környezetben működő, de valós biztosítóberendezést).

Kiemelném, hogy magyar viszonylatban is úttörő, kamerával, GPS-szel és radarral felszerelt mozdollyal végeztük a telepített pályaelemek verifikálását, az ezáltal létrejött adatbázis hasznos lehet az üzemeltető kollégák számára is.

Tavaly év végére sikerült előállítani azt a helyzetet, amelyben a ETCS L2 már valós üzemi környezetben, nem teszt céllal kipróbálhatóvá vált. Bár a projektben mi

kifejezetten csak a pályamenti alrendszer megvalósítására szerződünk, hamar világossá vált, hogy a többi, kapcsolódó alrendszer nélkül a rendszer utasforgalomban történő használata elképzelhetetlen. Először is a GSM-R rádióhálózat stabilitását kellett megvárunk, amely után már el lehetett végezni a funkcionális tesztek. Ezzel párhuzamosan sok egyeztetés zajlott szomszédos RBC-ek szállító társvállalkozóival, majd ETCS forgalomra alkalmas járművek üzemeltetőjével, hogy a kapcsolódó rendszerek műszakilag-funkcionálisan megfelelően működjenek, ill. az őket kezelő személyzet is alkalmas legyen az üzemeltetésükre. A projekt során a Siemens több, mint 500 MÁV dolgozót oktatott és részben vizsgáztatott le (leendő rendszerüzemeltetőket, forgalmi szolgálatot és rendszeradminisztrátorokat). Az ETCS rendszer bevezetése miatt módosítani kellett meglévő utasításokat, előírásokat, majd ezeket szintén le kellett oktatni az érintett személyzet körében, ami komoly feladatot jelentett az Üzemeltető számára is.

A fenti feltételek teljesülését követően már csak egy tényező állt a siker útjában: a kulcskérdés. Tekintettel arra, hogy az ETCS L2 vonatbefolyásoló rendszerben biztonságkritikus információk cserélnek gazdát a pályamenti alrendszer (gyakorlatilag az RBC központ) és a járműfedélzet (OBU, *On-Board Unit*) között, ezért ezt a kommunikációt megfelelően titkosítani

szükséges. Mivel végleges kulcskezelő rendszer (KMC, *Key Management Centre*) egyelőre nem áll rendelkezésre, a Siemens – Üzemeltetőt támogatva a szakasz forgalomszabályzó próbaüzemének lebonyolításában – díjmentesen titkosító kulcsokat generált házon belül, és töltött be a vonalon található RBC központokba, ill. Siemens fedélzeti berendezésekkel felszerelt (kék) Stadler Flirt motorvonatokba. Ezzel 2020. december 8-án sikeresen üzembe helyeztük Magyarország első ETCS L2 rendszerét a Ferencváros (bez.)–Kelenföld–Martonvásár–Székesfehérvár (kiz.) vonalszakaszon, amire kollegáimmal nagyon büszkék vagyunk.

Szintén titkosító kulcsot generáltunk társvállalkozó (Thales) kivitelezésében megvalósuló székesfehérvári RBC központhoz is, egyrészt előmozdítva annak decemberi üzembe helyezését, másrészt lehetővé téve a Budapest és Székesfehérvár között közlekedő utas szállító vonatok számára, hogy a teljes vonalszakaszon (Székesfehérvár állomást is ideértve) végig ETCS L2 rendszerben közlekedhessenek, igénybe véve az Ódinnyes környékén közösen kialakított RBC/NRBC-átmenetet is.

Örülök, hogy részt vehettünk az ETCS L2 rendszer magyarországi bevezetésében, meghatározó élmény volt minden érintett résztvevővel együttműködni a komplex feladatok megoldásában, majd átadni a rendszert az utasforgalomnak.

Siemens ETCS L2 Projekte in Ungarn

Siemens Mobility hat das erste Europäische Zugbeeinflussungssystem ETCS L2 in Ungarn auf der Strecke Ferencváros (inkl.) – Székesfehérvár (exkl.) am 08.12.2020 in Betrieb gesetzt. Weitere Strecken werden gerade von Siemens mit ETCS L2 ausgerüstet (Monor – Szajol – Gyoma, Kelenföld – Százhalombatta – Pusztaszabolcs und Érd Verbindungsgleis). Im Artikel geht es um die länderspezifischen Herausforderungen bei der Abwicklung der Projekte, mit denen Siemens konfrontiert war, und welche Lösungen umgesetzt wurden.

Siemens ETCS L2 projects in Hungary

Siemens Mobility has put the first European Train Control System ETCS L2 in Hungary on line section Ferencváros (incl.) – Székesfehérvár (excl.) on the 08.12.2020 into operation. Further lines are currently being equipped with ETCS L2 by Siemens (Monor – Szajol – Gyoma, Kelenföld – Százhalombatta – Pusztaszabolcs and Érd connection track). This article is describing which country specific challenges Siemens was faced during the execution of the projects and which solutions have been implemented.

Bemutatkozik...*

Garaguly Zoltán,
a BI-LOGIK Kft. ügyvezető igazgatója



- *Hogy lett önből vasutas?*

- Édesapám vasútgépész technikusként dolgozott. Kisújszálláson éltünk. Eleinte az ott kisvasútnak hívták, azóta megszűnt dévaványai vonal kisújszállási javítóműhelyében (ami később a szolnoki járműjavító telephelye lett) dolgozott. Pályakotró lemezt, áramszedőt gyártottak, lakatos munkákat végeztek, esztergáltak. Gimnáziumba még a városba jártam, utána kerültem Győrbe a főiskolára közlekedésautomatikai szakra. Inkább a gyengeáramú rész érdekelt, így a távközlés és a biztber közül kellett válasszak - a vezérlések jobban érdekelték. Tetszett ez a terület és a hangulat; évfolyamtársaim egy része vasúti középiskolákból jött, akik sokat meséltek, tetszett a szakma összetettsége, illetve a labor is meghozta a kedvem a szakmához. A szaktárgyakat a vasútnál is ismert és elismert szaktekintélyek oktatták, amitől a szimpátiám a terület iránt még tovább erősödött: Dr. Héray Tibor, Dr. Székely-Dobi Sándor, Machovits László, Pörnecei Jenő. A kötelező szakmai gyakorlatom Rózsa Gábornál töltöttem a laborban. Akkor volt a szentendrei HÉV átépítése és ehhez ideiglenes berendezéseket telepítettek, ennek lemezpultos kezelőkészülékét kötöttem be. A diplomamunkám a tengelyszámlálós foglaltságérzékelésről szólt, ami - néhány Integra tengelyszámlálós ellenmenetkizáró berendezés mellett - ak-

koriban kuriózumként az Algyő-Kopáncs állomásközben a Tisza-hídon üzemelt, mert a lemezbortítású hidra nem lehetett sínáramkört telepíteni, így ez a megoldás szolgált foglaltságérzékelésre.

- *Hogy került a Tatai útra, a TBF-re?*

- A főiskola utolsó évében tanulmányi szerződést kötöttem a Tatai úti TBF-fel; édesapámnak volt szakmai kapcsolata velük, ő javasolta. Ott is kezdtem és maradtam is nagyon sokáig, túlélve a MÁV TBÉSZ Kft-s ügyeket is, mígnem a menedzsment ki nem vásárolta a MÁV-tól. De a kezdet a katonaság miatt nem volt egyszerű, az elvileg féléves mérnök gyakornoki időm emiatt közel két évet csúszott. A hadseregnél parancsnoki híradós kocsira képeztek ki távirósnak, aminek egyik része ugyan a vasútnál is használt távgépíráshoz volt hasonló, de szakmailag nem tett különösebb hatást rám az ott töltött idő.

- *Milyen munkákban vett részt?*

- Az első tervezési feladat Polgárdi és Polgárdi ipartelepek D55-ös berendezése volt, amin Maár Lászlóval közösen dolgoztam. Az észak-balatoni vonal állomásainak biztber átépítését a Dunántúliakkal felosztva csináltuk, a munka nagy része az övék volt. A tervezés és a kivitelezés is szét volt osztva a főnökségek között. Ott számos érdekeséggel találkoztam: például Balatonkenesén a végponti kijáratit jelzőt egy ív miatt döntött úrszelvénybe kellett elhelyezni az átmenő vágányon, amit helyhiány miatt csak döntve lehetett elhelyezni - ilyen megoldás nem volt korábban. Ehhez még egy kis fenntartási munkautasítást is írtunk, hogy miképp lehet ellenőrizni a jelző dőlésszögét (megadtuk a függő ön felhelyezési helyét és az eltérés nagyságának mérési módját a fővizsgák alkalmával).

- *A '80-as évek viszonylagos munkabővsége után mit hoztak a '90-es évek?*

- A hegyeshalmi vonal fejlesztése miatt a '90-es évek elején még viszonylag sok feladatunk volt, rengeteg állomás berendezését kellett emeltsebességűre átalakítani dr. Pálfalvi Sándor felügyelete alatt. Ő a TBF-nél Székely Bélával dolgozott közvetlenül együtt, ehhez a csapathoz csapódtam én is tervezőként. Az alapkapcsolás kialakítását is nyomon tudtam követni, majd több állomás átalak-

kítási terveinek kidolgozásában is közreműködtem; ezek Budaörs, Nagyszentjános és Györszentiván voltak. Két-három fős csapatoké volt egy-egy állomás. A biztber tervezés ugyanis nem egy magányos feladat, a tervezési technológia miatt is részfeladatokat tervezők, szerkesztők, rajzolóok végeztek. Általában a rutinosabb tervezők tervezték a bonyolultabb áramkörü részeket és pl. a szerkesztők a sablonosabb áramköröket készítették. Először megrajzolásra kerültek az áramkörök, majd ezt követően jöhetett az áramkörök ún. betérhelése, melyet célszerűen két fő végzett (állványhelyszámok, érintkező számok stb. kerültek rávezetésre a kapcsolási rajzra). A team munkának nagy előnye volt, hogy tervezés közben egymás hibáit jobban észrevettük.

- *Milyen munkáik voltak ezt követően?*

- Hosszú évekig csak kisebb volumenben voltak állomás átalakítások, de akadt sorompós és térközös feladat is, sőt, még pl. a Nyugati pályaudvar mechanikus berendezésének az átalakításába is belecsöppentem. Oda a Dominót is én terveztem, mely az I-VIII. vágányokat szolgálja ki. Izgalmas volt ebben a feladatban, hogy a földembe kellett felfogatni a kijáratit jelzőket. Hódos László gépész tervezővel készítettük el ennek terveit, amit a TBÉSZ szegedi „22. üzeme” gyártott le. Az első jelzők kihelyezése után egy TVG már másnapra el is görbitette az egyiket. Kiderült, hogy volt egy 60 centis eltérés az építész terven, mégpedig a tengerszint feletti magasság elírása miatt lógott be a jelző. Emiatt korrigálni kellett az összeset, hiszen hosszabb jelzők készültek, mint kellett volna.

- *Miért alapították meg a BI-LOGIK-ot?*

- A kétezres évekre egymás után írtak ki kivitelezési tendereket. Kialakult az a gyakorlat, hogy amelyik cég részt vett egy projekt tervezési fázisában, az a következő fázisban nem lehetett annak kivitelezője. Márpedig a sokkal nagyobb értékű az utóbbi lehetőség volt, ami miatt a TBSZ-nél még tovább csökkent a tervezési munka. A végén már péntekenként be sem kellett járnunk, lecsökkentették a munkaidőnket. Ez volt az a körülmény, ami utolsó csepp volt a pohárban és elkezdtünk gondolkodni egy biztber tervező cég alapításán. Ehhez további lökést adott, hogy megkeresett bennünket Ring László, akinek akkor már saját pályatervező cége volt, hogy tudnánk-e vele közösen indulni egy projektben. Mivel lett máshol is igény ránk, eldöntöttük, hogy

* A rovat cikkei teljes egészében az interjúalanyok véleményét tükrözik, azt a szerkesztőség változatlan formában jelenteti meg.

önállóak leszünk és elindulunk a tervezési tendereken. A BI-LOGIK Kft.-t 2002-ben alapítottuk Székely Bélával, az kettőnk 50-50%-os tulajdona lett. Székely Béla akkor már a számítógépes tervezésben gondolkodott, ami a névben is visszaköszönt. A „BI” egyszerre jelképezi a biztosítóberendezés szót, a két tulajdonost és a bináris megoldásokat, amivel logikai rendszereket építünk fel, ezért BI-LOGIK.

– *Nem gondoltak rá, hogy más területekre is áttevessenek?*

– Nem, mert annyira belénk ivódott a vasút, hogy nem nagyon tekintettünk más területek fel. Székely Béla a számítástechnikát és a biztosítóberendezések világát próbálta egymáshoz közelíteni és jelentős sikereket ért el a számítógépes tervezés támogatásában, egyes munkafázisok algoritmizálásában. Egy állomás függőségi rendszere számítástechnikai alapokon előállítható és ez a gyakorlatban is működik.

– *Hamar lett elegendő munkájuk az életben maradáshoz?*

– Szerencsénk volt, mert az UVATERV is mozgolódott a vasúti tervezés területén, velük is volt kapcsolatunk, így szépen jöttek a munkák, sőt, még a TBÉSZ is megbízott minket tervezéssel! Általában a pályás tervezők indultak a tendereken fővállalkozóként, tekintettel arra, hogy egy komplex vasúti átépítésben, korszerűsítésben a biztber csak egy 7-10 százalékos szegmens (tervezési szintől függően), mindig a pálya és a hozzá kapcsolódó szakágak (például a felsővezeték, műtárgyak) a dominánsok. Azért a későbbiekben volt egy NIF-es munkánk, a Biatorbágy-Tatabánya projekt, amit a Ring Mérnöki Irodával közösen nyertünk el, de a konzorciumvezetők mi voltunk. Ez csak egy előkészítés volt, kivitelezési tendere még nem volt. Olyan projekteket nyertünk meg el önállóan, amelyek az ETCS előkészítéséhez kapcsolódtak, illetve kisebb MÁV-os projekteket is közvetlenül mi nyertünk meg, de ezek állomási vagy vonali szintű egyedi feladatok voltak. Érdekeség, hogy egyszer a kivitelezés is a miénk volt. Tolna-Mözs és Nagydorog között egy sorompónál tengelyszámlálót kellett cserélni, ahol a fedezőjelző a térközjelző szerepét is ellátja. Az addigi ott használt kísérleti tengelyszámláló végül nem kapott végleges használatbavételi engedélyt, ezért olyanra kellett cserélni, ami rendelkezik ilyenrel. A Műszer Automatika volt ebben az alvállalkozónk, a kivitelezést ők végezték, ugyanis a berendezés, amiben le kellett cserélni a tengelyszámlálót, az ő termékük volt.

– *Hogy lehet érteni a mechanikus technikától a legújabb elektronikus berendezésekig mindenhez?*

– Szép kihívás a műszaki fejlődés követése. A nagy műszaki cégekhez kell bekerülni az új berendezésekkel való tervezéshez. Márpedig nem automatikusan adnak ki a multicégek feladatokat kis tervezőcégeknek, amit csak lehet, saját szakembereikkel szeretnének megoldani, de ha mégsem, akkor is olyan „udvari beszállítókat” keresnek, akik folyamatos jó minőséget és magas rendelkezésre állást tudnak nyújtani. E paraméterek mentén különösen nagy szó, hogy a BI-LOGIK a Siemens-es és a Thales-es projekteknél is ott van tervezőként. Sőt, a kiviteli terveken belül bizonyos részfeladatokat, valamint az engedélyezési- és előterveket ránk bízzák teljesen. Mivel a SIMIS IS táblázatos és nem nyomvonal-elves logikával épül fel, ezért hatalmas élmunkaigénnyel lehet csak előállítani az állomás beállítható vágányútjaihoz tartozó, a függőségi rendszert megfogalmazó táblázatokat. Sok a hibalehetőség benne, emiatt Székely Béla az évek során olyan programot fejlesztett, ami az állomási geometria leírása alapján előállítja a szükséges táblázatokat. Így szállítjuk ezt le a Siemensnek, amit az ő belső minőségbiztosítási rendszerük is nevesítetten elfogad. Ráadásul a MÁV és a hatóság sem akar 1000 soros táblázatokat átnézni, ők grafikus terveket akarnak látni, a BI-LOGIK szoftvere képes a grafikus tervből a táblázatokat előállítani, amit a későbbiekben a projektáláshoz használnak fel.

– *Mennyire mélyen kell a tervezőnek a berendezés gyártójával együttműködni?*

– Már az engedélyezési- és az előterv is berendezésspecifikus. A gyártó állítja össze a szükséges dokumentumok egy részét, a másik részét pedig mi, és ezek együtt mennek be jóváhagyásra és engedélyezésre. Ez a tervezés teljes ideje alatt nagyfokú kooperációt igényel, átlagosan kéthetente van egyeztetés a gyártócégekkel, akikkel az előállított függőségi rendszert nézzük át és vitatjuk meg, hiszen többféle megoldás is lehet ugyanarra a feladatra, és a feltétfüzettől is el kell olykor-olykor térni.

– *Hogyan árazható be a biztosítóberendezések tervezése?*

– Ajánlatkéréskor megkeresnek a berendezést gyártó cégek, majd alapvetően berendezésbe bevont váltók és jelzők száma alapján adható ár. Persze az egyéb objektumok, például a sorompók és a térközök száma is fontos. Már

a jelfogós technika árazására is ez vált be, hiszen jólismert egy-egy objektum tervezési ideje. Mivel van engedélyezési, elő- és kivitelezési terv is, ezeknek külön-külön vannak alapjai és objektum szám szerinti szorzók. Ezt tökéletesen algoritmizálni nem lehet, ha kell, akkor korrigáljuk a foglaltságérzékelés és a vonali csatlakozások bonyolultsága, valamint az eddig elfogadott ajánlatok árszintjéből kiindulva. Indikatív ár tehát gyorsan adható, egy részletes már lassabban. Az ETCS tervezésének árában szintén az objektumszám a meghatározó, hiszen a balizok alapvetően kapcsolódnak valamilyen objektumhoz, de árat növelő tényező az RBC átmenetek száma is és azok egymáshoz illesztésének bonyolultsága. Ahol a Siemens és Thales RBC közötti váltás van, ott pl. átnyúlnak a balizok egymás területére is, ami segíti az átadást.

– *Mi a különbség egy új berendezés és egy régi átalakítása között tervezési szempontból?*

– A zöldmezős beruházások tervezése egyszerűbb, ezért könnyebben megy, hiszen megvannak a bevált megoldások. Az átalakítás sokkal érdekesebb, izgalmasabb kihívás. Ez minden berendezéstípusnál így van. Kellemetlenebb régi berendezésbe belenyúlni, és elég sokszor ki kell menjünk a terepre felmérni a valós áramköri viszonyokat, mert sokszor nem minden dokumentum fedi a valóságot. A meglévő berendezés átalakításnál beszkeneljük a kinti rajzokat, mert ez a javított példány az, amiből a szakasz üzemeltet, ez a legpontosabb. A zöldmezős beruházásnál például egyáltalán nem kell kimenni, mert nincsen mit nézni. Ha zöldmezős a beruházás, a régi berendezésre külön bontási terv sem kell, de az átalakításnál kell építeni és bontani egyaránt, ezért van sárga (bontási) és piros (építési) rajzi dokumentáció. Ritka, amikor csak bontás van és nem építenek a helyére semmit.

– *Mennyien terveznek ma biztosítóberendezést Magyarországon aktívan?*

– A nagy biztber építő- és gyártócégek is próbáltak fenntartani vagy kiépíteni biztosítóberendezés tervezési képességet, lehet cégenként egy-két fő, akik elvégeznék bizonyos feladatokat, de nagyobb kivitelezéseket már nem. Nálunk 7-8 fő biztber tervező dolgozik már évek óta – természetesen őket segíti még számos szerkesztő és egy gépész tervező is –, ehhez közelítő létszámban csak a Kontúr csoportnál vannak. A MÁVTI mára beolvadt a MÁV-ba, de ott jelképes csak a képesség, a fejlesztésekben nem vesz-

nek részt, fenntartáshoz kapcsolódóan végeznek el kisebb munkákat. Ütőképes tervezőcég tehát kettő van, de még ők is vannak be kiegészítő erőforrásként, projektalapon másokat. Egyszemélyes cégek is vannak, ahol többnyire másodállásban vagy nyugdíj mellett végeznek tervezést, hiszen van jogosultságuk és kedvük is kisebb feladatok elvégzésére. Ez nagyjából legfeljebb 30 fő, amit ma már kevésnek mondanák, mert annyira sok lett az EU-s fejlesztések miatt a munka. A Bi-LOGIK esetében az utánpótlás nevelés is folyamatos, nálunk viszonylag kedvező a korfa, mivel a középgeneráció van nagyobb arányban jelen a cégnél, de persze vannak idősebbek is. Próbálunk folyamatosan fiatalítani, az egyetemeken által kiadott fiatalokat csábítgatjuk, diplomához és szakdolgozatokhoz külső konzultációkat vállalunk.

- *A szakmát foglalkoztató aktuális kérdések egyike a Budapest-Belgrád vasútvonal fejlesztése. Ennek milyen biztosítóberendezése lehet?*

- A Budapest-Belgrád vasútvonalra szánt berendezések tervezésére mi is adtunk árajánlatot minden szereplőnek, aki kért. Nagyon szeretnénk részt venni benne. Egy kínai berendezéstípust a rövid határidők miatt talán ma már nem lehetne behozni, mindenféle tanúsításokat beszerezni hozzá. Kínában nagyon más a vasút, például sorompó sincs az elmúlt 50 évben épített vagy átépített vonalakon. Így egy európai berendezés lehet a realitás, de sok tárgyalás lesz még ennek konkrét típusáról. A „drótos” szakágakat a kínai fél hozza a projektbe, ők hozzák meg a végső döntést a kivitelezőkkel együtt. Elvi létesítési tervek már készültek, amik még nem berendezésspecifikusak, de már tartalmazza a jelzők helyét és a foglaltságérzékelést.

- *A másik aktuális téma a Prolan új, hibrid jelfogós-elektronikus biztosítóberendezése. Mi erről a véleménye?*

- Több milliárdos beruházás és évekig tartó fejlesztés egy új elektronikus biztosítóberendezés elkészítése, kell hozzá tesztberendezés, évekig tartó labor, majd forgalmi tesztek. Rendkívül nagy dolog, hogy ebbe egy magyar cég bele mert vágni. A Prolan szemléletét két lépésben ugorja meg az elektronikus biztosítóberendezéshez vezető utat, a meglévő Elpult és ProSigma rendszerükből kiindulva és egy hozzátervezett jelfogós maggal már sok mindent meg lehet csinálni. Így nem teljesen meglepő, hogy belevágtak. A jelenlegi egy - az elektronikus biztosítóberendezés szempontjából - talán inkább

átmeneti berendezés, ami már generálhat kellő tapasztalatot és bevételt a továbbiakhoz, de még nagy út áll előttük. Az új hibrid berendezés a fővonalakhoz csatlakozó állomásokra jó megoldás lehet, illetve van sok régi, mechanikus berendezéssel működő mellékvonal, ahol ezzel létszámkiváltás és szolgáltatási szint növelés érhető el. Főleg, ha a technológia egyszerűbb és olcsóbb, mint más alternatívák és ráadásul még könnyen is üzemeltethető. Ez esetben biztos lesz létjogosultsága. A ProRIS-H a jelfogók használata miatt lehet olcsóbb alternatíva.

- *Mi tekinthető a Bi-LOGIK specialitásának?*

- Az elektronikus berendezéseknek és az ETCS-nek mi vagyunk szinte a kizárólagos tervezői, utóbbit rajtunk kívül senki sem csinált. A Siemens berendezésnél mi generáljuk az adatokat is a balizók által feladott táviratokhoz, a Thales ezt egy másik tool-lal, házon belül megoldja. Az ETCS felügyelet alatt a vonatok által bejárando vágányutak távolság adatait, azok PoE pontjait is mi állítjuk elő. Az ETCS esetén a megvalósult állapotnál van még egy kontrollálás, gyakorlatilag utánhúzás, amikor össze kell hasonlítani a tervet és a ténylest és ezt átvezetni a dokumentumokon. Ez alapvetően legfeljebb méteres eltérést jelenthet kilométeres hosszban, főleg ívek és váltók esetén. Ezek sajnos nem gyors projektek, a 120-as vonalon már 5 éve zajlik az ETCS építése, az illesztési feladatok tervezése és a távirati alapadatgenerálás. A láthatatlan időszakokban is van vele munka, hiszen a labor teszteken is kiderülhetnek dologok, ami miatt áttervezés kell.

- *Gyakoriak a tervezési hibák?*

- Tervezési hiba mindig van és lesz, de ez a gyártási/kivitelezési környezetben kikéne jöjjön, ha terv szerint van huzalozva, gyártva, levizsgálva a berendezés, vagyis jól van összerakva és a valós külsőtérben is lelkiismeretesen tesztelték, valamint az üzemeltető is megvizsgálta. Egy ilyen technológiai sorrend után nem maradhat benne hiba. Ha azonban a helyszínen gyártják és a MÁV-val közös a vizsgálat, ez máris leszűkíti egy szakaszra a hibakeresést, így, ha ki is derültek ekkor hibák, kevesebb idő marad ezt észrevenni. Nem jó az, ha az üzemeltetői vizsgálat az első szélesebb körű ellenőrzés. Be kell tartani azt a sorrendet, ami alkalmas arra, hogy minden hibát kihozzon a berendezésből. Például, amikor már a huzalozás után rögtön felajánlják a MÁV-nak vizsgálatra a berendezést, akkor a gyártói alapos vizsgálat elmaradása is okozhatja azt, hogy utolsó

pillanatban derül ki egy hiba, ami miatt lehet csúszás az átadási határidőben.

- *Azért vannak tervezéskori módszerek is a hibacsökkentésre?*

- A tervezői hibák csökkentésére a MÁVTI anno kísérletezett azzal, hogy egy másik mérnökcsapat ellenőrizte a terveket. Ez a hibák felét sem tárta fel, de majdnem annyi idő ment el vele, mint a tervezéssel magával. A kivitelezés sokkal hatékonyabban tárja fel a hibákat, mint újabb és újabb tervátnézések. A tervezés közben ettől függetlenül törekedni kell a tervezői hibák feltárására, amire mi is nagy súlyt fektetünk. Nálunk is van többkörös ellenőrzés, ami kihozza a hibák nagy részét és hát a megfelelő csekklista kialakítása. Hosszú évek során kialakítottunk egy olyan tervezői környezetet, tervezési folyamatot, ami sok hibát kiszűr, ezt TTR-nek (tervezés támogató rendszernek) hívjuk, mely a folyamatok nyomon követése szoftveres eszközökkel és alapvetően egy adatbázis rendszert és rajzi állományt hasonlít össze. Amikor pl. leteszek egy jelzőt, feltöltöm adatokkal (melyik állomás, milyen szelvény, milyen tulajdonságai vannak), ha ez más rajzon nem ezen tulajdonságokkal kerülne felvétele (pl. négy fény helyett háromoptikás jelzőként jelenik meg), azt észreveszi. Ha az 1:1000-es rajzon felvesszük a jelzőt, de egy torzított rajzon máshova tesszük, jelez. Ha két jelzőnek azonos a neve, az szintén kiderül. Ez a rendszer a rajzok verzióját is nyomonköveti, ha pl. változtat a megrendelő, vagy az üzemeltető kérésre valamit át kell tervezni, megjegyzi a változtatást és kommentek is fűzhetők hozzá. SAP jellegű adatokat is rögzít, továbbá a megrajzolt rajzokból rajzjegyzéket készít. Évek óta fejlesztjük a TTR-t. Nem tudom, másnak van-e ilyen verziókövető- és összehasonlító rendszere a szakmában.

- *Min dolgoznak jelenleg?*

- Folynak az ETCS projektek, az összesben benne vagyunk. A hegyeshalmi vonalon új elektronikus ELEKTRA-2 biztosítóberendezések telepítése történik meg, ETCS L1 kiegészítésekkel és a belgrádi vasútvonalra is szerződésünk van az előterv bezárólag. A Debrecen - Balmazújváros vonal terveit is mi készítettük. Az idők változását jól mutatja, hogy ott már minden EOV-koordinátával megy, a sorompók kitévéséhez is GPS koordinátákat kértek, míg anno minden szelvényre volt megadva. A szelvénykövek telepítése azonban sose volt pontos, és nem is kezelték ezt szigorúan, ezért több méteres eltérések vannak. Ezért ma már nem szelvénykövekhez mérünk.

Folyóiratunk szerzői



Antal László

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Karán szerzett közlekedésmérnöki alap, majd mesterdiplomát közlekedésautomatizálási specializációban. 2013-ban az alapképzés elvégzése után rövid időt a Nemzeti Közlekedési Hatóságnál dolgozott ösztöndíjas foglalkoztatásban, majd ezt követően az MSc. tanulmányai közben a Certuniv Kft.-nél kezdett dolgozni, ahol a mesterképzés elvégzése után főállású tanúsítási szakértő munkatársává vált. 2018 őszétől a MÁV Zrt. TEB Központ, jelenlegi nevén a MÁV Zrt. Technológiai Rendszerüzemeltetési Igazgatóság ETCS szakértő munkatársa, ahol komplexen ETCS jármű- és pályaföldalati vizsgálatokkal foglalkozik. *Elérhetőség: antal.laszlo5@mav.hu*



Török Imre

1996-ban végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karán. Utána a DSS Consulting Kft.-nél dolgozott adattárház fejlesztőként. 2000–2004 között a GySEV Vezérgazgatóság informatikai munkatársa, majd 2004–2006 között a VPE Kft.-nél OSS menedzser. 2006–2015 között az ALSTOM alkalmazottjaként elsősorban biztonságkritikus rendszerek integrációs és követelménytesztelését végezte. 2015 óta a Thales RSS Kft. termékmenedzsereként az ETCS projektek műszaki előkészítését, valamint laboratóriumi és helyszíni vizsgálatait koordinálja. *Elérhetőségek: THALES RSS Kft., 1123 Budapest, Alkotás u. 53. E-mail: imre.torok@thaligroup.com*



Csoma András

A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Kar Erősáramú szakán 1978-ban szerezte meg villamosmérnöki oklevelét, majd a MÁV-nál helyezkedett el. 1983-tól a MÁV Miskolci Igazgatóságba került, ahol felsővezeteki, alállomási berendezések létesítésére, fejlesztésére, üzemeltetési fenntartási munkáinak szervezésére kiterjedő munkakörököt látott el. Munkája mellett a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen Gépész Gazdaságmérnöki végzettséget is szerzett. Ugyanitt öt éven át a Villamoságtan tanszéken oktatói tevékenységet folytatott. Az Erősáramú szakterület képviselőjeként tagja volt a MÁV műszaki tanácsának. Megalakulása óta a Magyar Mérnöki Kamara tagja, bejegyzett vezető tervezője és szakértője, a Magyar Mérnöki Kamara Vasúti Szakosztály elnökségi tagja, a Felsővezeteki Szakkollégium titkára. A MÁV-tól, mint első és egyetlen munkáltatójától 2018 évben történt nyugállományba vonulása után önálló szakirányú vállalkozás keretén belül tervezői és szaktanácsadói tevékenységet folytat. Több kitüntetésben részesült, többek között a MÁV a „Vasút szolgáltatásért” Bronz és Ezüst fokozatának, a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozata Csány László-díjának, illetve a Magyar Út- és Vasúti Társaság Aranymérföldkő-díjának adományozásával ismerte el tevékenységét. *Elérhetőségek: 3525 Miskolc, Major u. 16. Tel.: 06 (30) 973-4387. E-mail: csomaa54@gmail.com*



Pete Gábor

A soproni Handler Nándor Szakképző Iskolában végzett 1996-ban, mint vezetékes távközlési technikus, ezt követően a Széchenyi István Főiskolán távközlési szakirányú villamosmérnöki diplomát szerzett 2001-ben. A főiskola elvégzése után 2001 októberétől a MÁV TEBGK Rádió Rendszertechnikai csoportjában dolgozott, mint fejlesztőmérnök. Részt vett a MÁV analóg vonali rádiórendszereinek korszerűsítési munkálataiban. 2003. áprilistól a TEB Igazgatóság távközlési szakértőjeként részt vett a GSM-R projekt előkészítésében. A MÁV hálózati szintű rádiós szakértőjeként a hazai feladatai mellett a Nemzetközi Vasútegylet (UIC) ERIG munkacsoportjában angol nyelven képviseli a vasúttársaságot. Akkreditált

vasútszakmai elméleti és gyakorlati oktatóként tevékenykedik elsősorban a BGOK szakmai képzéseiben. 2013. júniustól távközlési osztályvezetőként felelős a MÁV hálózatán a vasúti távközlési rendszerek működtetésével összefüggő tevékenységek ellátásáért, illetve a szabályozási környezetnek megfelelő távközlési utasítások, rendelkezések kialakításáért, korszerűsítéséért. A NISZ által lebonyolított GSM-R I. projekt MÁV oldali projektjének oszlopos tagjaként részt vett a rendszer kiépítésében és a GSM-R, mint működő szolgáltatás elindításában. 2019. júniustól a MÁV Zrt. TEB Igazgatóság kiemelt szakértőjeként a hazai és nemzetközi jogszabályi környezetnek megfelelően koordinálja szakmai utasítások kidolgozását. Az UIC ERIG és az ERTMS Corridor munkacsoportokban a MÁV szakmai képviselője. *Elérhetőségek: MÁV Zrt. Infokommunikációs és Technológiai Rendszerek Főigazgatóság, TEB Igazgatóság, 1087 Budapest, Könyves Kálmán krt. 54–60. Tel.: +36 (1) 511-3498; E-mail: pete.gabor@mav.hu*



Pálmai Ödön

A BME Villamosmérnöki Kar Erősáramú szakán végzett 1983-ban, majd munkája mellett a munkavédelmi szakmérnöki szakot végezte el 1987-ben. 1983–2013 között dolgozott a MÁV-nál erősáramú szakterületen, különböző beosztásokban. 2013–2015 között magántervező. 2015-től két évig a NIF Zrt. projektiroda-vezetője; 2017-től az R-Kord Kft. erősáramú szakértője. Az MEE és a KTE tagja. A Vasúti Erősáramú Alapítvány titkára. Középiskolai szaktanár. A Magyar Mérnöki Kamara bejegyzett tervezője és szakértője. *Elérhetőség: palmai.odon@r-kord.hu*



Pálmai András

2009-ben a Budapesti Műszaki Főiskola Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karán, villamos energetika szakirányon szerzett diplomát. Szakmai munkásságát a kivitelezésben kezdte, majd ezután váltott tervezésre. Emiatt fontosnak tartja, hogy egy terv ne csak jó, hanem megépíthető is legyen. 2013-tól az Egyesült Királyságban szerzett nemzetközi tapasztalatot felsővezeteki tervezőként főleg a Great Western Electrification Programme és a Gospel Oak to Barking Electrification projektekben. 2017-től a RING Mérnöki Iroda Kft. Vasúti Erősáramú Tervező Irodáját vezeti és aktívan részt vesz a magyar vasúti projektekben vezető tervezőként és projektvezetőként, elsősorban felsővezeteki, térvilágítási és váltófűtési szakterületen. *Elérhetőség: palmai@rmi.hu*



Rétlaki Győző

A győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán 1975-ben szerzett üzemmérnöki oklevelét, majd 1993-ban a zalaegerszegi Pénzügyi és Számítéstechnikai Főiskolán mérnök-üzemgazdász minősítést. A Magyar Mérnöki Kamara bejegyzett tervezője és szakértője. 1977-től nagykanizsai székhellyel a vasúti biztosítóberendezések üzemeltetésével foglalkozott. 2004-ben a TEB Technológiai Központ létszámába került. Fő szakterülete a jelfogós biztosítóberendezések kapcsolástechnikája. *Elérhetőségek: MÁV Zrt. TEB TK. Tel.: 511-4015, e-mail: retlakigy@mavrt.hu*



Gergely Balázs

A BME Közlekedésmérnöki Karán szerzett közlekedésmérnöki oklevelét dr. Tarnai Géza és dr. Sági Balázs szakmai irányítása alatt. Gyakorlatait a MÁV Zrt. Istvánlakai főműhelyében, a Siemens Rt. Közlekedéstechnikai Üzletágánál, ill. a Lufthansa Technik AG-nál teljesítette Hamburgban. Az egyetemet követően biztosítóberendezés-tervezési, gyártási területen szerzett tapasztalatokat, majd vasúti járművek üzembehelyezésével, illetve vonatbefolyásoló berendezések vizsgálatával foglalkozott. Jelenleg több, mint 10 éve a Siemens Mobility Kft.-nél dolgozik, 2010 és 2013 között a budapesti 4-es metró biztosítóberendezésnek és vonatvezérlő rendszerének (CBTC) telepítéséért, üzembe helyezéséért felelt, 2014 óta nagyvasúti ETCS L2 projektek lebonyolításán dolgozik mint projektvezető, 2019 óta mint konzorcális projektvezető. *Elérhetőség: balazs.gergely@siemens.com*

A Vasúti VezetékVilág következő száma
2021. decemberben jelenik meg.

oltis hungaria



EVAL

Vasúttársaság
információs rendszere



IS KATALOG

Vasúti járműkatalógus

info@oltis.hu

www.oltisgroup.com

Évente

8

milliárd

utas biztonságos közlekedését támogatja
Thales által fejlesztett technológia.

Keresés: Thalesgroup

