



## CSÁRÁDI JÁNOS

Okleveles aranydiplomás közlekedésmérnök  
Okleveles gazdasági mérnök, Európa mérnök  
Nyugalmazott MÁV Vezérigazgató  
Hungarail Kft.  
Ügyvezető igazgató

## Vasút villamosítás gazdaságosan (3. rész)

### Összefoglaló

A vasútüzem gazdaságosságára törekvés – a közpénzzel felelős gazdálkodás részeként – kiemelt fontosságú feladat kell, hogy legyen minden olyan gazdasági társaságnál, ahol a közpénzt – az adófizetők pénzét – költik el. E tekintetben a MÁV csoportban nincs különbség a vasúti jármű, a pályalétesítmény vagy más vasúti eszközfejlesztés beruházása között. Ezért a vasút-villamosítás valamennyi elemére, eszközére kimondható a közpénzköltés miatti felelős gazdálkodás kötelessége.

A cikk a gazdaságos villamosítás kérdéseivel, hazai gyakorlatával foglalkozik.

CSÁRÁDI, JÁNOS  
Dipl.-Ing. für Verkehr  
Dipl.-Ing. für Wirtschaft, EU-Ingenieur  
MÁV Generaldirektor i.R.  
Hungarail GmbH.  
Geschäftsführer

### Bahnelektrifizierung – aber wirtschaftlich (Teil 2.)

#### Zusammenfassung

Das Streben nach Wirtschaftlichkeit des Eisenbahnbetriebs – als Teil einer verantwortlichen Bewirtschaftung von öffentlichen Mitteln – muss bei jeder solchen Wirtschaftsgesellschaft eine Aufgabe von gehobener Wichtigkeit sein, wo die Ausgabe von öffentlichen Mitteln – die Gelder der von Steuerzahlern – erfolgt. Unter diesem Aspekt besteht im Hinblick auf die MÁV-Gruppe kein Unterschied bei einer Investition, sei es für Eisenbahnfahrzeug, Streckenbau oder Entwicklung für Mittel der Bahn. Deshalb trifft auf jedes Element und Mittel der Bahnelektrifizierung wegen der Ausgabe von öffentlichen Mitteln die Pflicht der verantwortlichen Wirtschaftsführung Bewirtschaftung.

Der Artikel behandelt die Fragen der wirtschaftlichen Elektrifizierung, und die in Ungarn geübte Praxis.

JÁNOS CSÁRÁDI  
Traffic engineer  
Economic engineer,  
EUR ENG  
Retired MÁV general director  
Executive director Hungarail Ltd.

### Railway Electrification, Economically (Part 2.)

#### Summary

As a part of responsible public money management, the object of economic railway operation should be an important task for all business organizations, which spend the money of the tax payers. On this point of view, there is not any difference between the investments of MÁV group's organization even if it is a rolling stock, an infrastructure or any other procurement project. Therefore, it can be said for every elements and details of railway electrification process, the responsible management is duty because of the invested public money. The article deals with questions of economic railway electrification and its national practice.

### Előzményekről

A cikk első részében a villamosítási beruházás előkészítését, az EU-s közbeszerzéssel megvalósított vasút villamosítás kérdéseit tárgyaltuk. Szóltunk a villamosítás reális beruházási költségeiről, a hazai vasúti infrastruktúraüzemeltetők korábbi, egymástól különböző villamosítási szemléletéről. Példákkal támasztottuk alá a szemléletbeli különbözőség hatását a villamosítás beruházási költségére. Elemeztük a vasútvonal forgalom és villamosítás kapcsolatát, hangsúlyozva a személyszállítási dominanciájú vonalak forgalmának kedvezőbb megtérülését. Vizsgáltuk a közel párhuzamos, villamosítható vasútvonalak villamosításra érettségét, lehetőségeit, és a magyar gazdasági környezet hatását a villamosításra.

A 2. részben tárgyaltuk a villamosítás gazdaságos tervezése és beruházása témakört, szó volt a villamosítás költségesebb elemeinek élettartamát meghatározó anyagokról, a folyamatban lévő esztergomi vasútvonal villamosításánál alkalmazott műszaki megoldásokról. Cikksorozatunk 3. részében a vasúti villamos vontatás energiaellátó hálózat építési és rekonstrukciós munkáinál megfigyelt fejlesztési lehetőségeket ismertetjük.

### 9. Az európai vasutak felsővezeték hálózat fejlesztési irányai

### Műszaki megoldások.



1. ábra: Ebenfurt állomás (GySEV) kötél-poligonos kereszt-felfüggesztést tartó előfeszített betonoszlop



2. ábra: Vonali szakaszolás. Feszítőmű és zuhanásgátló porgetett vasbeton oszlopon (DB, Bajorország, Kinding)



3. ábra: Egyedi vasbeton oszlopokkal alátámasztott állomási felsővezeték (DB, Bajorország, Kinding)

### 10. Fejlesztések a felsővezeték hálózat alátámasztására

Terjed az egyedi vasbeton oszlop alátámasztású állomási felsővezeték rendszerek alkalmazása. A peronvilágítást is pörgetett vasbeton oszlopokra szerelik.

Egyre nagyobb szerepet kap a felsővezeték rendszer építésekor, a természet és a madárvédelem.

### 11. Korszerű felsővezeték építési megoldások

A Nemzeti vasútnál, a MÁV-nál régi törekvés volt az építési megoldások egységesítése minél szélesebb körben történő bevezetése, alkalmazása.

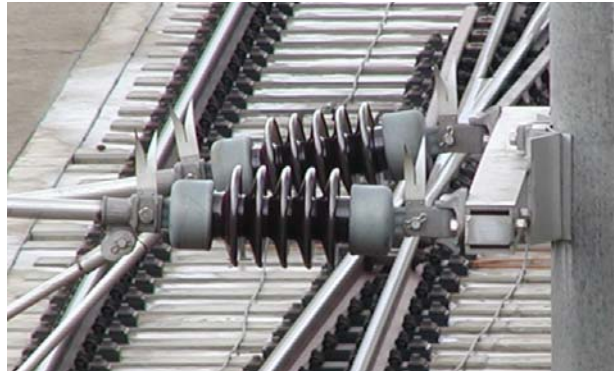
Az egységesítés kezdete, ami fejlesztésekkel szorosan összefüggő munka, Baross Gábor Közmunka- és Közle-



6. ábra: A madarak leszállását akadályozó tüskék a DB vasúti felsővezeték hálózatán



4. ábra: Vákuum megszakító szakaszkapcsoló



5. ábra: Kettős tartószerkezet vasbeton oszlopra erősítve

kedésügyi miniszter nevéhez fűződik.

Az elmúlt közel egy évtizedben kezdődött és jelenleg folytatódik, sőt 2020-ig terjedően eddig nem látott méretű fejlesztésekre kerül sor a magyar közlekedésben, így a vasúti területen is.

A vasútvonal fejlesztés tervezői munkáinak beindításakor néhány éve a NIF Zrt., a MÁV Zrt. a tervezési munkát elnyerő tervezőkkel munkaindító megbeszélést tartott.

A megbeszélés alap gondolata volt – többek között –, mi módon lehet csökkenteni a beruházás költségeit műszaki fejlesztéssel, ami az egységesítést is szolgálja.

A HungaRail Kft., mint a vontatási energiaellátó rendszer egyik tervezője, fejlesztője javasolta a vonali felsővezeteki rendszerben a tartó oszlopoknál az egységes, új megoldás alkalmazását.

Ez azt jelenti, hogy a vonali szakaszolásokban is – az eddigi acél oszlopok helyett pörgetett – vasbeton oszlopokat használjunk a hosszláncok váltásánál és a feszítőműveknél, kiegészítve a zuhanásgátló berendezéssel.

Az egységesítés, a műszaki fejlesztés üzembiztonságot, gazdasági előnyt is jelent. Ennek alátámasztását szolgálja az európai vasutak ezen törekvése is (pl.: ÖBB, DB, FS stb.).

### Gazdasági előnyök

- Az azonos terhelhetőségű acéloszlop és a pörgetett betonoszlop beszerzési árainak összevetéséből jelentős a különbség a betonoszlop javára.

A betonoszlop ára mintegy *egyharmada* az acéloszlopé-  
nak a teljes élettartam költséggel (LCC-vel) számolva.

A betonoszlop élettartama – külföldi számítások alapján – több mint fél évszázad.

Előnyök:

- Nincs korrózióvédelem.
- Nem kell számolni a beton oszlopok *szétterjedési ellenállásával* – ellentétben az acél oszlopokkal –, így elmarad az érintésvédelmi földelések szikraközön keresztül történő bekötése.
- Az egyszerűsítést, egységesítést szolgálja, hogy az állomásközök villamosításához csak egy típus oszlop család oszlopai kerülnek beépítésre.
- Az oszlopok tömege ugyan 1,4 – 2,45 tonna a típustól, a terhelhetőségtől függően. Az oszlopok beépítésében többletköltséget nem jelent, az acéloszlopok felállítása eddig is megfelelő terhelhetőségű daruval történt.
- Az oszlopokra szerelt szerelvények üzemi földelésére az oszlop hosszában a gyártáskor beépített Ø 8 mm acél vezetékhez M12 méretű földelő hüvelyek vannak hegesztett kötéssel rögzítve. A külső földelő kötések jobb szerelhetőségig biztosított.

***A pörgetett vasbeton oszlopokkal a kísérletek és a mérések eredményei***

Elvi lehetősége megvan bármely betonoszlop gyártótól az oszlop ajánlat kérésére.

Jelen esetben azonban az SW Umweltechnik Magyarország Kft. végezte a célirányos oszlopméréseket, kísérleteket a felsővezeteki rendszert tartók, mint gyártmányok szerelésének megfelelőségi méréseit az alsózsolcai gyárban.

*A vizsgálatok és a mérések két részletben történtek.*

Az első törési vizsgálat célja volt a tervezett új acélszerelvények BM típusú oszlopokra történő rögzítésének vizsgálata. A bilincsel felerősített szerkezetek esetleges elfordulásának (megcsúszásának) veszélyét indokolt volt ellenőrizni, pl. a kettős tartószerkezet esetén csavaró nyomaték lép fel.

A szerelvény rögzítés felfogó csavarjait nyomatékkulccsal 100 N erővel történő meghúzása esetén az oszlop roncsolása és megcsúszása nélkül teljesült a megadott 3 kNm-es terhelési előírás.

A második vizsgálat a gyártó alsózsolcai gyárában 2015 év közepén történt. A vizsgálat célja volt továbbá a legnagyobb igénybevételnek kitett, a feszítóműveket és a zuhanásgátlót tartó BM 20/12 típusú oszlop számított repesztő nyomaték és a tönkremenet nyomaték nagyságának ellenőrzése.

A második próbán a Felsővezetékes Szakkollégium meghívására több tervező, vasútvillamosítási és üzemeltető szakember is részt vett.

A mérési eredmények:

	Mért nyomaték (kNm)	Előírt nyomaték (kNm)
Repesztő:	257,74	175,0
Tönkremenet:	375,14	298,0

A törési jegyzőkönyvben rögzített eredmények alapján

az oszlop megfelelő, mint repesztő, mint tönkremeneteli igénybevételi nyomaték szempontjából.

A pörgetett betonoszlopok alapozása a MÁV-nál rendszeresített hasáb típusúak. Az oszlopalap vasalása:

- A betonalapban 2 db radiál vasalás van, amely 900 mm átmérőjű, periodikus Ø16 mm acélból készül:
- az alsó vasalást – az oszlop alsó síkjától felfelé 100 mm-rel,
- a felső vasalást – a betonalap felső síkjával párhuzamosan és alatta 100 mm-rel kell beépíteni.

Az oszlopok gyártási hossza: 12,0 m. Az alapok a tervezés szerinti tömörített szerelő betonra elkészített, munkagödörbe elhelyezett 0,7 x 0,7 x 0,1 m méretű nyomólapra kerülnek felállításra az oszlop süllyedés elkerülésére.

A pörgetett betonoszlopokra kerülő szerkezetek gyártási rajzait a tervcsomag tervjel, szám, verzió és megnevezés szerint tartalmazza.

A tervek számozása:

a HR-Sk-01-01-00 számtól

a HR-Sk-01-11-00 számig terjed.

*A feszítóművek, amelyek egyben a zuhanásgátló feladatát is ellátják*

A feszítőerő áttétele 1:3, míg a jelenleg használt feszítóműnél 1:2, tehát itt kevesebb a feszítősúlyok mennyisége.

Az 1:2 feszítési áttétel 1:3 arányra módosulásával, fél hosszláncba az 1:2 áttételnél 32 db, az 1:3 áttételnél csak 22 db súlyra van szükség.

Erőtani szempontból szükséges volt az oszlop lehorgonyzást két sodronyos kivitelben készíteni.

Az oszlopokra felszerelésre kerülő tartókra 2 db Ø20 mm méretű köracél az idomacél magassági mérete szerinti hosszban, hegesztéssel kerül rögzítésre, egymástól 120



7. ábra: Feszítő és zuhanásgátló berendezés BM 20 tip. pörgetett acél-beton oszlopon.

mm-re. Ezzel biztosítva, hogy nem fekszik fel a tartó az oszlop palástra, hanem a határozott felfekvést a két hegesztett köracél biztosítja. A legkisebb oszlop átmérő esetén is megfelelő a 120 mm távolság, ami azt jelenti, a felszerelt tartósík felülete és az oszlop palást közötti távolság 7,0 mm.

A tervezési és a mérési munkák során megállapításra került a „BM” típusú oszlopok felhasználási területe.

Hosszslánc feszítőmű és zuhanásgátló, valamint a hosszslánc rögzített kihorgonyzás felszerelésére BM 20/12 típusú oszlop kerül felállításra lehorgonyzó alappal.

A lehorgonyzó alapot a húzóerő síkjába kell megépíteni, az oszlop tengelyétől a szerkezeti rajz szerinti távolságba A HR-SK-01-01.1-00 sz. rajz a rögzített hosszslánc kihorgonyzás, oszlopokra kerülő szerelvényeket tartalmazza, a 10 jelű „U” acéltartó és az oszlop lehorgonyzását.

A szakaszolásnál kettős tartószerkezetek a BM 10/12 tip oszlopokra kerülnek felszerelésre.

A hosszslánc rögzített pontjának (fixpont) oszlop típusai: **BM 10/12** lehorgonyzó alappal. A középső oszlop BM 6/12 típusú.

A feszítő berendezést tartó oszlopok belső éle a vágánytengelytől 3,5 m a feszítősúly méretére és a hosszslánc kifutására való tekintettel.

Az oszlopok felállításakor betartandó, hogy a cca 30 mm átmérőjű szellőző nyílás a betonlap felső síkja felett 80-130 mm-rel kerüljön, biztosítva az oszlop belső szelőkészését a légáramlattal.

### Korrózióvédelem

Az acél szerelvényeket, tartókat tartós korrózióvédelemmel, legalább 100 µm vastagságú tűzi horganyzással kell ellátni. Ez vonatkozik a felerősítő kötőelemekre is.

A BM típusú oszlopokkal kerül átépítésére a Püspökladány – Ebes vasútvonal.

A közeli hetekben elkészült Püspökladány – Kaba vonal újjáépített bal vágány felett az új típusú vonali szakaszolások épültek. Egy-egy kép bemutatja az elkészült felsővezeték hálózatot. (Lásd 8...11. ábra)



8. ábra: A hosszslánc feszítőmű a lehorgonyzástól nézve



9. ábra: Elválasztó fázishatár szakaszszigetelés szerelés alatt Karcag és Ebes állomás táplálás



10. ábra: Négyvágányos középállomás (DB, Bajorország, Kinding)

Oszlop típus	Alsó átmérő (mm)	Felső átmérő (mm)	Tömege (t)	Kúposág (%)	Beépítési terület tájékoztató jelleggel
BM 4/12	370	190	1,4	1,5	tartószerkezet
BM 6/12	415	225	1,65	1,5	tartószerkezet + tápvezeték + föld, visszavezető + fényvezető optikai kábel
BM 10/12	460	280	2,0	1,5	fixpont kihorgonyzás + tápvezeték kettős tartószerkezet + tápvezeték
BM 20/12	500	320	2,45	1,5	feszítőmű + tápvezeték
BM 20/12	500	320	2,45	1,5	feszítőmű + tápvezeték

A táblázat összefoglaló az oszlopok fő méreteiről, melyeket az oszloprajzok is tartalmaznak.



10. ábra: Vonali szakaszolás kettős tartószerkezet és fényvezetőszálás optikai kábel BM tip. oszlopon

**Irodalomjegyzék:**

Fahrleitungen elektrischer Bahnen (Siemens, 2014)  
 Furrer + Frey Overhead contact lines  
 RIBE electrical fittings Tension Wheel with integrated Cable Brake  
 Baoji Line Parts Co., Ltd of China Railway Electrification Bureau Group  
 Különböző vasúti és beszállítói honlapok, prospektusok  
 A hazai áramszolgáltatók madárvédelmi ajánlása  
 Csoma András: Vákuum megszakító szakaszkapcsoló  
 Csárdi János: Vasúti villamos felsővezeték. MÁV Tiszt-képző jegyzet  
 Szabó István: Villamos felsővezeték táplálási rendszerek  
 Zimmer József fotói



11. ábra: Feszítő oszlop (BM 20-as típusú) kettős lehorgonyzása (a közdarab is tűzihorgonyzású)

**Vasúti villamosítás hírei**

**RZD International és Irán villamosítási szerződést írt alá**

Az RZD, Orosz vasutak, export üzletága, az RZD International, és az Iszlám Köztársaság Irán Vasutak március végén 1,2 milliárd értékű szerződést kötött 495 kilométert hosszú vasútvonal villamosítására, Garmsar- Teherán – Mashhad fővonalra Incheh Borun-ig a Türmenisztán határáig.

A munka magában foglalja a 25 kV 50 Hz villamosítást, a pálya, a jelzési rendszer, és telekommunikáció felújítását a vonal kapacitásának bővítése céljából. A szerződés tartalmazza a fenntartási eszközök, a villamos-mozdonyok szállítását, valamint a villamos vontatás első évére a technikai személyzet biztosítását.

A munkálatok a tervek szerint négy évet vesz igénybe, és akkor veszi kezdetét, ha a kormány véglegesíti az 1 milliárd euró orosz export kölcsönt, melyet 5 év alatt kell visszafizetni

2,7 százalékos átlagos kamattal.

Egyetértési memorandumot is aláírtak mely szerint az RZD International és a RIA a projektet úgy tekintik, mint az alapját a későbbi együttműködésüknek.

**Tirol és Bajorország összefogott, hogy villamosítsa a határokon átnyúló vonalat**

Az osztrák Reutte németországi Pfronten-Steinachhoz való 16 km-es határokon átnyúló vonal villamosításáról szóló együttes nyilatkozatot szeptember 29-én írta Ingrid Felipe, a tiroli tartományi helyettese és Bajorország belügy- és közlekedési minisztere Joachim Hermann.

A megállapodás értelmében a Tirol 10 millió euróval járul hozzá a 14,3 millió eurós projekthez, a többit a bajor kormány fizeti. A partnerek megállapodtak abban, hogy az Interreg programon keresztül törekednek az Európai Unió finanszírozására, amelynek célja a régiók

közötti együttműködés előmozdítása.

A projekt várhatóan 2020-ban fejeződik be, és lehetővé teszi az óránkénti Garmisch-Partenkirchen-Reutte és Pfronten-Steinach közötti villamos vontatású szolgáltatás kiterjesztését. Tervezik a müncheni Pfronten-Steinach-on keresztül történő áthaladást is.

**A Balfour Beatty nyerte a Bristol – Cardiff villamosítási szerződést**

A Balfour- Betty augusztus végén bejelentett, hogy a Network Rail őket bízta meg a Great Western Main Line vonalon, 64 vágány-kilométer kivevő, Bristol Parkway és Cardiff közötti vonalszakasz villamosításával. A munkálatokat már megkezdték, és a tervek szerint 2018 év végére be is fejezik.

A tervezés során a legújabb technológia, és innováció eredményeit használják, és a kivitelezés csúcs idejében akár 300 munkást is dolgozik.