



**CSÁRÁDI JÁNOS**

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

**A nagyvasúti villamos vontatás szerepe és jelentősége a világban  
(Kandó Kálmán születésnek 150. évfordulójára emlékezünk)**

**Összefoglaló**

Kandó Kálmán születésnek 150. évfordulója okán ideje végiggondolni hol tart ma a vasúti villamos vontatás. A magyar vasúti villamos vontatás 2019-ben már 108 éves múltra tekinthet vissza. Kandó Kálmánnak és kortárs feltalálóinak hála a magyar vasút villamosítás a múlt század húszas éveitől kezdve jó irányba fordult. Nem köztudott ezért fontos hangsúlyozni, hogy Kandó Kálmán egy fázisú ipari frekvenciás (50Hz) villamosítási rendszere révén a magyar vasút évtizedekkel megelőzte Európát, amikor az 1920-as években meghozta azt a döntést, amelynek eredményeképpen Magyarországon egyfázisú ipari frekvenciás vasúti villamos vontatást vezetett be. Fontos emlékeztetni arra is, hogy a francia vasút, az SNCF csak 1955-ben döntötte el, hogy a jövőben kizárólag 25kV 50Hz-el villamosítja vasútvonalait. Kétségtelen, hogy az ipari frekvenciás magyar úttörő út hosszú és küzdelmekkel tarkított volt – ám kihasználva a technikai fejlődés új és újabb vívmányait – végül is eljutottunk a napjaink aszinkron (szinkron) vontatómotoros, jó hatásfokú energia visszatápláló fékezésre és igen hatékony vontatási energia felhasználásra képes villamos vontatójárműveihez.

Nyilvánvaló, hogy a gyorsan fejlődő közúti motorizációval lépést tartani – az új kihívásokra sikeres választ adni – csak a korszerű villamosított vasúti vontatással van esélyünk

A szerző felidézi és bepillantást nyújt az elmúlt több mint száz évre, a Kandó-féle váltakozó áramú vasúti villamos vontatás fejlődés történetébe és feleleveníti a magyar vasút-villamosítás fontosabb állomásait.

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

**Die Rolle und die Bedeutung der Vollbahntraktion in der Welt**  
(Wir gedenken des 150. Geburtsjahrs von Kandó, Kálmán)

**Zusammenfassung**

Die 150. Jahreswende von Kandó Kálmáns Geburt begründet einen kurzen Überblick über den heutigen Stand der elektrischen Vollbahntraktion. Vor 108 Jahren startete die elektrische Vollbahntraktion in Ungarn. Dank Kandó Kálmán und seinen Inventor-Zeitgenossen hat ab den 20-er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Elektrifizierung der Bahnen in Ungarn den richtigen Weg gewählt. Da es nicht allgemein bekannt und deshalb zu betonen ist, wonach die Ungarische Staatsbahnen durch die von Kandó, Kálmán vorgeschlagene Vollbahnelektrifizierung mit Industriefrequenz (50Hz) um Jahrzehnte vor Europa ging, als sie in den 1920-er Jahren die Einführung der Bahnelektrifizierung mit Einphasen-Industriefrequenz beschlossen hat. Es ist wichtig zu bemerken, dass die Französische Staatsbahn (SNCF) erst im Jahre 1955 entschied, in der Zukunft ihre Eisenbahnstrecken ausschließlich mit System 25 kV 50 Hz zu elektrifizieren. Zweifellos war der durch Ungarn eigeschlagener Weg mit Heranziehen der Industriefrequenz lang und mit Kämpfen belastet, aber durch kontinuierliche Ausnutzung der letzten/neuesten Errungenschaften der technischen Entwicklung entstanden die heutzutage eingesetzten elektrischen Traktionsfahrzeugen mit Asynchron-/ (Synchron-)fahrmotoren mit Nutzbremse guten Wirkungsgrades und sehr effizienten Energieverbrauchs.

Es ist offensichtlich, dass für einen Schritt halten mit der sich schnell zunehmenden Motorisation des Straßenverkehrs – um den neuen Anforderungen gerecht zu werden – nur ein modernes elektrisches Traktionssystem Chancen bietet.

Der Autor lässt Erinnerungen und Einblicke in einen Zeitraum über 100 Jahre, in die Entwicklungsgeschichte des Kandó'schen Wechselstrom-Vollbahnsystems aufleben, und die wichtigsten Stationen der Vollbahnelektrifizierung in Ungarn neu beleben

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

**The Role and the Importance of the Main Line Electric Traction in the World**  
(We Remember the 150th Anniversary of Kálmán KANDÓ's Birthday.)

**Summary**

The 150th anniversary of Kálmán KANDÓ's birthday offers a good opportunity to think over where the railway electric traction goes nowadays. The Hungarian railway electric traction has already 108 year history in 2019. Thanks to Kálmán KANDÓ and his coeval inventors, the Hungarian railway electrification turned into a good direction in the second decade of the last century. It is not well known, therefore it is important to emphasize that the Hungarian railways precedes the European railway companies by decades, when decided to invent the single phase 50 Hz industrial frequency catenary system. The SNCF made the decision to apply exclusively the 25kV 50 Hz system only in 1955. No doubt, the Hungarian pioneer way on the road to the application of industrial frequency was long and full of struggles, but utilising the technical development's newer and newer inventions, we got to the efficient, induction motor electric locomotives of nowadays which can feed back the energy to the catenary system in case of electric braking. It is obvious, we have the chance to keep the step with the fast-developing road transport and to answer to the new challenges only with the modern electric traction systems. The author recalls the more than 100 years of the electric traction system development and the history of the Kandó system mentioning the important stations of the Hungarian railway electrification.

**150 ÉVE SZÜLETETT KANDÓ KÁLMÁN A KORSZERŰ VILLAMOS VONTATÁSI RENDSZER ATYJA**

Az ünnepelt szakmai pályafutása röviden.

Kandó Kálmán 1869. július 8-án született Pesten. Gépészmérnöki oklevelének megszerzése és külföldi tanulmányútjai után 25 évesen

Budapesten a Ganz gyár villamos osztályára került, amit Zipernowsky Károly vezetett.

1894-ben megkezdtek a háromfázisú, indukciós motorok hazai gyártását, ennek szervezésére és lebonyolítására felkérték Kandó Kálmánt, aki francia tapasztalatai alapján néhány hónap alatt meghonosította a háromfázisú indukciós motorok gyártását, a nevéhez köthető a forgóáramú

többfázisú áramrendszer bevezetése.

Olaszországi munkáinak 1915-ben a Monarchiának szóló olasz hadüzenet vetett véget. Kandó hazatérte után fogalmazta meg azt az azóta világszerte elfogadott alapelvet, amely szerint a nagyvasutak villamosítása akkor igazán gazdaságos, ha azok a szabványos periódusú országos villamosenergia-rendszerhez kapcsolódnak. Kandó Kálmán tech-



Kándó Kálmán

nikatörténeti jelentőségű érdeme, hogy az általa megalkotott egyszerű felépítésű és jó hatásfokú fázisváltós villamos mozdonnyal megvalósítható lett e korszakalkotó jelentőségű alapelv. Ennek alapját az általa 1916-ban feltalált és szabadalmaztatott szinkronfázisváltó képezte, mely lehetővé tette, hogy az 50 Hz-es egyfá-

zisú felsővezetékéről táplált villamos mozdonyok meghajtására továbbra is a háromfázisú mozdonyoknál már jól bevált indukciós motorok legyenek felhasználhatók.

**BEVEZETÉS:**

A Kándó évforduló jó alkalmat kínál arra, hogy felidézzük az európai vasutak villamosítását, eltérő útjait. A villamosítás alapkérdése, több mint 100 évvel ezelőtt az volt, hogy egyenáramú, vagy váltakozó áramú legyen-e a villamosítás? Ismert tény az egyenáramú soros vontatómotor nagyvasúti célra történő felhasználásnak alkalmassága, adódott tehát a lehetőség ennek a vontatómotoroknak az alkalmazására és ezért több vasút az egyenáramú villamosítási rendszerrel választotta. A nagyobb sebesség és növekvő vonattömegek miatt szükségessé vált a vontatási teljesítmény növelése, amelynek azonban az 1,5 vagy 3 kV-os egyenáramú feszültség akadályja lett, az egyená-

ramú rendszereket választó vasutak ma már korlátozni kényszerülnek a felsővezetékéről felvehető teljesítményt és ezzel a szükséges nagyobb teljesítményű és sebességű közlekedésének gátat szabott a felsővezetékéről felvehető, és a mozdonyba bejuttatható villamos energia. (Szerk. megjegyzése: Külföldi egyenáramú vontatásokat megfigyelve feltűnhet a szemlélődőnek a mozdony két áramszedőjének együttes használata. Némi villamosságtani ismeret birtokában könnyen beláthatjuk, hogy az egyenáramú villamos vontatás esetében a két áramszedő együttes használata igen csak szükséges gyakorlat és követelmény. Az egyenáramú vontatás üzemeltetőjének szükségszerűen rosszabb energiaátviteli hatásfokkal és többlet karbantartási költséggel kell szembesülnie, mint a váltakozó áramú 15, vagy 25 kV-os vontatási rendszer üzemeltetőinek.) Az egyenáramú rendszerű vontatás nagyobb áramerősségei mindig na-

Villamos vontatójármű	Névleges teljesítménye egyenáramú vontatáskor	Névleges teljesítménye váltakozó áramú vontatáskor
Vectron	5200 kW	6400 kW
TRAXX	4200 kW	5600 kW
PRIMA 2	5000 kW	6400 kW

1. táblázat

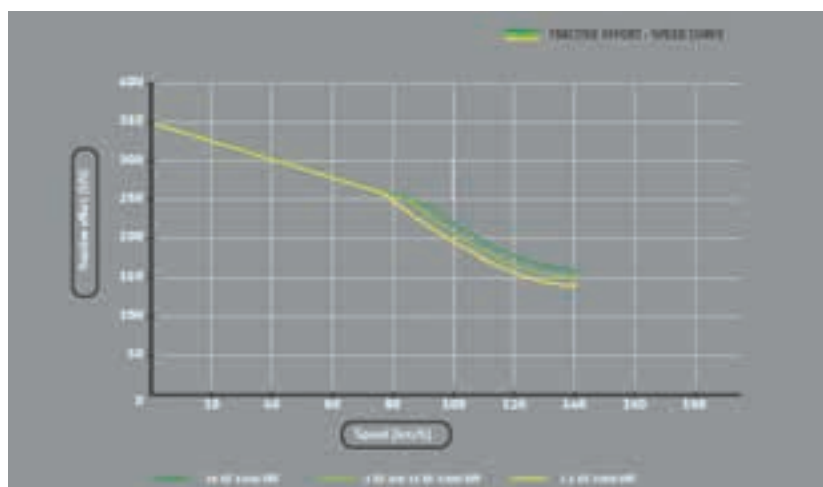
gyobb kihívás elé állították a gyártókat és az üzemeltetőket a váltakozó áramú vontatási rendszerhez képest és a nagyobb vontatási energiaveszteségek sem kerülhetők el.

Az 1. táblázatban bemutatunk néhány ún. multi-rendszerű, korszerű villamos vontatójárművet, amely egyen- és váltakozó áramú felsővezeték hálózat alatt is üzemelni képes. Látható, hogy a táblázatban felsorolt vontatójárművek kerekein leadható vontatási teljesítmény az egyenáramú rendszerben lényegesen kisebb, mint a váltakozó áramú vontatási üzemben.

A következő 1. ábrán egy korszerű Prima II mozdony vonóerő és sebességgörbéjét mutatjuk be. Az ábrán markánsan elválík ugyanannak

a mozdonynak a 25 kV-os 50 Hz-es és az egyenáramú vontatáskor hasznosuló vontatási teljesítménye és az

egyenáramú vontatás kisebb, az ábrán sárgával jelölt vonóereje, ez is a váltakozó áramú vontatás előnyét igazolja.



1. ábra: Prima II. vonóerő-sebességgörbék

Ha a felsővezeték hálózatokban elvesző meddő energiát is figyelembe vesszük és e tekintetben is összehasonlítjuk az egyenáramú és a 25kV-os 50Hz-es vontatást, az utóbbi energetikai előnye szembetűnő lesz.

## ELŐZMÉNYEKRŐL:

Edison és Tesla vitája az egyen- és a váltóáram használhatóságáról

tudománytörténeti tény. Edison az egyenáram Tesla a váltóáram mellett kardoskodott. Kettőjük szakmai vitáját, párharcat manapság az áramok harcának nevezik. A maga korában Edison volt az erősebb az ipari lobbis elsősorban mögötte állt, ám az idő Teslát igazolta. Amikor fontos volt a költséghatékonyság, mint pl. az 1894. évi San Francisco-i vilákiállítás vilá-

gítási tenderének győztese Weastinghaus lett Teslával szövetkezve.

Hasonló vita zajlott le a vasutak villamosítási rendszerének megválasztása körül is. Az egyes európai országok az 2. táblázat szerinti rendszerben kezdték meg a vasúthálózatok villamosítását.

Egyenáramú (DC) rendszerek		Egyenáramú (DC) rendszerek	
750 V DC, 1500 V DC	3000 V DC	15 kV 16 2/3 Hz AC	16 kV 50 Hz AC
Egyesült Királyság	Spanyolország	Ausztria	Magyarország
Írország	Olaszország	Németország	
Franciaország	Belgium	Svájc	
Hollandia	Lengyelország	Svédország	
	Csehszlovákia	Norvégia	
	Szlovénia		
	Oroszország		

2. táblázat

Hazánk a váltakozó áramú villamosítási rendszeren belül egyedüli volt. Kifejlesztette az ipari frekvenciájú vontatási rendszerét. Ez oly annyira sikeresnek bizonyult, hogy 1943-ban a MÁV szakemberei sikeresen el tudták hártani a németek azon törekvését, hogy álljunk át az ő 16 2/3- Hz-es rendszerükre.

Idézet a cikkből: „Az RB 16 2/3 periódusú árammal táplált fővasút üzemének tanulmányozására kiküldött vegyes bizottság beszámoló jelentésének felterjesztése.”

### A hivatkozott felterjesztés részlete:

- „d./ 50 periódusú vasútvillamosítási rendszernél a vasutat csak olyan hányadban terhelik az erőmű és a távvezeték létesítésének költségei, mint bármely más nagyfogyasztót, ezért a tőkeszükséglet sokkal kisebb és a villamosítás gazdaságos lesz olyan kisebb forgalmi sűrűségű vonalakon is, amelyek 16 2/3 periódusú rendszernél még szóba sem jöhetnek.
- e./ Az 50 periódusú rendszer további alkalmazásánál országunk iparosodása és fővonalaink villamosítása, valamint az országban olcsó

villamos energiával való ellátása egyenlően indulhat fejlődésnek.

f./ Az üzembiztonság és ezzel együtt az energia ellátás folytonossága lényegesen kedvezőbb az 50 periódusú rendszernél a nagyobb számú együttműködő erőművek miatt.

g./ A 16 2/3 periódusú rendszernél az erőművi és állomási berendezések nagyobbak, nehezebbek, a külön, csak vasúti energia ellátást szolgáló távvezeték pedig hosszabb és ezek együttvéve drágábbak, mint az 50 periódusú rendszernél.

h./ A német birodalmi vasutak villamos mozdonyai tengelynyomásuk miatt csak pályáink átépítése után volnának átvehetőek, szükségük mutatkoznék tehát 16 2/3 periódusú rendszerben is új típusú kisebb tengelynyomású villamos mozdonyok kifejlesztésének.

i./ A 16 2/3 periódusú kommutátoros motorok helyiérdekű és gyorsvasutak részére kevésbé alkalmasak, hiszen az RB maga tért át az egyenáramra a berlini és legutóbb a hamburgi gyorsvasúton.

j./ A vasúti energia elosztó vezetékvaltozatnak különválasztása az ország

villamosenergia hálózatától éppen az u.n. „Verbundwirtschaft” (villamosenergia-kooperáció – szerk. megj.) elvével erősen ütközik.”

A jelentés további fontos érve az ipari frekvenciás vasút villamosítás mellett.

„A kérdés mérlegelésénél még azt is figyelembe kell venni, hogy magában Németországban is az „Energie Verbundwirtschaft” érdekében egyrészt az ipar nevében a Siemens és a Krupp cégek, másrésztől valamennyi közcélú villamos energiatermelő, illetőleg ezek érdekképviseleti szervei az 50 periódusú vasútvillamosítási rendszer hívei”

„Tisztelettel javasoljuk ezért Nagyméltóságodnak, hogy a vasútvillamosítás által elérhető előnyök biztosítása és kihasználása céljából az e célra szóba jövő fővonalaink további villamosításához szükséges munkálatok mielőbb megindíttassanak, és hogy az 50 periódusú rendszer továbbfejlesztését, illetőleg tökéletesítését célzó törekvéseinket továbbra is határozott támogatásban részesíteni szíveskedjék.

Budapest, 1943. évi április hó 21-én.

Az igazgatóság elnöke:  
Dr. Imrédy s.k.”

(Lásd bővebben Mezei István írását, megjelent a Vasútgépészet 2010. évi 1. számában.)

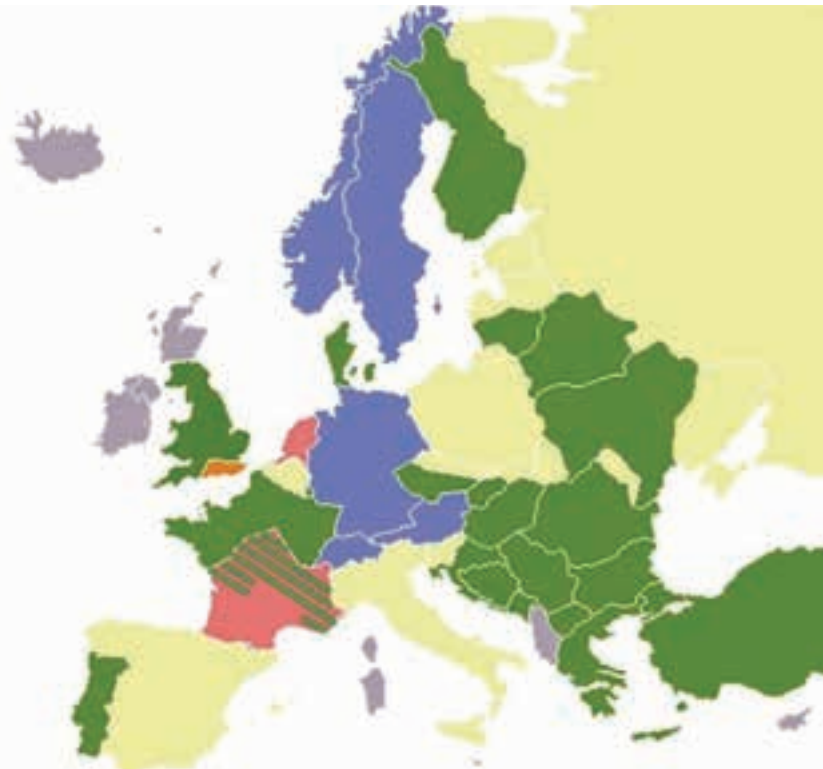
Azóta a Kandó Kálmán kezdeményezte ipari frekvenciás villamosítási rendszer terjedése megállíthatatlan. A 16 kV-os felsővezeték feszültségét 1962 után villamosított MÁV vonalaknál 25 kV-ra növelték. A villamosítást később kezdő országok már ezt a rendszert vették át. Napjainkban az „egyenáramú országok” is ebben a rendszerben végzik a nagy teljesítményigényű, nagysebességű vasúthálózatuk villamosítását. (Szerk. megjegyzése, ha egy uniós ország uniós támogatású beruházással villamosítani tervezi, akkor ezt csak 25 kV, 50 Hz-es rendszerben támogatja az EU.)

Nem kizárt, hogy a nagysebességű és teljesítményigényű közlekedés elterjedése a vontatási teljesítmény és alállomási kapacitás növelését igényli és a jó hatásfokú energiaátvitel érdekében a jövőben 25 kV-ot meghaladó felsővezeték feszültség alkalmazására is sor kerülhet. (Szerk. megj.: Emlékezzünk 2007. április 4-ére, amikor a francia vasút új Párizs-Strasbourg közötti nagysebességű vonalán a TGV POS kísérleti vonat 574,8 km/h-s sebességi világrekordhoz a vonalon a felsővezeték feszültségét 25 kV-ról 31 kV-ra emelték fel. Így volt biztosítható az, hogy a sebességrekord kísérlethez a TGV POS 19600 kW-nyi vontatási teljesítményét a felsővezetékéről a mozdonyra biztonsággal átvigyék.)

### VASÚTVILLAMOSÍTÁSI RENDSZEREK EURÓPÁBAN

A 2. ábra térképén a Kandó-féle villamosítási rendszert zölddel jelöltük.

A térképen nincs jelölve, de a nagysebességű vonalakat Franciaországban, Spanyolországban és



2. ábra: Villamosítási rendszerek Európában

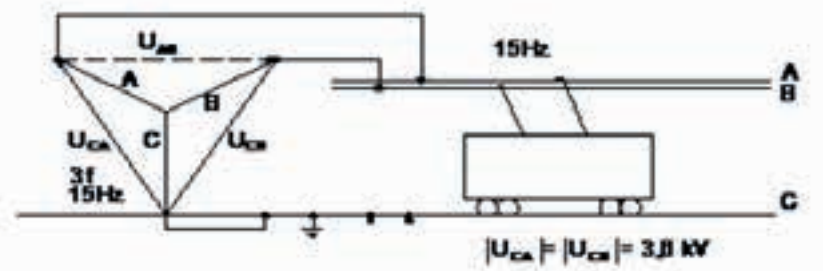
Olaszországban egyaránt 25 kV, 50 Hz rendszerrel villamosították és villamosítják.

#### Kandó Kálmán villamosítási sikerei Olaszországban:

A Ganz gyár – és Kandó Kálmán – első nagy megrendelése a 106 km hosszú Valtellina vasútvonal villamosítása volt. A villamosítási mun-



A 2. ábra térképének magyarázata.



3. ábra: A 3 fázisú villamosítás sémája

kát 1898-ban vállalták el és 1902-ben fejezték be. 3000 V 15 Hz frekvenciájú háromfázisú – két munkavezeték + sín – áramellátási rendszert építettek ki az Alpokból lefutó Adda folyó vízenergiájának kinyerésével.

#### Valtellina vasútvonal villamosítása:

Kandó a Valtellina vasútvonal villamosítását 3 fázisú váltóáramú rendszerrel valósította meg.

A Valtellina vasútvonalra az első mozdonyokat a Ganz gyár készítette.



4. ábra: A képen az E550, amely egy Kandó által tervezett és a Ganzban gyártott ötcsatlós „Giovi” vagy „Cinquanta” mozdony.



5. ábra: Az E330 Trenta gyorsvonati villamos mozdony



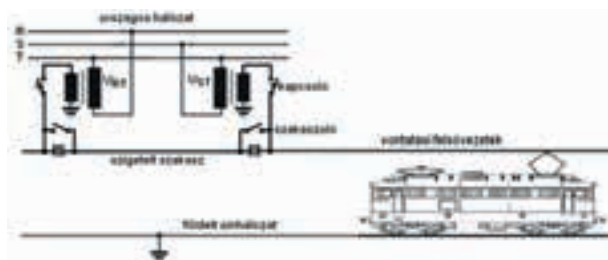
6. ábra: Az 1912-ben villamosított 1000 mm-es nyomtávú Tátrai villamosvasút Ganz gyártmányú TEVD 22 sorozatszámú motorkocsija



7. ábra: 1923-ban 15 kV-tal villamosították a Budapest Nyugati pu. - Dunakeszi-Alag vonalat, a próbákat a VM 5 típusjelű E tengelyrendezésű villamos mozdollyal végezték. 1928-ra átépítették, a próbamozdony a MÁV-tól a V 50.001 pályaszámot kapta.



8. ábra: A módosított V50.001 pályaszámú kísérleti mozdony fázisváltója ipartörténeti emlékként fennmaradt. 2011-óta az Óbudai Egyetem józsefvárosi campusának felújított udvarán tekinthető meg.



9. ábra: A hazai villamosított vasútvonalak táplálása

A 3. táblázat a Valtellinára készített Ganz gyártmányú mozdony fő paramétereit tartalmazza.

A váltakozó áramú vontatás olyanira sikeresnek bizonyult, hogy az olasz kormány magyaránú további vasútvonal villamosításokba fogott, de a hazai ipar védelmében előírta, hogy a villamos berendezéseket és járműveket Olaszországban kell gyártani.

Az E550 volt Kandó Kálmán legnagyobb, 186 darabszámban gyártott mozdonya.

Abban az időben ennek a mozdonyoknak volt a legjobb a világon a teljesítmény/tömeg aránya.

(100 km/óra, P=2000 kW, saját tömege 73 tonna volt és 16 db készült belőle)

Kandó 3 fázisú villamosítási rendszerét a szellemi és gyakorlati előzmények ellenére az olaszok büszkén „Sistema italiano”-nak nevezték.

**A MAGYARORSZÁGI VASÚTVILLAMOSÍTÁS KEZDETEI**

A 4. táblázat a vontatójárművek áramellátásának sokféleségét hivatott bemutatni: egyenáram, váltakozó áram, három fázis, egy fázis, sokféle feszültség, sokféle frekvencia. Ebben a táblázatban bemutatjuk Kandó munkásságának első jelentős eredményét, a Valtellina vasút egyedülálló villamosítási rendszerét is.

A 9. ábra a villamosított vasútvonalak táplálását ábrázolja és az országos távvezeték hálózathoz kapcsolódását mutatja.

A magyar kormány 1928-ban döntött arról, hogy a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalat a Kandó-féle rendszerrel villamosítja.

A 187 km hosszú vasútvonalon 4 állomást építettek:

- Torbágy,
- Bánhida (ma Tataháza),
- Nagyszentjános,
- Horvátkimle

A magyar vasútvillamosítás kezdetei, az útkeresés éve				
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1902		Valtellina vasút	1902-1928 3 x 3 kV 15 Hz 3 fázisú	Olaszország, de Kandó Kálmán révén magyar tervezés
1909		Trencsén-Téplai (Hóási) - Trencsénfőpály	1909-1942 750 V DC 1942-1984 950 V DC 1984- 600 V DC	760 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút. Trianon után Csehszlovákiává lett
1911	71, 72	Rákospalota-Úpest - Veresegyház - Vác. Veresegyház - Gődöb	1911-1924 12 kV 18 2/3 Hz 1924-1940 12 kV 18 2/3 Hz 1940-1945 12 kV 18 2/3 Hz	A villamos felsővezeték a második világháborúban tönkrement. A 71-es vonal újvillamosítása 1990-ben történt meg.
1912		Pöpröd - Ótátrány - Csorbató	1908-1912 550 - 650 V DC 1912-1969 1650 V DC 1969- 1500 V DC	1000 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút. Trianon után Csehszlovákiává lett
1912		Ótátrány - Tátalomnic	1908-1912 550 - 650 V DC 1912-1969 1650 V DC 1969- 1500 V DC	1000 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút. Trianon után Csehszlovákiává lett
1914		Bécs - Pozsony HÉV (P.O.H.E.V.)	1914-ig 600 V DC 15 kV-os, 16 2/3 Hz 550 V DC	Bécs nagyvállalkozásának - Gross-Schwechat - Gross-Schwechat - Köpcsegy - Pozsony
1923	78	Budapest-Nyugati pu.-Dunakeszi-Alag	1923-1935 12,6 kV 42 Hz 15 kV 50 Hz 16 kV 50 Hz	Iszvátelektről táplálva, VM 5 gyári típusjelzésű villamos mozdonyokkal

4. táblázat

A magyar vasútvillamosítás folytatása Kandó munkássága nyomán				
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1932	1	Budapest-Keleti-Komárom	1970-72-ig 16 kV 50 Hz	
1934	1	Komárom-Hegyeshalom	1970-72-ig 16 kV 50 Hz	
1956	80a	Keleti pályaudvar-Hatvan	1963-ig 16 kV 50 Hz	Már eleve 25 kV-os szerelvényekkel épült
1959	80	Hatvan-Vámosgyörk	1964-ig 16 kV 50 Hz	
1961	80	Vámosgyörk-Füzesabony	1965-ig 16 kV 50 Hz	
1962	80	Füzesabony-Miskolc-Tiszai	25 kV 50 Hz	
1965	12	Tatabánya-Oroszlány	25 kV 50 Hz	
1966	80	Miskolc-Tiszai-Mezőzombor	25 kV 50 Hz	
1967	100	Szerencs-Nyiregyháza	25 kV 50 Hz	
1967	100	Nyiregyháza-Záhony	25 kV 50 Hz	
1968	100a	Budapest-Cegléd	25 kV 50 Hz	
1969	100a	Cegléd-Sajó	25 kV 50 Hz	
1970	100	Sajó-Nyiregyháza	25 kV 50 Hz	
1971	70	Budapest-Szob államhatár	25 kV 50 Hz	
1971	82	Miskolc-Tiszai-Sajócecegy	25 kV 50 Hz	
1972	11	Komárom-Dél-Komárom-Északi	25 kV 50 Hz	Érsekújvártól már 1969. szept. 27-én átadták
1973	120a	Budapest-Szolnok	25 kV 50 Hz	
1974	120	Szolnok-Lókosháza	25 kV 50 Hz	
1975	82	Hatvan-Ujszász	25 kV 50 Hz	
1975	87a	Füzesabony-Eger	25 kV 50 Hz	
1976	1	Hegyeshalom-Hegyeshalom államhatár	15 kV 16 2/3 Hz	
1978	150	Budapest-Kunszentmiklós-Tass	25 kV 50 Hz	
1978	16	Hegyeshalom-Rajka	25 kV 50 Hz	1978-tól Rajka közös szolgáltatás üzemeltetésű állomás. Az államhatárig 1991-ben villamosították

5. táblázat



10. ábra: A torbágyi állomás látképe 1937-ben.

A 25 kV 50 Hz-es vasútvillamosítás folytatása				
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1978	18	Hegyhátsági-Móvasonal	25 kV 50 Hz	
1979	156	Komárom-Tess-Kelács	25 kV 50 Hz	
1980	150	Kelács-Államhát és Kiskunhalas-Debrégeny	25 kV 50 Hz	
1980	155	Kiskunhalas-Kiskunméggyhaza	25 kV 50 Hz	komáromi és Jegenyén közti ábrufogás szára ábrufogott rendszerrel
1980	142	Cyprus-Kiskunméggyhaza	25 kV 50 Hz	
1981	45, 60	Gyékényes-Gyékényes-Államhát	25 kV 50 Hz	ábrufogás, 2. világháti szarvát ábrufogott
1982	140	Kiskunméggyhaza-Szeged	25 kV 50 Hz	
1983	40	Budapest-Sárbogárd	25 kV 50 Hz	
1983	30a	Budapest, Déli pályaudvar-Kelenföld	25 kV 50 Hz	
1983	82	Sajószécsény-Kálmánfalva	25 kV 50 Hz	
1984	40	Sárbogárd-Dombóvár	25 kV 50 Hz	
1984	85	Vámgyőrné-Gyöngyös	25 kV 50 Hz	
1985	40	Gödöllő-Pécs	25 kV 50 Hz	
1985	87	Eger-Eger-Fehéret	25 kV 50 Hz	
1987	8	Győr-Sopron	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
1988	8	Sopron-Sopron-Államhát-Ebenfurt	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
1988	40	Dombóvár-Gödöllő	25 kV 50 Hz	
1990	26	Balatonszéchenyi-Keszthely	25 kV 50 Hz	
1991	14	Rajka-Rajka-Államhát-Grószvár	25 kV 50 Hz	
1997	80	Fertőszécsény-Hidacsanak-Államhát	25 kV 50 Hz	
1999	71	Rákospalota-Úpest-Vác-Vác-Vác	25 kV 50 Hz	1911-ben ez volt az ország első villamosított vasútvonala
1999	20	Székesfehérvár-Várpalota	25 kV 50 Hz	
2000	20	Várpalota-Szombathely	25 kV 50 Hz	
2001		Sopron-Sopronkeresztúr	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2002	13	Sopron-Szombathely	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2004	8	Négyes-Fertőszécsény	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2010	23	Sajószécsény-Sóba	25 kV 50 Hz	
2010	21	Szombathely-Szenegyhaza	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2010	16	Csorna-Pogács	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2010	19	Mósonmadszer-Csorna	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2016	17	Szombathely-Zalaszentiván	25 kV 50 Hz	GYSEV villamosította
2018	2	Rákospalota-Esztergom	25 kV 50 Hz	
2019	80c	Mezőzombor-Bátaszékhely	25 kV 50 Hz	

6. táblázat: A Magyar vasúthálózaton befejezett vonalvillamosítások 1978 -2019.

Folyamatban levő és napjainban egyre gyakrabban emlegetett további vasútvillamosítási munkák				
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
2020	101	Püspökladány-Biharkeresztes	25 kV 50 Hz	
2021	135	Szeged -Hódmezővásárhely	25 kV 50 Hz	tram-train rendszer kiépítése
2021	29	Székesfehérvár-Tapolca	25 kV 50 Hz	Szabadbattyán-Balatonfüred
2022	17	Zalaszentiván - Nagykanizsa	26 kV 50 Hz	
	135	Hódmezővásárhely-Békéscsaba-Gyula	25 kV 50 Hz	
	10	Győr-Celldömök	25 kV 50 Hz	
	142	Budapest -Lajosmizse -Kecskemét	26 kV 50 Hz	

7. táblázat: Villamosításra tervezett magyar vasútvonalak



11. ábra: Magyarország villamosított vasútvonali 2018. december 31-i állapot

Az állomások primer oldala a 110 kV 50 Hz frekvenciájú országos hálózathoz kapcsolódott. A szekunder oldal feszültsége 16 kV volt.

### MAGYARORSZÁG VILLAMOSÍTOTT VASÚTVONALAI

A térkép magyarázata:

2018. végére a GYSEV hálózatának 89 %-a, a MÁV hálózatának 36,8 %-a villamosított lett.

A MÁV is folytatja a vasútvonalai villamosítását. Ennek látható eredménye, hogy a 2019. évi vasutasnapra elkészült a Mezőzombor-Sátoraljaújhelyi vasútvonalon a pályaállapot javítása és befejeződött a villamosítás. A 12. ábra térképe ezt az állapotot tükrözi.

Reményeink szerint hamarosan bejelölhetjük a 101. Püspökladány-Biharkeresztes vonalat, mert megkezdődik a villamosítása, hasonlóan az Észak-Baltoni vasútvonal Szabadbattyán- Balatonfüred közötti szakaszának villamosítása is 2022-ig megvalósulhat, majd Tapolcán keresztül Keszthelyig illetve Ukkig folytatódhat. Reményeink szerint a Nagykanizsa- Zalaszentiván közötti vonalra tervezett villamos vontatás üzem felvételével is számolhatunk a következő évtizedben, ugyan úgy villamos vontatású lehet a 142-es vonal Budapest- Lajosmizse közötti szakasza is. Stb.

### A 2 x25 kV 50Hz VILLAMOSÍTÁS MAGYARORSZÁGON.

A kisebb forgalmú vasútvonalak I fázisú 25 kV-os rendszerű villamosításának gazdaságosabb kivitelezésére többek között magyar mérnökök szaktudása irányította rá a figyelmet és lett a hazánkban is alkalmazva a 2x25 kV-os rendszer.

A 2x25 kV-os rendszer magyarországi felhasználásának ötlete a MÁV Gépészeti Főosztályon Fodor Csaba osztályvezető fejében született meg. A honosítás összefogására a Gépészeti főosztályon Horváth Viktort bízta meg, aki villamos energia

ellátással foglalkozó kollégáival ezt megoldotta. Elévülhetetlen érdemeket szerzett e munkában a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola tanára, Bakos István, A Budapesti Műszaki Egyetem Villamosművek tanszék egyetemi tanára Dr. Varjú György, a MÁV Tervező Intézet felsővezeték tervezői, az ERŐTERV tervező gárdája, külön kiemelve Szalai József, és a megvalósítás utáni ellenőrző mérések elvégzésében főszerepet vállaló a Távközlési Erősáramú és Biztosítóberendezési Központ munkatársaként Zsoldos Gyula. Az állomásokot az OVIT, a vezetékhálózatot a MÁV Villamos Felsővezeték Építési Főnökség építette. A rendszerhez az autotranszformátorokat a Ganz Villamosági Művek szállította olyan kiváló kivitelben, hogy a 42 db-ból ez ideig egyetlen hiba sem történt. A Norvég Vasutak a Kiruna-Narvik közötti vonalat Dr. Varjú György és Horváth Viktor javaslatait is felhasználva villamosította.

A 13. ábra a 2 x 25 kV-os villamosítási rendszer sémáját mutatja be.

A 14. ábrán látható magyar tervezésű, ma is korszerű aszinkron hajtásrendszerű villamos motorvonatok 25 évesek.

### ZÁRSZÓ

Ganz, Kandó és mérnök társaik munkásságának máig ható tanulságai

Oly korban éltek és dolgoztak, amikor mérnöki szaktudást és alkotó fantáziát ki tudták bontakoztatni, mert egyértelmű volt a kormányzati akarat, a döntéshozók is vagy szakemberek voltak, vagy hozzáértők véleménye alapján hozták meg döntéseiket.

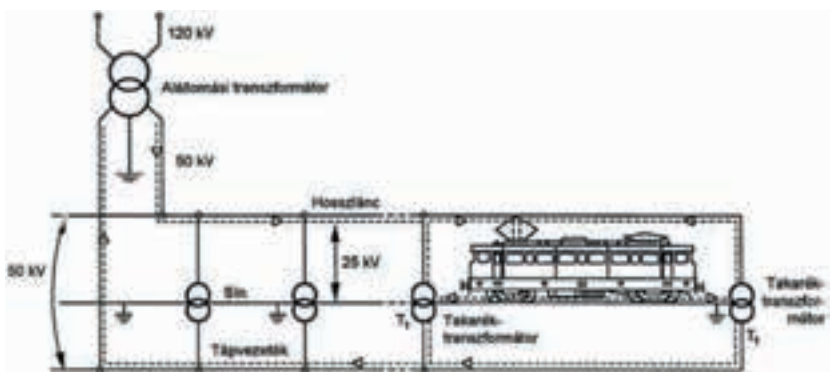
Sajnos ezen a téren a hazai viszonyok sokat változtak. Akkoriban a világ legjobb, legfejlettebb mozdonyát és vontatási rendszerét nálunk fejlesztették ki és vezették be a gyakorlatban, és tőlünk terjedt el világszerte. Ennek mai megfelelője talán a mágneses lebegtetésű vasút lehet, aminek fejlesztésére ma a németek, japánok és kínaiak vállalkoznak.



12. ábra: A magyar vasúthálózat aktuális villamosítottságának helyzete a 2019. július 31-i állapot szerint

2 x 25 kV 50 Hz-es vasútvillamosítás Magyarországon				
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1987	30a, 30	Kelenföld pályaudvar–Siófok	2x25 kV	Szabadbattyántól
1988	41	Dombóvár–Kaposvár	2x25 kV	Kapospulától
1989	30	Siófok–Fonyód	2x25 kV	
1990	30	Fonyód–Balatonszentgyörgy	2x25 kV	
1992	41	Kaposvár–Somogyszob	2x25 kV	
1994	41	Somogyszob–Gyékényes	2x25 kV	
1995	60	Gyékényes–Murakeresztúr	2x25 kV	
1998	30	Balatonszentgyörgy–Nagykanizsa	2x25 kV	
1998	60	Nagykanizsa–Murakeresztúr	2x25 kV	

8. táblázat: 2x25kV-os rendszerben villamosított vasútvonalaink



A 13. ábra a 2 x 25 kV-os villamosítási rendszer sémáját mutatja be.

Ma már, ha nem is a legfejlettebb, de jónak minősíthető, a világon több helyen tömegesen gyártott villamos

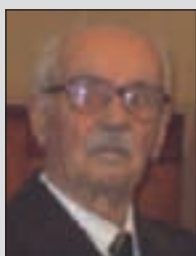
vontatójárművek hazai gyártásának a lehetősége is megszűnt, előállott a külföldről történő vásárlás kényszere.





14. ábra: BVmot, a 25 éve gyártott első magyar aszinkron hajtásrendszerű IC villamos motorvonat

Legyen ezen rövid cikk és tájékoztatás célja az, hogy felhívja a figyelmet múltunk még fellelhető kiemelkedő szellemi és tárgyi emlékeire, azok megbecsülésének fontosságára, és eljövendő vasúti fejlesztéseinket remélhetően kedvezően befolyásoló hatására.



## Trencsényi Zsigmond (1922-2019)

1922. március 9.-én született egy mesebeli kis faluban, a Bihar megyei Hencidán. Szüleivel még gyermekkorában Debrecenbe költözött, ahol alsóbb iskoláit végezte, majd a MÁV Debreceni fűtőházában lett esztergályos ipari tanuló. Az esztergapad mellett készült fel az érettségire, majd az egyetemi felvételire.

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán szerzett diplomát 1950-ben. Tanulmányait vasúti ösztöndíjasként végezte az egyetemen, de mellette párhuzamosan dolgozott az Északi Járműjavítóban is.

1952-től a MÁV Vezérgazgatóság Gépészeti Szakosztályára került, majd 1954-től nyugdíjazásáig a MÁV Vasúttervező Üzemi Vállalatnál, illetve a szervezet átalakítása után jogutódjánál a MÁV Tervező Intézetben dolgozott.

1956-ban a 41. osztály vezetésével bízták meg, majd 1961-1982 között a 4. Gép- és Felsővezeték Tervező Iroda vezetőjeként, irányította a vasút gépészeti

és vasút-villamosítási tervezési munkáit.

Ebben az időszakban az általa vezetett iroda többnyire száz fő feletti létszámmal, öt műszaki osztályba és egy ter Ellenőr csoportba tagozódva rendkívül sokrétű munkát végzett.

Az egység fő feladata a vontatási telepek, járműjavító üzemek és kocsijavító bázisok technológiai berendezéseinek tervezése volt. Az osztályokon készültek a tolópadok, fordítóköröngök, járműemelő, nagy teherbírású daruk, alkatrészszüllyesztők és egyéb gépészeti berendezések engedélyezési és kiviteli szintű tervei. A tervező mérnökök munkájának részét képezték a kivitelezés művezetéssel történő támogatása is.

Irányítása alatt, tevékeny közreműködésével készültek a Záhonyi átrakó-körzet hatalmas gépészeti, technológiai berendezései (Vegyianyag átfejtő telep, Eperjeske Rendező Pályaudvar vontatási létesítményei, Darus átrakó pályaudvar, Ömlesztett tömegáru átrakó, Fényeslitke

kocsijavító, Darabáru átrakó, Forgóváz átszerelő műhely stb.)

Az iroda ezekben az években vasúti járművek tervezésével is foglalkozott. Említésre méltó egy keskeny nyomközű dízel vontatójármű (típusjele C50) terveinek elkészítése, vagy az M62 sorozatú szovjet dízelmozdony honosítási dokumentációjának összeállítása. A vontatott járművek közül pedig az irodán készültek a 63 m<sup>3</sup>-es tartálykocsi, a kéttengelyű élőállat szállító kocsi, a négytengelyű cementszállító kocsi, továbbá különféle speciális vasúti járművek, így a vasúti mérlegpróba szerelvény, a darus terhelési próbakocsi, vagy az úttörővasút részére személyszállító kocsik tervdokumentációi.

Felügyelete alatt készült a MÁV Villamos Felsővezetéki Berendezések Alapszámításai dokumentáció, mely közel ötven évig a hazai villamos felsővezeték tervezés legfontosabb segédlete volt, és melynek korszerűsítése,

átoldozása csak a közelmúltban vált aktuálissá.

Az iroda vezetése mellett tudott időt, energiát fordítani oktatói tevékenységre is. Az 1970-80-as években a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola címzetes főiskolai docenseként a vasút-gépész üzemmérnökök képzésében is részt vett. A „Vontatási telepek üzeme és üzemi berendezései” főiskolai jegyzet szerzője.

Több szakkönyv, szakcikk szerzője önállóan illetve társszerzőként.

Számos kítüntetés tulajdonosa volt.

2011. november 3.-án életmű díjjal ismerték el munkásságát, a Magyar Tudomány Ünnepeén a magyar vasút fejlesztése területén végzett kiemelkedő tevékenységéért megkapta az Magyar Tudományos Akadémia Mikó Imre-díját.

Hobbija a természetjárás volt. Ott volt a Lokomotív Turista Szakosztály 1952-es alapításánál, majd évtizedekig aktív tagja, túravezetője volt a vasutas természetjáró mozgalomnak.

Nemes szabadidős elfoglaltsága volt a borászkodás. Nyugdíjaként Bada-

csonylábdihegyen, szőlőjében töltötte az év nagy részét tavasztól-őszig. Saját készítésű finom borát, saját ízletes, törkölyből párolt pálinkáját sok arra járó régi kedves ismerőse, kollegája, turista társa megköstölhatta.

**Emlékét tisztelettel megőrizzük!**

*Egykori tanítványai,  
munkatársai nevében:*

**Károly István**

## Mezőzomborról – Sátoraljaújhelyre villamos vontatással

A 2019. évi vasutasnap ajándéka volt, hogy elkészült a Mezőzombor – Sátoraljaújhely vasútvonal villamosítása és a pálya felújítása. A villamosítás és a pályafelújítás eredményeképpen ez év szeptemberétől 100km/h sebességgel közlekedhetnek a villamos vontatású, energia és környezetkímélő vonatok jelentősen csökkent menetidővel. A Mezőzombor és Sátoraljaújhely közötti – 46 kilométernyi szakaszt érintő, 23 milliárd forintos – fejlesztés során a villamosítás mellett felszámolták a szűk keresztmetszeteket, megszüntették a lassújeleket. Az utaskomfort emelése érdekében minden állomáson és megállóhelyen korszerű tér-

világítást, modern utastájékoztató berendezéseket telepítettek. Több helyen átépítették a közúti és gyalogos átkelőhelyeket is. Sárospatak és Sátoraljaújhely között, az árvízveszélyes szakaszokon megemelték a töltést. A most átadott villamosításának köszönhetően a MÁV hálózatanak a villamosított szakaszok teljes vasúti hálózathoz viszonyított aránya 36-ról 37,4 százalékra nőtt.

A MÁV tervei szerint a vasút villamosítás folytatódik, jelenleg több mint 100 kilométeren van előkészületben vasúti villamosításra a Szabadbattyán-Balatonfüred, valamint a Püspökladány- Biharkeresztes szakaszon.



## Villamosítják a Graz-Köflach vonalat

Ausztriai Graz – Köflach Vasutak, GKB, bejelentette, hogy a Stájerországban lévő 91 km. hosszú vasúti hálózatát villamosítani kívánja.

A GKB üzemelteti a Graz – Lieboch - Wies-Eibiswald vonalat, valamint a Lieboch – Köflach összekötő vonalat. A GKB hálózata az ÖBB hálózatához Graz, és Wettmannstetten állomásoknál csatlakozik, ez utóbbi a Graz - Klagenfurt vonalon

van, amely ugyancsak a Stájerországban található.

A hálózatot, az Ausztriában szabványos 15 kV. 16,7 Hz váltakozó árammal villamosítják. A munkálatok várhatóan 2021. évben kezdődnek meg, és a 120 millió euró értékű projekt tervezett befejezési ideje 2025. év.

A projekt részeként a Grazhoz közeli 1,2 km. hosszú vonalszakaszt

kétvágányúvá építik ki, és a villamosítás befejezése után, a Wies – Eibiswald, és a Köflach vonalakon bevezetik a harminc percenkénti vonatközlekedést.

Jelenleg a GKB évente 6 millió utast szállít, és reményeik szerint a projekt befejezése után, ezt a számot akár meg is duplázzhatják.