

Közlekedéstechnikai Napok
Akit a mozdony füstje megcsapott
(II. rész)

A villamos vasutak fejlődése
Magyarországon

Előadó: Csárádi János ny. MÁV vezérigazgató,

2018. február 21.

Tartalom

1. [Mikor és miért érdemes egy vasútvonalat villamosítani?](#)
2. [Villamosított vasútvonalak Európában és Magyarországon](#)
3. [A magyarországi vasútvillamosítás kezdetei](#)
4. [A magyar ipar a vasútvillamosítás szolgálatában. Magyar tudósok](#)
5. [A magyar vasútvillamosítás folytatása Kandó munkássága nyomán](#)
6. [Hazai villamos mozdonyok és motorvonatok 1932-től napjainkig](#)
- 7.1. [Vasúti felsővezeték: szerkezetek, értékek, méretek, megnevezések](#)
- 7.2. [Gazdaságossági hatásvizsgálat - acél- vagy betonoszlop](#)
- 7.3. [Korszerű felsővezetéki szerelvények](#)
8. [A MÁV leendő emeletes villamos motorvonata](#)

1.

**Mikor és miért érdemes
egy vasútvonalat
villamosítani?**

1.

A villamos vontatás olcsóbb, mint az alternatívaként számításba vehető dízel vontatás, emiatt kijelenthető, hogy az adott vonal forgalmától függően előbb vagy utóbb megtérül a beruházás.

Ökölszabály, hogy ha egy vasútvonalon irányonként és naponta a forgalom nagysága eléri a 2000 elegetonna kilométert, a vonal villamosításra érett.

2.

Ha a környezet védelme feltétlen prioritást élvez, a (még) nem elégséges gazdaságossági indokok mellett is célszerű a villamosítás mellett dönteni.

Ismert tény, hogy a villamos vontatás a leginkább környezetbarát vasúti vontatási mód.

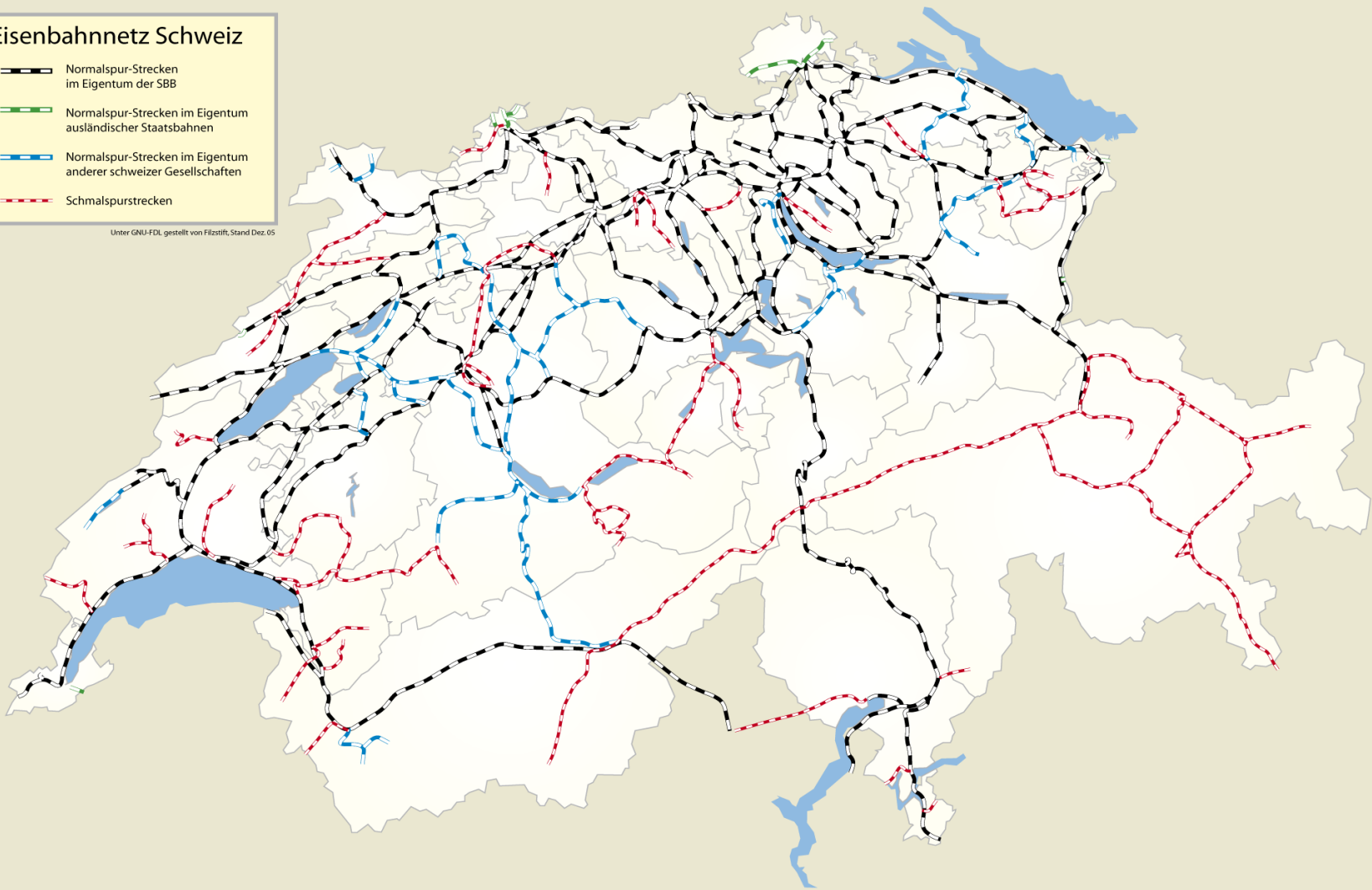
A legkedvezőbbnek tekinthető az alábbi paraméterek tekintetében:

- zajterhelés,**
- rezgésterhelés,**
- légszennyezés és**
- talajszennyezés**

Eisenbahnnetz Schweiz

- Normalspur-Strecken im Eigentum der SBB
- Normalspur-Strecken im Eigentum ausländischer Staatsbahnen
- Normalspur-Strecken im Eigentum anderer schweizer Gesellschaften
- - - - - Schmalspurstrecken

Unter GNU-FDL gestellt von Filzstift, Stand Dez. 05



A svájci vasút gyakorlatilag teljes egészében villamosított. Valószínű, hogy nem minden vonaluk forgalma felel meg a villamosítás gazdaságossági feltételének, de ez az az ország, ahol a környezet védelme abszolút elsőbbséget élvez

3.

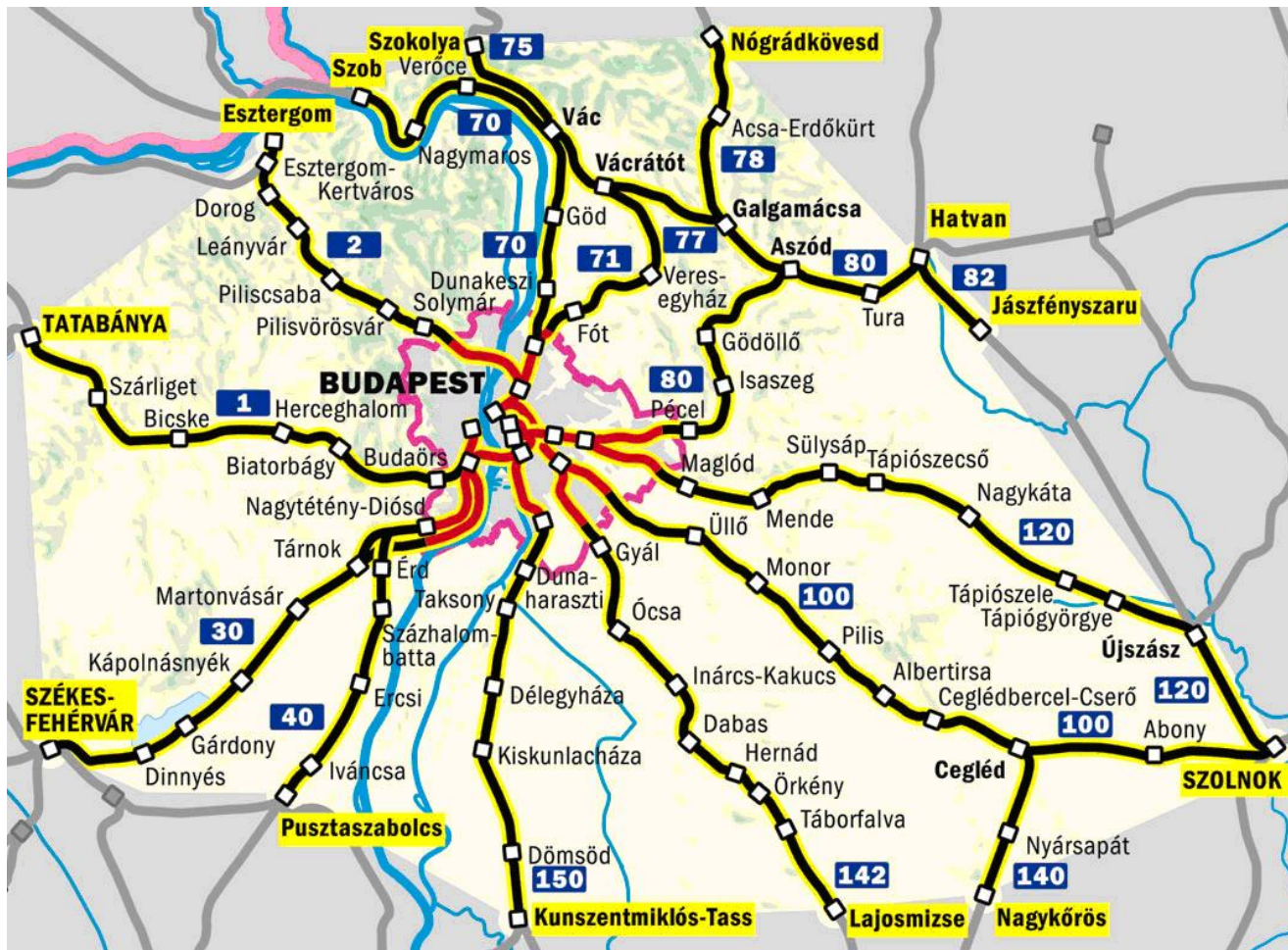
A vasúti közlekedés gazdaságosságát javító tényező, ha minél nagyobb mértékben lehetőség van az eszközpark egységesítésére.

Ennek színtere lehet:

- egy adott közlekedési társaság,**
- egy földrajzi régió,**
- de akár egy egész ország is, mint pl. Svájc.**



Erre a legjobb hazai példa a GySEV. Néhány év alatt átvették a MÁV-tól számos Nyugat-magyarországi vasútvonalat, az első dolguk volt a korszerűsítés, beleértve a villamosítást is. Ezzel ők is közelítenek a teljes villamosítottsághoz



Budapestre 11 elővárosi vasútvonal fut be (a HÉV-ek nélkül). Ezekből 9 villamosított, az esztergomi vonal villamos üzeme küszöbön áll.

A gyér forgalmú 142-es lajosmizsei vonalról nem sok szó esik, de nyilvánvaló, hogy hosszabb távon érdemes villamosítani, mert akkor Budapest térségéből teljes egészében kiküszöbölhetők a dízel járművek, beleértve a környezetszennyező hatásukat is, és a javításukkal, karbantartásukkal összefüggő tevékenységet és infrastruktúrát is

4.

Ha emelt sebességű vagy nagysebességű vonatot kívánunk közlekedtetni bármely viszonylatban, gyakorlatilag csak a villamos vontatás jöhet szóba, függetlenül az elegytonna kilométerek számától.

Fogalommeghatározás:

- Emelt sebességű vasút: 120 - 160 km/óra**
- Nagysebességű vasút: > 160 km/óra**



Siemens Desiro motorvonat



M63: 130, ill. 160 km/óra sebességű volt, de 1990-ig selejtezték az összeset



ÖBB és GySEV 5407 sor motorvonat

**A dízelvontatás jellemző sebességhatára 160 km/óra, de ma már készítettek 200 km/óra sebességű dízel járművet is (Stadler).
Hazánkban ma a leggyorsabb dízel járművek 120 km/óra sebességűek**

5.

Ha a pályasebesség növelésére nincs mód, a menetidő csökkentése akkor is lehetséges, mert a menetidő nemcsak a nagyobb sebességgel, hanem magas energiadotációjú járművek jól kontrollálható, a tapadási határt közelítő gyorsulásával is elérhető.

Erre gyakorlatilag csak a villamos vontatás jöhet szóba, függetlenül az elegytonna kilométerek számától, és elsősorban elővárosi, gyakran megálló vonatok esetén.



Darab	123
Gyártásban	2006 - 2015
Tömeg	124 t
Teljesítmény	2600 kW
Sebesség	160 km/ó
Gyorsítás / fékezés	1,3 / 1,3 m/s²
Ülőhely	200 + 11
Állóhely	164 (3 fő/m²)

Erre jó hazai példa, hogy a korszerű villamos motorvonatok változatlan pályasebesség mellett is lehetővé tették a menetidő csökkentését.



A Stadler által gyártott négyrészes Flirt motorvonat

6.

Ha előfordul olyan vonat, ami részben villamosított, részben dízel üzemű pályán halad, az időigényes gépcserék kiküszöbölése érdekében a forgalom nagyságától függetlenül a villamosítás nyújthat megoldást.

7.

Tram-train rendszer

Elsőként Németországban ismerték fel, hogy törekedni kell arra, hogy az utasokat átszállás nélkül, háztól-házig szállítsák. Karlsruhe térségében 1991-re kialakították azt a közlekedési formát, ami szabad átjárhatóságot tett lehetővé a DB vonalai (15 kV 16,7 Hz) és a városi villamos hálózatok (750 V=) között.

Ezzel a lehetőséggel hazánkban komolyan 2016-tól kezdtek el foglalkozni, tervbe vették a Szeged – Hódmezővásárhely közötti tram-train rendszer kialakítását. Sajnos a 25 kV-os villamosítást meg kívánván spórolni, kiválasztottak egy olyan járműtípust, amit a vasúti pályán dízelmotor hajt.

A tram-traint azért vettük fel a vasútvonalak feltétlen villamosítási indokai közé, hogy ez úton is rávilágítsunk, hogy talán még nem késő a helyes fejlesztési irányt megcélózni.



**Valószínűleg ennek a
villamosnak a hazai
adaptációja lett a
tendernyertes**

**A karlsruhei GT-8 100D
típusú kétáramnemű
villamos**



A karlsruhei és a tervezett hazai tram-train szerelvény

2.

**Villamosított
vasútvonalak
Európában
és Magyarországon**

Edison és Tesla vitája az egyen- és a váltóáram használhatóságáról tudománytörténeti tény. Párviadalukat manapság az áramok harcának is nevezik, Edison az egyenáram, Tesla a váltakozó áram mellett kardoskodott. A maga korában Edison volt az erősebb, befolyásosabb, az ipari lobbi is mellette állt, ám az idő Teslát igazolta.

Hasonló vita zajlott a vasutak villamosítási rendszerének megválasztása körül is. Az egyes országok az alábbiak szerint kezdték meg vasútvonalaik villamosítását

Egyenáram		Váltakozó áram	
750 V DC, 1,5 kV DC	3 kV DC	15 kV 16$\frac{2}{3}$ Hz AC	16 kV 50 Hz AC
Egyesült Királyság	Spanyolország	Ausztria	Magyarország
Írország	Olaszország	Németország	
Franciaország	Belgium	Svájc	
Hollandia	Szlovénia	Norvégia	
	Csehszlovákia	Svédország	
	Lengyelország		
	Oroszország		

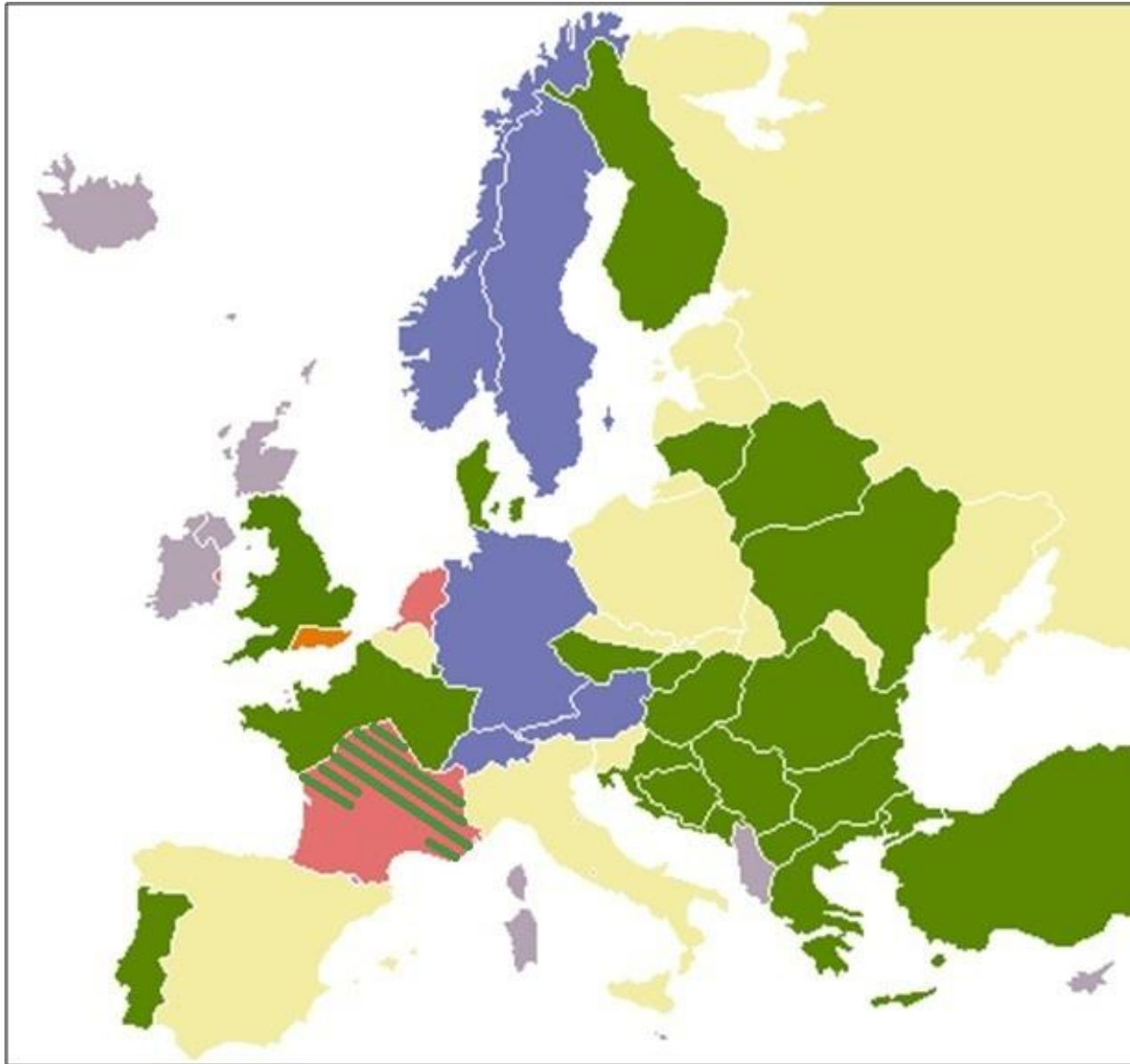
Hazánk még a csoportján belül is kilóg a sorból, kifejlesztette az ipari frekvenciájú vontatási rendszerét. Ez olyannyira sikeresnek bizonyult, hogy 1943-ban a MÁV szakemberei sikeresen el tudták háritani Németország azon törekvését, hogy álljunk át az ő rendszerükre. Azóta Kandó rendszere szinte kizárólagossá vált. A feszültséget 25 kV-ra növelték, a villamosítást később kezdő országok ezt vették át. Az "egyenáramú országok" is ebben a rendszerben végzik újabb vasútfejlesztéseiket, nagysebességű vonalaik kiépítését.

Vasútvillamosítási rendszerek Európában

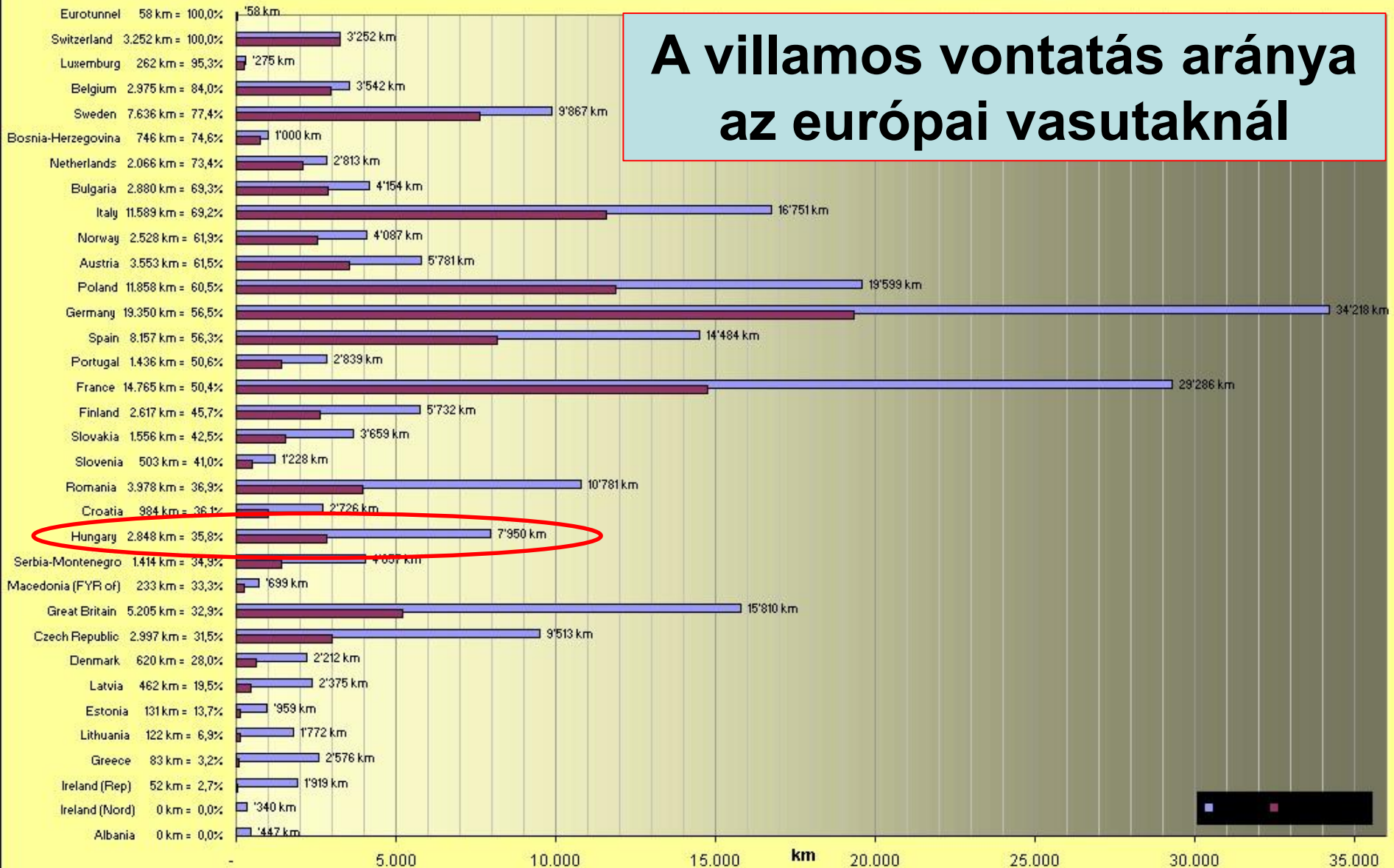
A Kandó-féle villamosítási rendszer zölddel jelölve



A térképen nem látszik, de a nagysebességű vonalakat 25 kV 50 Hz rendszerrel villamosították Franciaországban, Spanyolországban és Olaszországban is.



A villamos vontatás aránya az európai vasutaknál



Az ábra az UIC 2005. évi statisztikája. 2015. júniusától Magyarország villamosított vasútvonalainak aránya 39,1 %-ra növekedett. (3110 km)

Magyarország villamosított vasútvonalai



2016 végére, ha a folyamatban levő munkák befejeződnek, akkor a GYSEV hálózatának 89 %-a, a MÁV hálózatának 36,8 %-a lesz villamosított.

3.

**A magyarországi
vasútvillamosítás kezdetei:
az útkeresés éveiben
villamosított vonalak
és az ezeken közlekedő
vontatójárművek**

A magyar vasútvillamosítás kezdetei, az útkeresés évei

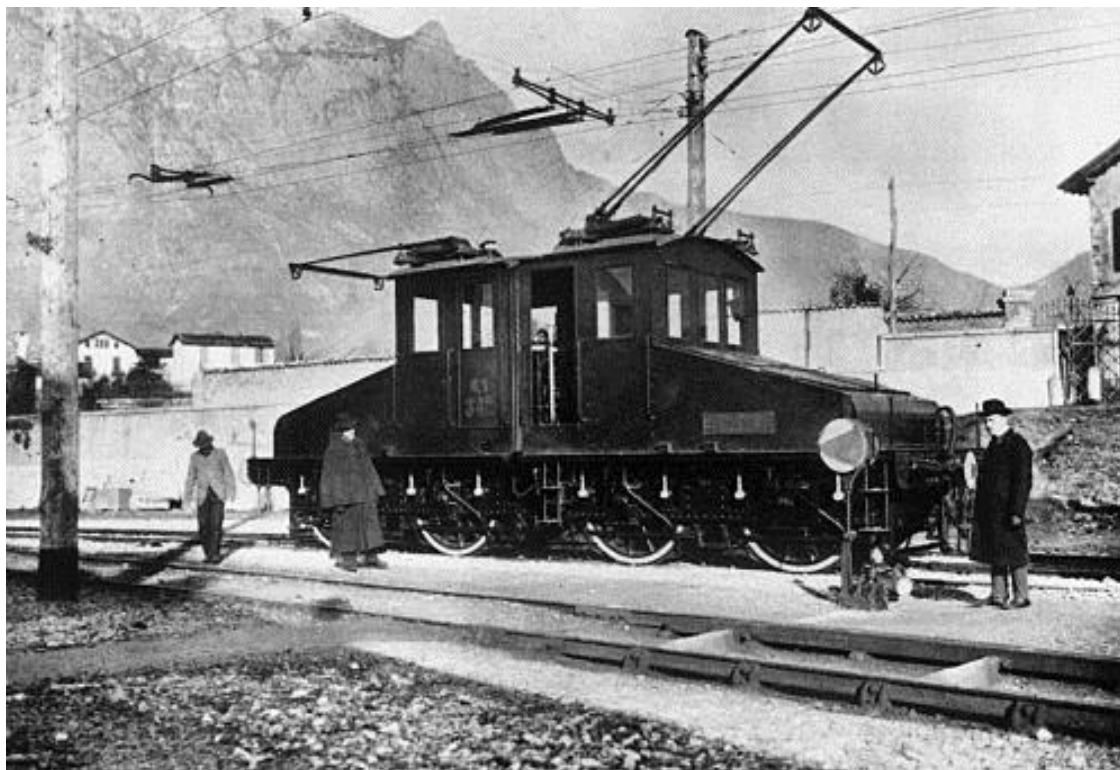
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz		Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1902		Valtellina vasút	1902-1928	3 x 3 kV 15 Hz 3 fázisú	Olaszország, de Kandó Kálmán révén magyar tervezés
1909		Trencsén-Tepla (Hölak) - Trencsénteplic	1909-1942	750 V DC	760 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút, Trianon után Csehszlovákiáé lett
			1942-1984	950 V DC	
			1984-	600 V DC	
1911	71, 72	Rákospalota-Újpest – Veresegyház – Vác, Veresegyház – Gödöllő	1911-1924	10 kV 15 3/4 Hz	A villamos felsővezeték a második világháborúban tönkrement. A 71-es vonal újravillamosítása 1999-ben történt meg.
			1924-1940	12 kV 18 3/4 Hz	
			1940-1945	12 kV 16 2/3 Hz	
1912		Poprád - Ótátrafüred - Csorbató	1908-1912	550 - 650 V DC	1000 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút, Trianon után Csehszlovákiáé lett
			1912-1969	1650 V DC	
			1969-	1500 V DC	
1912		Ótátrafüred - Tátralomnic	1908-1912	550 - 650 V DC	1000 mm-es keskeny nyomtávolságú vasút, Trianon után Csehszlovákiáé lett.
			1912-1969	1650 V DC	
			1969-	1500 V DC	
1914		Bécs - Pozsony HÉV (P.O.H.É.V.)	1945-ig	600 V DC	Bécs nagyvásárcsarnok - Gross Schwechat
				15 kV-os, 16 2/3	Gross Schwechat - Köpcsény
				550 V DC	Köpcsény - Pozsony
1923	70	Budapest-Nyugati pu.–Dunakeszi-Alag	1923-1935	12,6 kV 42 Hz	Istvántelekről táplálva, VM 5 gyári típusjelzésű villamos mozdonyokkal
				15 kV 50 Hz	
				16 kV 50 Hz	

A táblázat a vontatójárművek áramellátásának sokféleségét hivatott bemutatni: egyenáram, váltakozó áram, három fázis, egy fázis, sokféle feszültség szint, sokféle frekvencia.

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



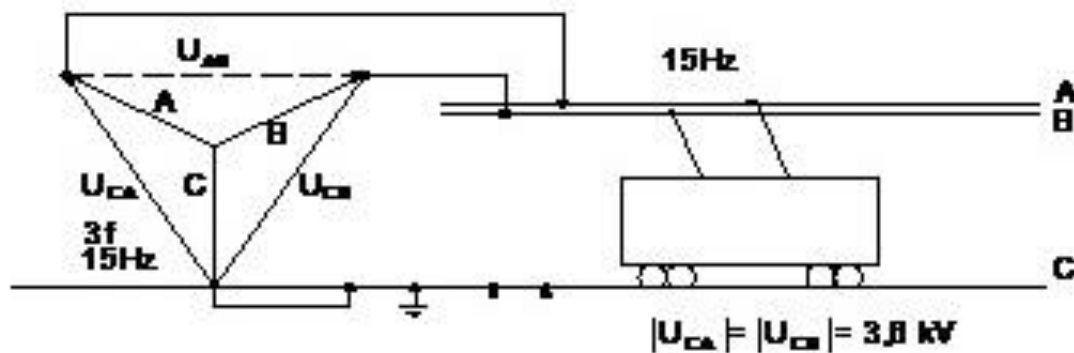
Valtellina vasútvonal villamosítása



**A Valtellina vasútvonal
mozdonya:
Az első mozdonyokat
a Ganz gyár
készítette**

A jármű fő paramétereit:

Gyártási év	1902
Selejtezés éve	1928
Tengelyelrendezés	Bo+Bo
Nyomtávolság	1435 mm
Eng. legnagyobb seb.	36 km/óra
Hossz	10306 mm
Tömeg	48 tonna
Áramnem	3000 V 15 Hz 3 fázisú
Állandó teljesítmény	440 kW
A vontatómotorok száma	4

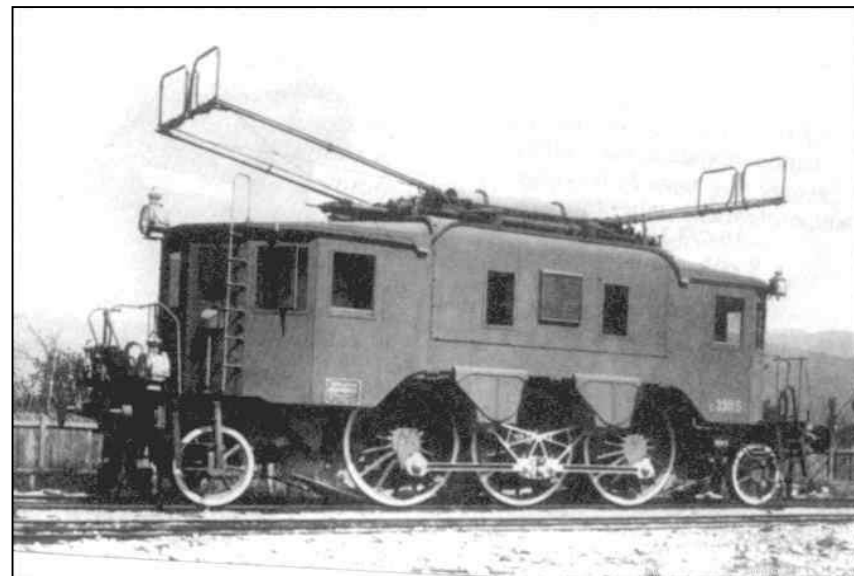


A háromfázisú áramellátás sémája

A váltakozó áramú vontatás olyannyira sikeresnek bizonyult, hogy az olasz kormány nagyarányú további vasútvillamosításokba fogott, de a hazai ipar védelmében előírta, hogy a villamos berendezéseket és járműveket Olaszországban kell gyártani.



Az ötcsatlós „Giovi” vagy „Cinquanta,, (E550) volt Kandó legnagyobb, 186 darabszámban gyártott mozdonya



„Trenta,, (E330) gyorsvonati villamos mozdony. Abban az időben ennek a mozdonynak volt a legjobb a világon a teljesítmény/tömeg aránya. (100 km/óra, 2000 kW, 73 tonna, 16 db készült)

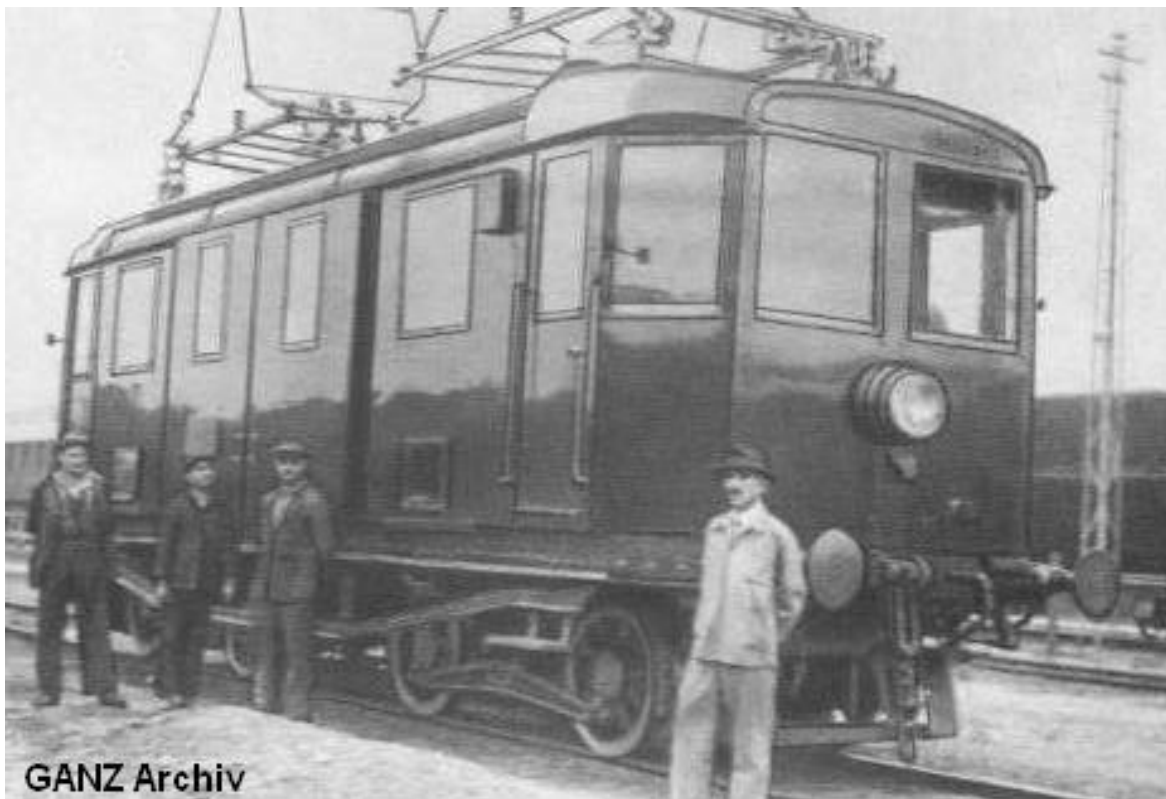
A szellemi és gyakorlati előzmények ellenére az olaszok büszkén „Sistema italiano”-nak nevezték



**A
tencsenteplizi
villamos egy
korabeli
képeslapon**

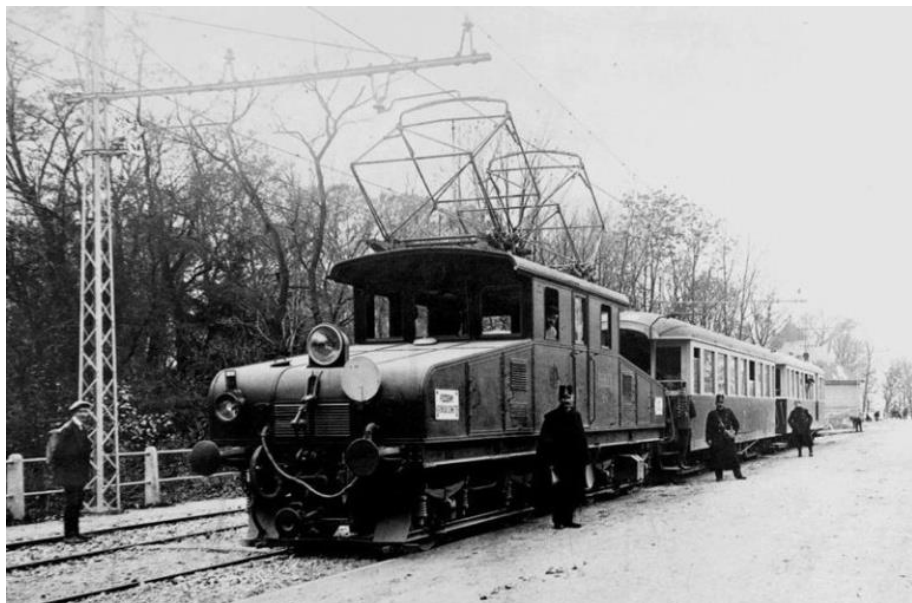


**A rákospalotai
HÉV 1911-ben a
már villamosít
Veresegyház
állomáson**



**A V51 sor. villamos
mozdony**

	V51
Darab	4
Gyártásban	1911
Tömeg	45,5 t
Teljesítmény	354 kW
Sebesség	40 km/ó



A Bécs – Pozsony közötti legendás HÉV (villamos). Akár a tram-train rendszerek ősének is tekinthető, bár az áramrendszerek váltását mozdonycserével oldották meg.





A tátrai villamosvasút

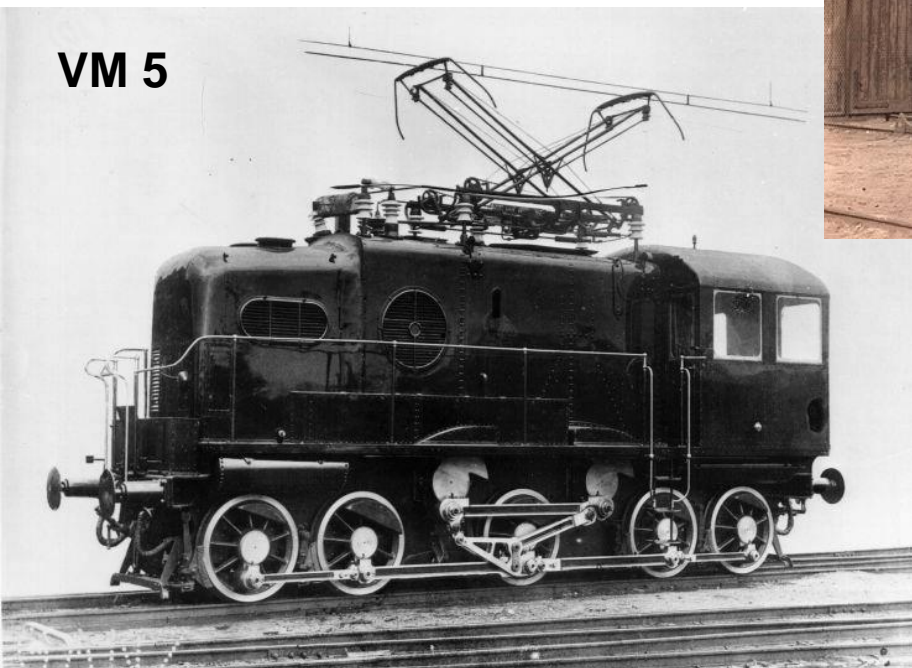
Ganz gyártmányú TEVD 22
sorozatszámú motorkocsi



Teljesítmény	1187 kW
Sebesség	80 km/óra
Feszültség	12,6 – 15 – 16 kV
Frekvencia	42 – 50 Hz



VM 5



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

Ezzel az útkeresés időszakára lezárult, Kandó rendszere készen állt világhódító útjára



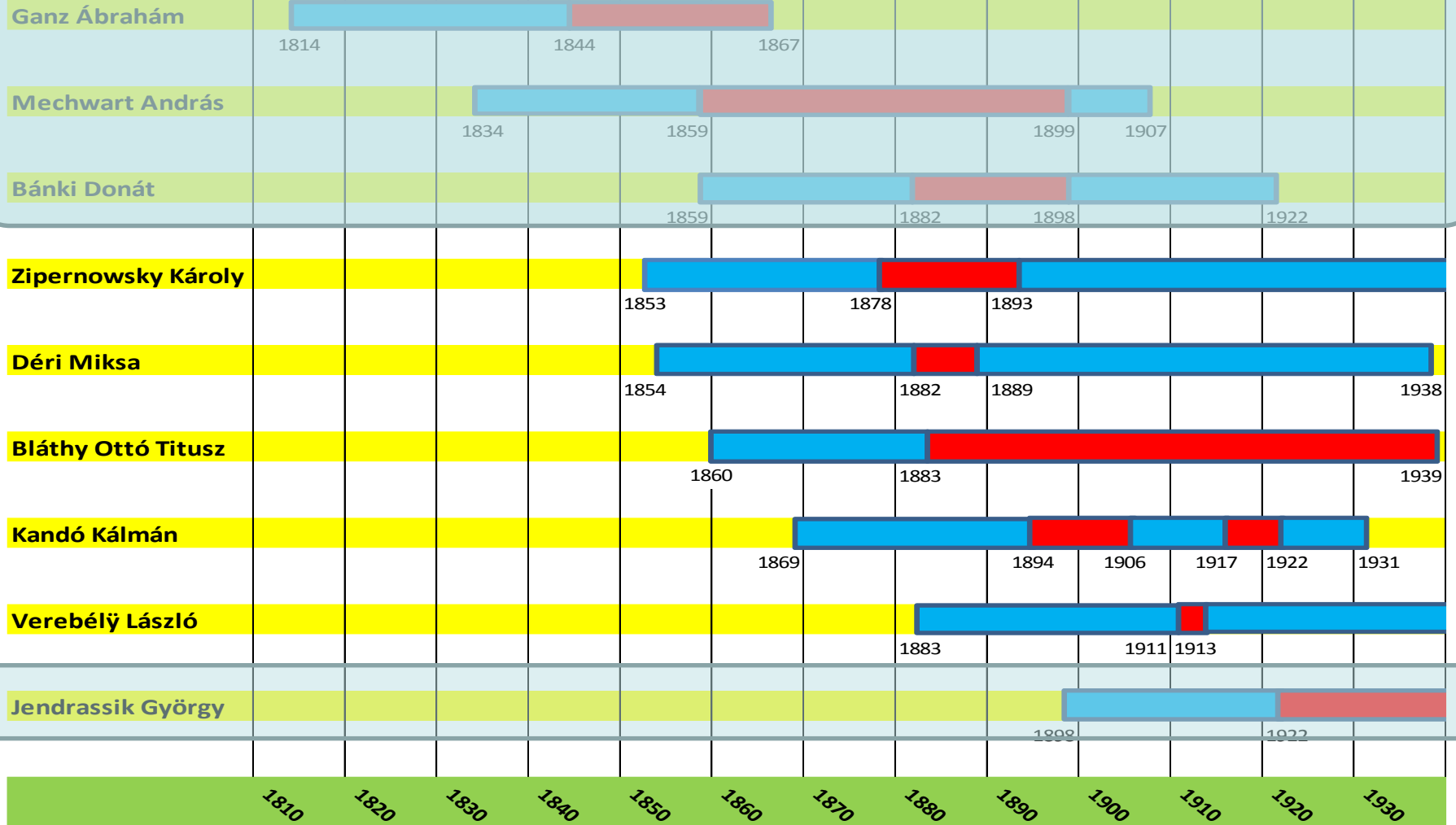
A módosított V50.001 pályaszámú kísérleti mozdony fázisváltója ipartörténeti emlékként fennmaradt. 2011-óta az Óbudai Egyetem józsefvárosi campusának felújított udvarán tekinthető meg

4.

**A magyar ipar a
vasútvillamosítás
szolgálatában.**

A magyar tudósok szerepe

A Ganz-gyárak nagy egyéniségeinek "élevonala", pirossal jelölve Ganz-gyári aktív munkásságuk időtartamát



A kitalált menedzserek és tudósok szerepe elévülhetetlen, de munkásságuk nem kapcsolódik közvetlenül a villamosításhoz

Déri Miksa	Bláthy Ottó Titusz	Zipernowsky Károly
		
Született: Bács, 1854. okt. 24.	Tata, 1860. augusztus 11.	Bécs, 1853. április 4.
Meghalt: Merano, 1938. márc. 3.	Budapest, 1939. szeptember 26.	Budapest, 1942. november 29.
Műegyetem, vízépítő mérnök	Bécsi Egyetem, gépészmérnök	Műegyetem, gépészmérnök, fizikus

A transzformátor feltalálói



**Az első transzformátor
(Déri-Bláthy-Zipernowski, Budapest 1885.03.05)**



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.

Egerfarmosi és sztregovai doktor Kandó Kálmán

Olaszországi munkáinak 1915-ben a Monarchiának szóló olasz hadüzenet vetett véget. 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 technikatörténeti 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 egyfázisú felsővezetésekről táplált villamos mozdonyok meghajtására továbbra is a háromfázisú mozdonyoknál már jól bevált indukciós motorok legyenek felhasználhatók.

Kandó magyarországi tevékenységének folytatása



Született Budapesten 1883. aug. 23-án,
mehalt Budapesten 1959. nov. 22-én.

Tanulmányai: 1906-ban gépészmérnöki oklevelet szerzett a Magyar királyi József Műegyetemen Nyelvtanulás Németországban és Angliában, majd két éves szakmai gyakorlat Pittsburghban a Westinghouse Electric and Manufacturing Co. gyárában.

1909-ben vizsgát tett és villamosmérnöki oklevelet szerzett, majd két évig tanársegéd a Karlsruhei Műszaki Egyetemen.

1911-től két évig a Ganz Villamossági Rt-ben tevékenykedik, majd követte Kandó Kálmánt Olaszországba a Westinghouse gyárba.

A háború után a MÁV Vonatvillamosítási Osztály vezetőjeként megkezdte a hazai vasút-villamosítás szervezését. Verebély és Kandó nagyszerűen kiegészítették egymást: Verebély megépítette a Budapest-Hegyeshalom villamos vasútvonalat, Kandó a mozdonyt, így a magyarországi vasút-villamosítás során egyenrangú társak voltak. 1929-ben kinevezték egyetemi tanárnak. Volt tanszékvezető, dékán, rektor, a Magyar Elektrotechnikai Egyesület elnöke, akadémikus. 1957-ben megalázó módon nyugdíjazták.

Verebély László

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.

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.

Legyen ezen rövid prezentáció 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.

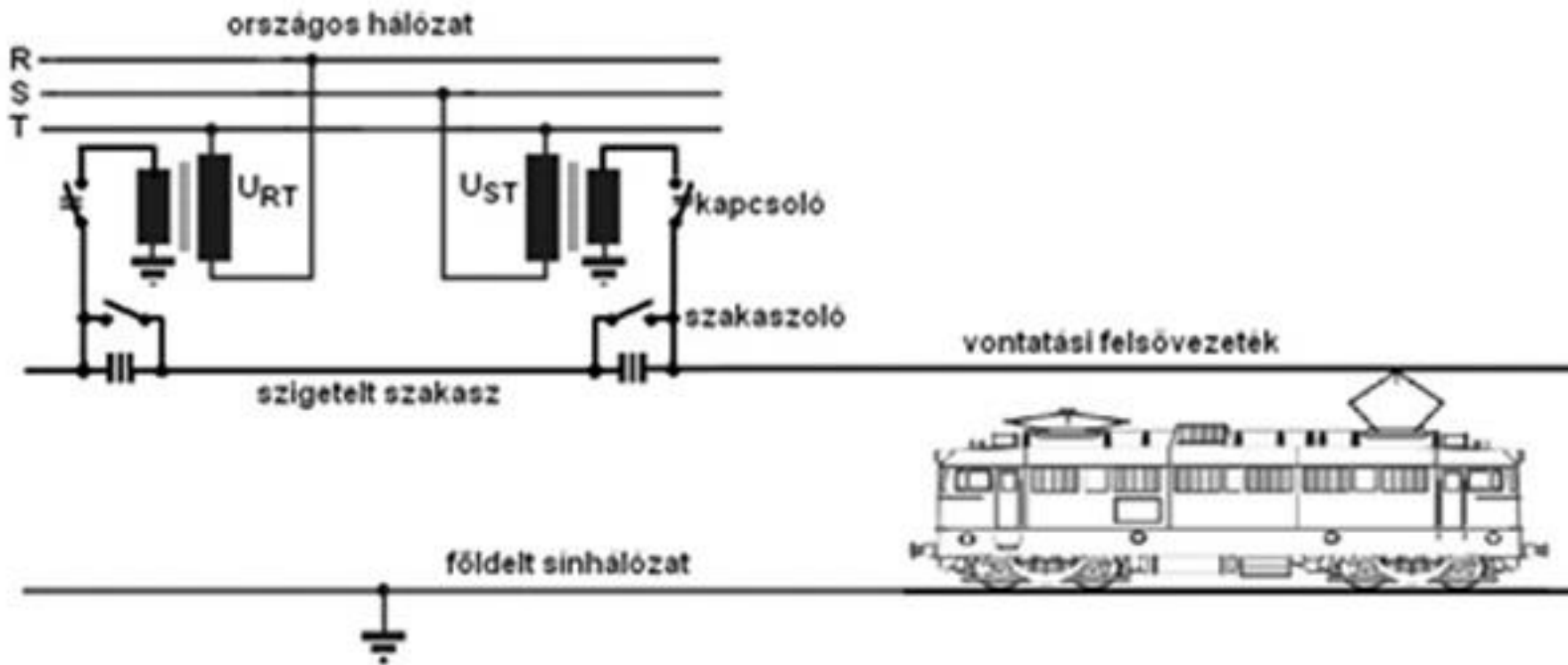
Ganz, Kandó és mérnök társaik munkásságának máig ható tanulságai

5.

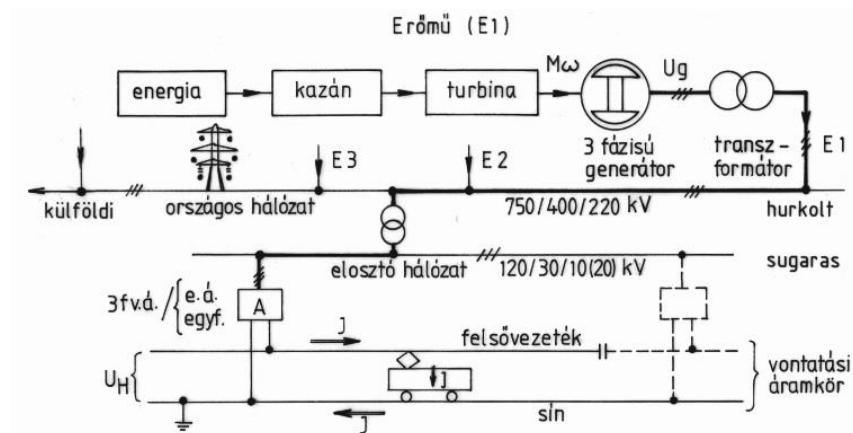
**A magyar vasútvillamosítás
folytatása Kandó munkássága
nyomán**

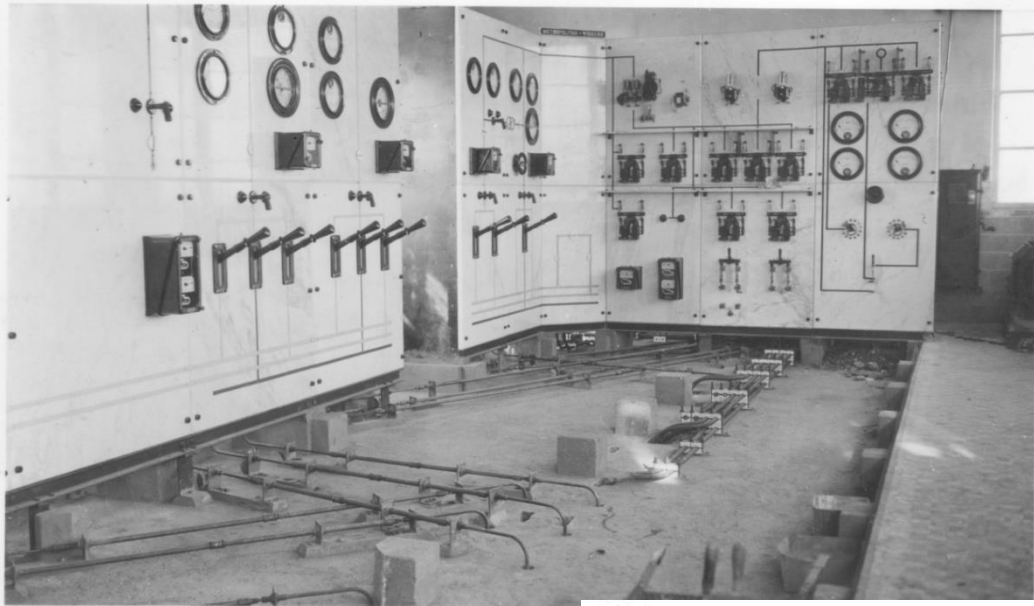
A magyar vasútvillamosítás folytatása Kandó munkássága nyomán

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–Nyíregyháza		25 kV 50 Hz	
1967	100	Nyíregyháza–Záhony		25 kV 50 Hz	
1968	100a	Budapest–Cegléd		25 kV 50 Hz	
1969	100a	Cegléd–Szajol		25 kV 50 Hz	
1970	100	Szajol–Nyíregyháza		25 kV 50 Hz	
1971	70	Budapest–Szob államhatár		25 kV 50 Hz	
1971	92	Miskolc-Tiszai–Sajóecseg		25 kV 50 Hz	
1972	1T	Komárom-Déli–Komárom-Északi		25 kV 50 Hz	Érsekújvártól már 1969. szept. 27-én átadták
1973	120a	Budapest–Szolnok		25 kV 50 Hz	
1974	120	Szajol–Lőkösháza		25 kV 50 Hz	
1975	82	Hatvan–Újszász		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	1d	Hegyeshalom–Rajka		25 kV 50 Hz	1976-tól Rajka közös szolgálatú üzemmódváltó állomás. Az államhatárig 1991-ben villamosítják



**A villamosított
vasútvonalak
táplálása és
kapcsolódása az
országos
távvezeték
hálózathoz**





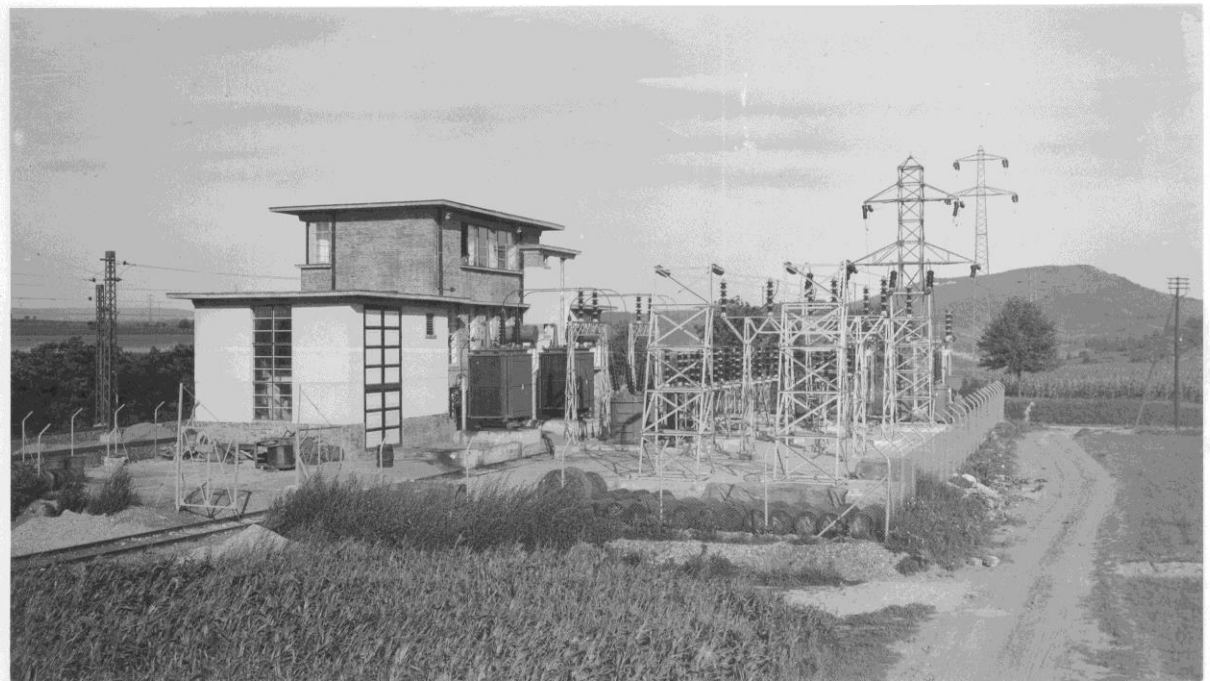
A magyar kormány 1928-ban döntött, hogy a Budapest–Hegyeshalom vasútvonalat a Kandó-féle rendszerrel villamosítja.

A 187 km hosszú vasútvonalon 4 állomást építettek:

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

Az állomások primer oldala a 110 kV 50 Hz frekvenciájú országos hálózathoz kapcsolódtak.

A szekunder oldal feszültsége 16 kV volt.



A 25 kV 50 Hz-es vasútvillamosítás folytatása

Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1978	16	Hegyeshalom–Mosonszolnok	25 kV 50 Hz	
1979	150	Kunszentmiklós-Tass–Kelebia	25 kV 50 Hz	
1980	150	Kelebia–államhatár	25 kV 50 Hz	
1980	155	Kiskunhalas–Kiskunfélegyháza	25 kV 50 Hz	Szovjetunió és Jugoszlávia közötti áruforgalom számára villamosított vasútvonal
1980	140	Cegléd–Kiskunfélegyháza	25 kV 50 Hz	
1981	41, 60	Gyékényes–Gyékényes államhatár	25 kV 50 Hz	Szigetüzem, JŽ-vel közös üzemváltó állomásként
1982	140	Kiskunfélegyháza–Szeged	25 kV 50 Hz	
1983	40	Budapest–Sárbogárd	25 kV 50 Hz	
1983	30a	Budapest, Déli pályaudvar–Kelenföld	25 kV 50 Hz	
1983	92	Sajóecseg–Kazincbarcika	25 kV 50 Hz	
1984	40	Sárbogárd–Dombóvár	25 kV 50 Hz	
1984	85	Vámosgyörk–Gyöngyös	25 kV 50 Hz	
1985	40	Godisa–Pécs	25 kV 50 Hz	
1985	87	Eger–Eger-Felnémet	25 kV 50 Hz	
1987	8	Győr–Sopron	25 kV 50 Hz	
1988	8	Sopron–Sopron államhatár-Ebenfurt	25 kV 50 Hz	
1988	40	Dombóvár–Godisa	25 kV 50 Hz	
1990	26	Balatonszentgyörgy–Keszthely	25 kV 50 Hz	
1991	1d	Rajka–Rajka államhatár-Oroszvár	25 kV 50 Hz	
1997	90	Felsőzsolca–Hidasnémeti–államhatár	25 kV 50 Hz	
1999	71	Rákospalota–Újpest–Vácrátót–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	ÖBB vasút
2002	15	Sopron–Szombathely	25 kV 50 Hz	
2004	9	Nezsider–Fertőszentmiklós	25 kV 50 Hz	
2010	25	Bajánsenye–Boba	25 kV 50 Hz	
2010	21	Szombathely–Szentgotthárd	25 kV 50 Hz	
2015	16	Csorna–Porpác	25 kV 50 Hz	
2015	16	Mosonszolnok–Csorna	25 kV 50 Hz	

2 x 25 kV 50 Hz-es vasútvillamosítás Magyarországon

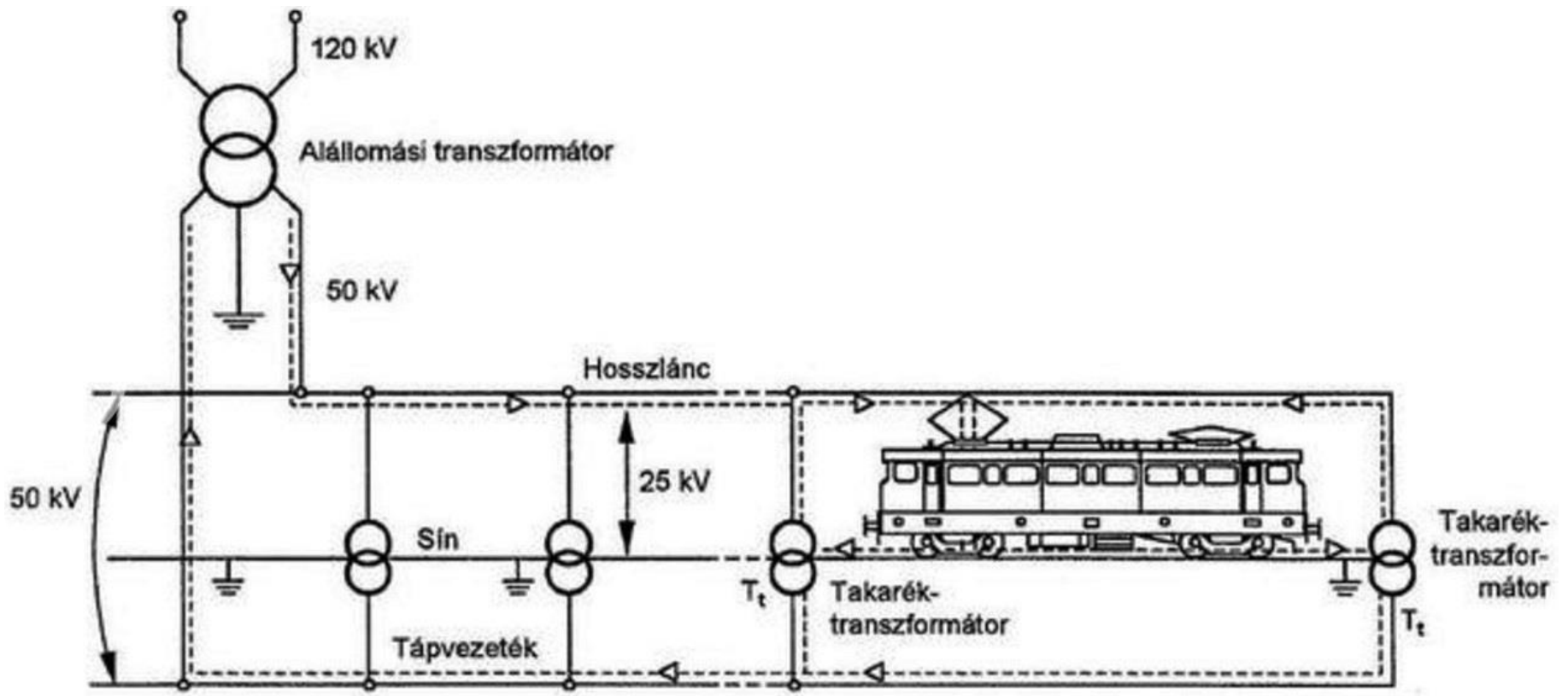
Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
1987	30a, 30	Kelenföld pályaudvar–Siófok	2×25 kV	Szabadbattyántól
1988	41	Dombóvár–Kaposvár	2×25 kV	Kospulától
1989	30	Siófok–Fonyód	2×25 kV	
1990	30	Fonyód–Balatonszentgyörgy	2×25 kV	
1992	41	Kaposvár–Somogyszob	2×25 kV	
1994	41	Somogyszob–Gyékényes	2×25 kV	
1995	60	Gyékényes–Murakeresztúr	2×25 kV	
1998	30	Balatonszentgyörgy–Nagykanizsa	2×25 kV	
1998	60	Nagykanizsa–Murakeresztúr	2×25 kV	

2 x 25 kV-tal villamosított vasútvonalak



- Keskeny nyomtávú vonal
- Mellékvonal
- Törzshálózati vonal
- Transz-európai fővonal
- Kétvágányú vonal
- Villamosított vonal
- MÁV vonal
- GYSEV vonal
- BHÉV vonal
- Egyéb vonal
- Felhagyott vonal
- Állomás*

* A térképen nincs feltüntetve az összes állomás!



A 2 x 25 kV-os villamosítási rendszer sémája

Folyamatban levő és napjainban egyre gyakrabban emlegetett további vasútvillamosítási munkák

2016

Év	Vonal-szám	Vonalszakasz	Feszültség, áramnem	Megjegyzés
2016	17	Szombathely—Zalaszentiván	25 kV 50 Hz	kivitelezés alatt
2016	2	Rákosrendező—Esztergom	25 kV 50 Hz	2016. évi terv
????	135	Szeged - Hódmezővásárhely	25 kV 50 Hz	tram-train rendszer kiépítése
????	135	Hódmezővásárhely—Békéscsaba—Gyula	25 kV 50 Hz	
????	29	Székesfehérvár—Tapolca	25 kV 50 Hz	
????	10	Győr—Celldömölk	25 kV 50 Hz	
????	80c	Mezőzombor—Sátoraljaújhely—oh.	25 kV 50 Hz	
????	101	Püspökladány—Biharkeresztes	25 kV 50 Hz	

2017

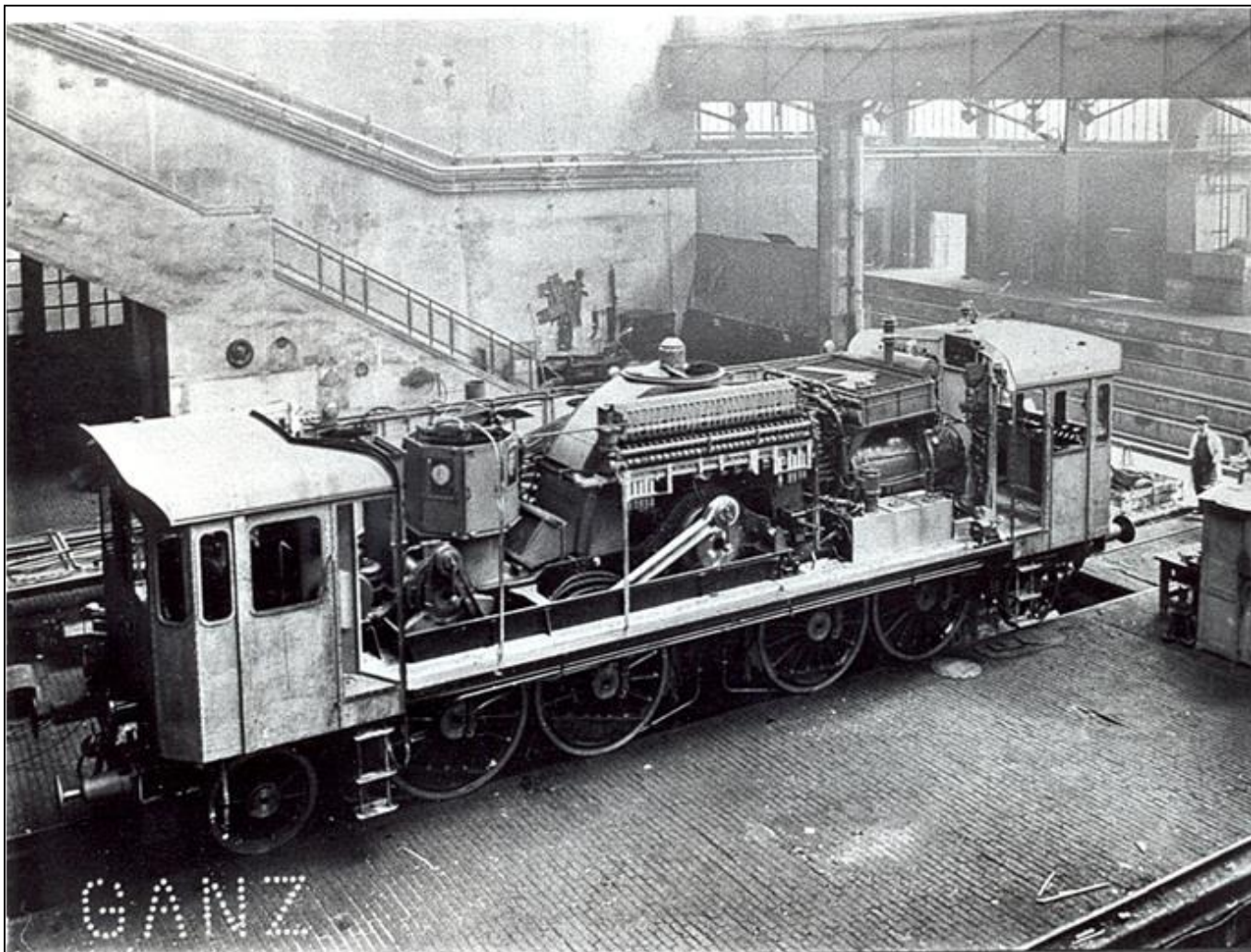
2016	17	Szombathely—Zalaszentiván	25 kV 50 Hz	elkészült
2017	2	Rákosrendező—Esztergom	25 kV 50 Hz	2016. évi terv volt, de késik
2018	80c	Mezőzombor—Sátoraljaújhely—oh.	25 kV 50 Hz	
????	135	Szeged - Hódmezővásárhely	25 kV 50 Hz	tram-train rendszer kiépítése, furcsa kombinációk emlegetése
????	135	Hódmezővásárhely—Békéscsaba—Gyula	25 kV 50 Hz	
????	29	Székesfehérvár—Tapolca	25 kV 50 Hz	
????	26	Tapolca - Ukk	26 kV 50 Hz	
????	101	Püspökladány—Biharkeresztes	25 kV 50 Hz	
????	10	Győr—Celldömölk	25 kV 50 Hz	
????	101	Püspökladány—Biharkeresztes	25 kV 50 Hz	

Magyarország még villamosítandó vasútvonalai



6.

**Hazai villamos mozdonyok
és motorvonatok
1932-től napjainkig**



A félkész V40-es a Ganz gyárban

A tervezési munkák 1930 elején lezárultak, a gyártás azonban az angol partner kihátrálása miatt csak egy évvel később indulhatott meg. A partnerekkel folytatott államtitkári szintű egyezkedésekkel egy időben 1931. január 13-án Kandó Kálmán szívinfarktust kapott és 62 éves korában meghalt

1932. augusztus 17-én az első mozdony feldíszítve befutott a Keleti pályaudvarra



Jegyzőkönyv.

Felvették alulírottak 1932. évi augusztus hó 17.-én.

Tárgy:

a Magyar Királyi Államvasutak részére írtott.

Kandó Kálmán

nevű, V40.001 pályaszámú villamos mozdonynak az 1907. évi LIV. törvény -
cikkkel nyert felkutatás alapján a Magyar Királyi Ministeriumnak
1907. évi 6125 sz. rendeletével kiadott Készenléti Rendtartás 21. §-a értel-
mében megírtott műszakrendőri próbája.

Egjárás:

A bizottság megállapítja, hogy a mozdony látható alkatrészei helye-
sen vannak megmunkálva és összeillesztve, hogy azon a forgalom biztonság-
ga szempontjából szükséges összes berendezések megvannak, továbbá, hogy a
mozdony szerkezete és méretei a jóváhagyott terveknek és leírásnak meg-
felelnek.

A fenti megállapítás után a Komárom és Tatabánya között óránként
100 kilométer legnagyobb sebességgel megtartott próbamenetnél a mozdony
így az egyenestben, valamint a kanyarulatokban nyugodt járásának bizo-
nyult, összes alkatrészei jól működtek és azokon hiány nem mutatkozott.

Eredmény:

A bizottság azt találja, hogy a mozdony szerkezete a pálya viszonyai-
nak megfelelő és hogy forgalomban helyezése óránként 100 kilométer legnagyobb
sebességgel megengedhető. A bizottság a Magyar Királyi Államvasutak igaz-
gatóságát erről a jegyzőkönyv egy másolpéldányának kézbesítésével értesíti.

Kelt, mint fent.

A Magyar Királyi Kereskedelmiügyi Ministerium részéről:

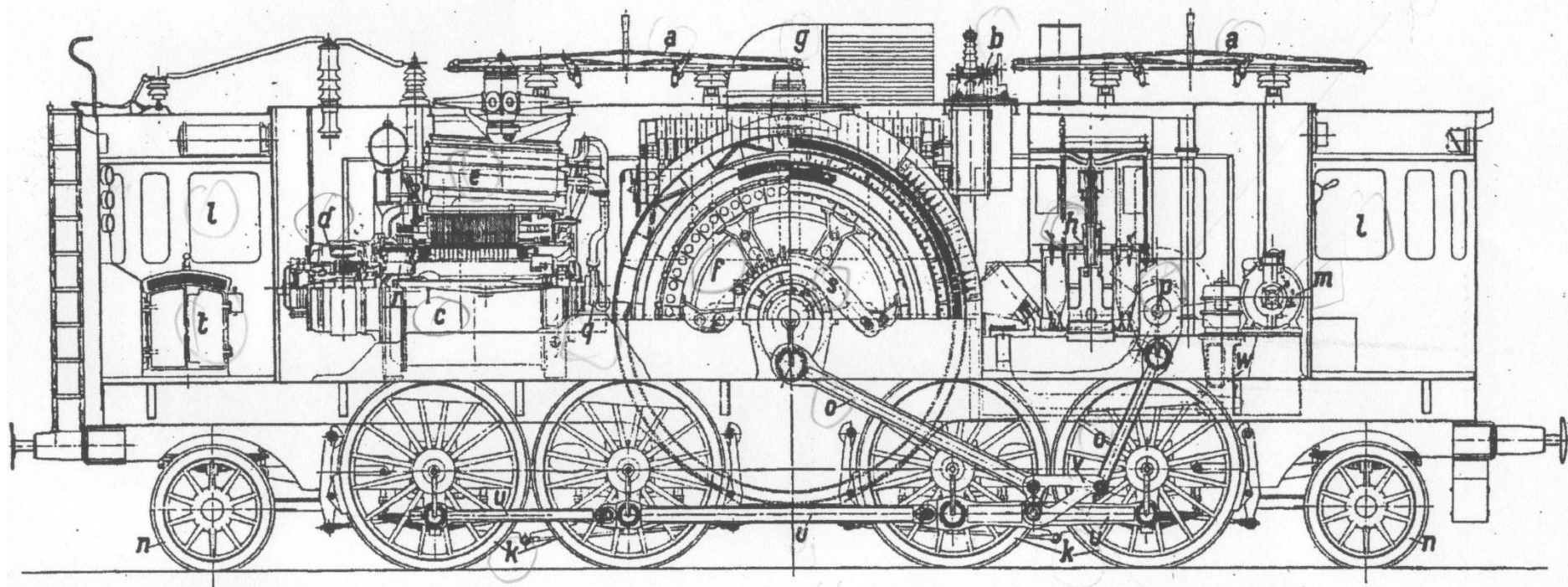
Tatabányai György, miniszteri tanácsos.

Dezadóvszki Földes, miniszteri tanácsos.

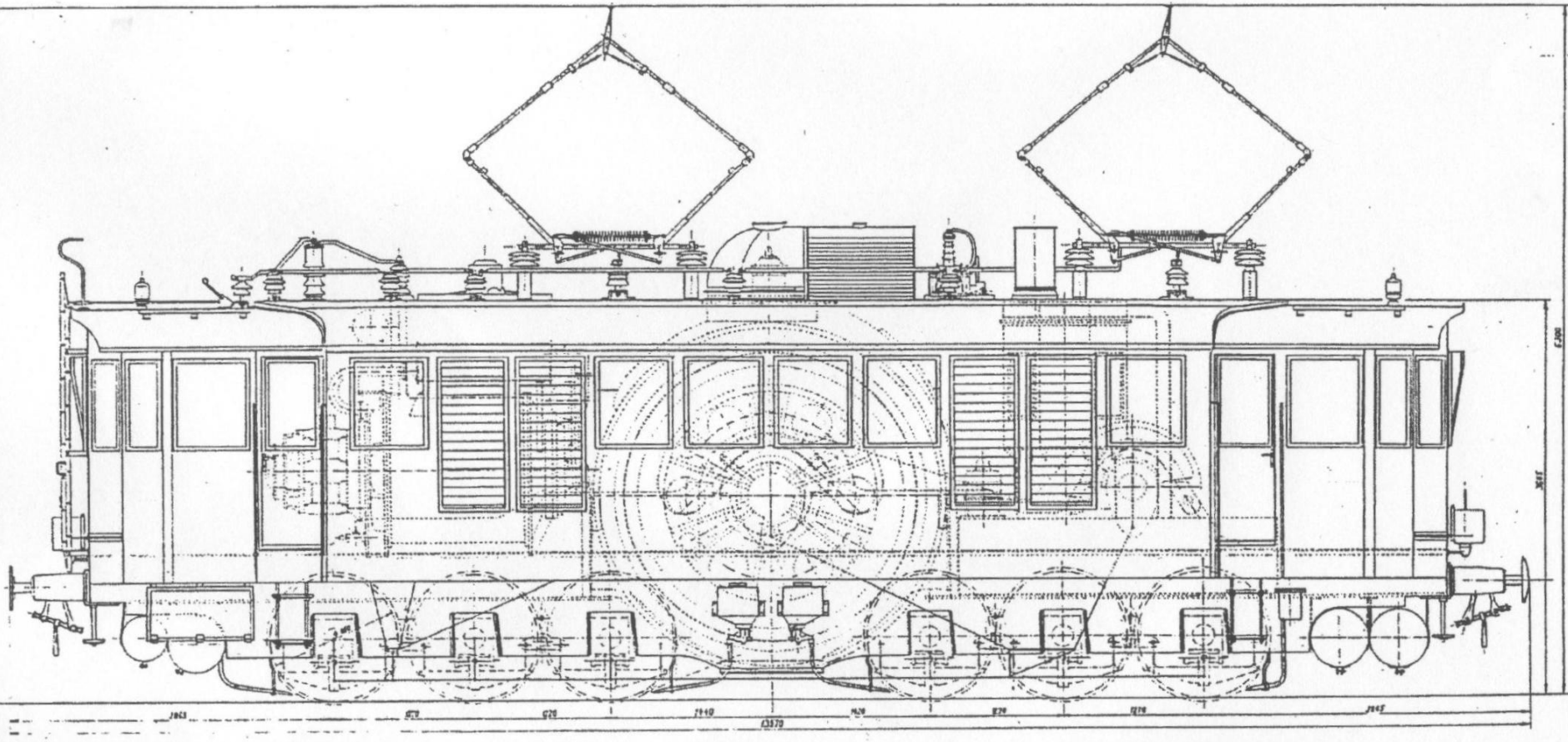
A Magyar Királyi Államvasutak részéről:

Az előbbiei rendőrkatasztrófia részéről:
Belovics Károly
műegyetemi tanár
Kovács Károly
városbíró

Herr,
Kun



A V40 sorozatú mozdony jellegrajza



V60 sorozatú mozdony jellegrajza

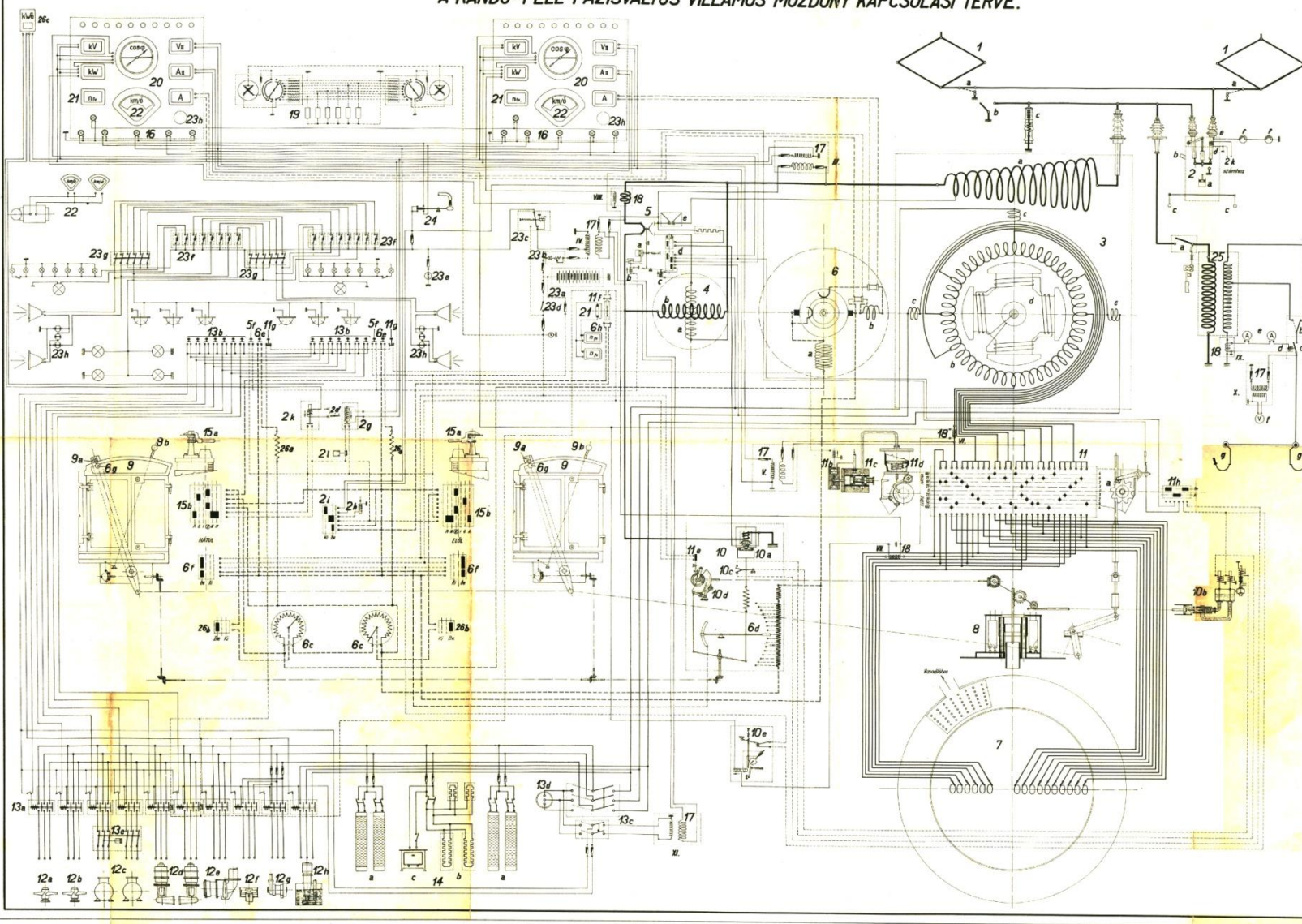
A MÁV V40 és V60 sorozatú villamos mozdonyainak adatai

	V40	V60
Gyártó	Ganz Villamossági Gyár Budapest	
Gyári típusjel	VM7	
Gyártásban	1932 - 1940	
Áramnem	16 kV 50Hz	
Állandó teljesítmény	1620 kW	
Tengelyelrendezés	1-D-1	F
Ütközők közötti hossz	13830 mm	13570 mm
Szolgálati tömeg	94 t	93,8 t
Legnagyobb sebesség	100 km/h	68 km/h
Legnagyobb vonóerő	98,8 kN	144,5 kN
Kerékátmérő	Hajtott: 1660 mm Futó: 1040 mm	1150 mm

Története:

Az első mozdony 1932.08.17-én állt üzembe a Budapest – Hegyeshalom vasútvonalon. 1941-ig 29 db V40-es és 3 db V60-as mozdony épült meg. A mozdonyokat 1967-ig használta a MÁV. A V40 sorozat személyvonati, a V60 sorozat tehervonati célokat szolgált. A két sorozat egy-egy darabját megőrizték, a V40.016 és a V60.006 pályaszámú mozdonyok ma a Magyar Vasúttörténeti Parkban tekinthetők meg.

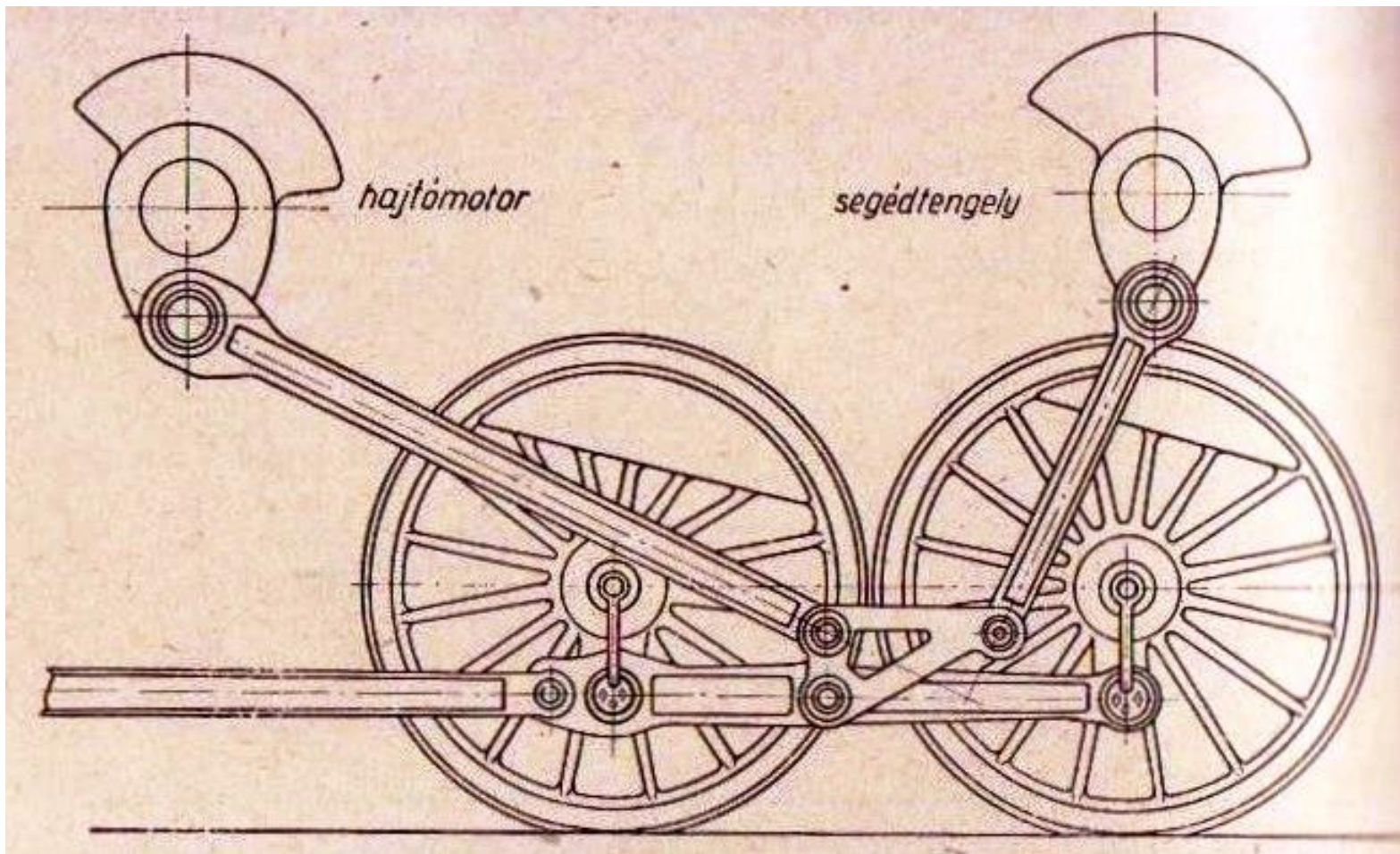
A KANDÓ-FÉLE FÁZISVÁLTÓS VILLAMOS MOZDONY KAPCSOLÁSI TERVE.



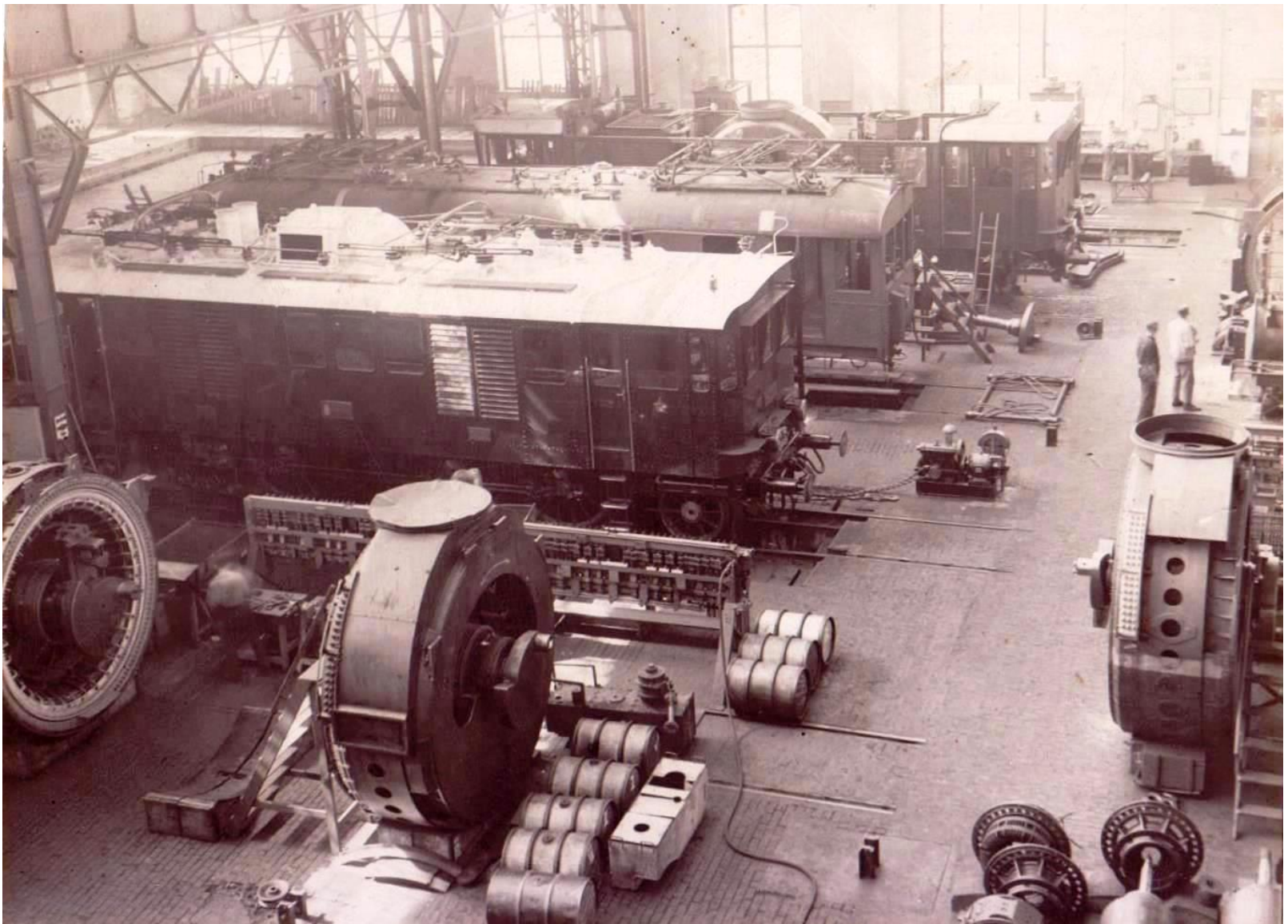
26	16 Városi energia fűrésztársulat
26	17 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	18 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	19 Városi energia fűrésztársulat
26	20 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	21 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	22 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	23 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	24 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	25 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	26 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	27 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	28 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	29 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	30 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	31 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	32 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	33 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	34 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	35 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	36 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	37 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	38 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	39 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	40 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	41 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	42 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	43 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	44 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	45 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	46 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	47 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	48 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	49 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	50 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	51 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	52 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	53 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	54 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	55 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	56 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	57 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	58 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	59 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	60 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	61 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	62 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	63 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	64 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	65 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	66 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	67 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	68 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	69 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	70 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	71 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	72 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	73 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	74 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	75 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	76 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	77 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	78 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	79 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	80 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	81 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	82 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	83 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	84 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	85 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	86 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	87 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	88 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	89 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	90 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	91 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	92 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	93 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	94 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	95 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	96 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	97 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	98 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	99 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló
26	100 Fázisváltós kapcsolás projekció kapcsoló

Villamos kapcsolási terv	156-004
A 148101-01020-as mozdonyhoz	E.V.
Hagyón Ké. Államtisztar	E.V.

A Kándó féle fázisváltós villamos mozdony kapcsolási terve



**A Kandó-háromszög
A MÁV V40 sorozatú fázisváltós mozdonyainak segédtengelyes
izosztatikus csuklós Kandó-keretes hajtóműve**



Karbantartás a MÁV Északi Főműhely Eiffel csarnokában



**A fázis és periódus váltós rendszer első mozdonya
1943-44-ben 2 db V 44 pályaszámú mozdony készült**

Pályaszám:	V44.001–002
Gyártó:	Ganz Budapest és MÁVAG Budapest
Gyártásban:	1943 – 1944
Gyári típusjel:	VM9
Tengelyelrendezés:	2'Do 2'
Nyomtávolság:	1 435 mm
Hajtókerék átmérő:	2 400 mm
Legnagyobb sebesség:	125 km/h
Ütközők közötti hossz:	17 640 mm
Magasság:	4 650 mm
Szélesség:	3 100 mm
Szolgálati tömeg:	80 tonna
Névleges teljesítmény:	2 940 kW
Áramnem:	16 kV, 50 Hz

A sorozat története:

A mozdonyok gyártását a MÁV 1939-ben rendelte meg a két egyedi hajtású fázis- és periódusváltós villamos mozdony gyártását, célja a V40 – V60 sorozat rudazatos hajtásának hátrányainak kiküszöbölése volt. A sorozat első darabja 1943 áprilisában készült el, a MÁV próbaüzembe állította. A sorozat második mozdonya a V44.002 közvetlenül elkészülte után bombatámadásban megsemmisült, üzembe nem is került. A háborúban a V44.001 mozdony is megsérült, és – noha károsodása ezt nem feltétlenül indokolta volna – 1953-ban selejtezték.

A mozdony nem maradt fenn, kiállítani így nem lehet.

23. A MÁV V44 sorozatú villamos mozdonyainak adatai, története



**V55.006-os mozdony a Magyar Vasúttörténeti Park megnyitóján
felújított állapotban**

Gyártó:	Klement Gottwald Vill. Gyár Bp. és MÁVAG Budapest
Gyártásban:	1950 - 1957
Gyári típusjel:	VM 10
Tengelyelrendezés:	Bo'Co'
Nyomtávolság:	1435 mm
Hajtókerékátmérő:	1 040 mm
Legnagyobb sebesség:	125 km/h
Ütközők közötti hossz:	14 600 mm
Magasság:	4 650 mm
Szélesség:	3 000 mm
Szolgálati tömeg:	92,5 t
Névleges teljesítmény:	2 354 kW
Áramnem:	16 kV 50 Hz

A sorozat története:

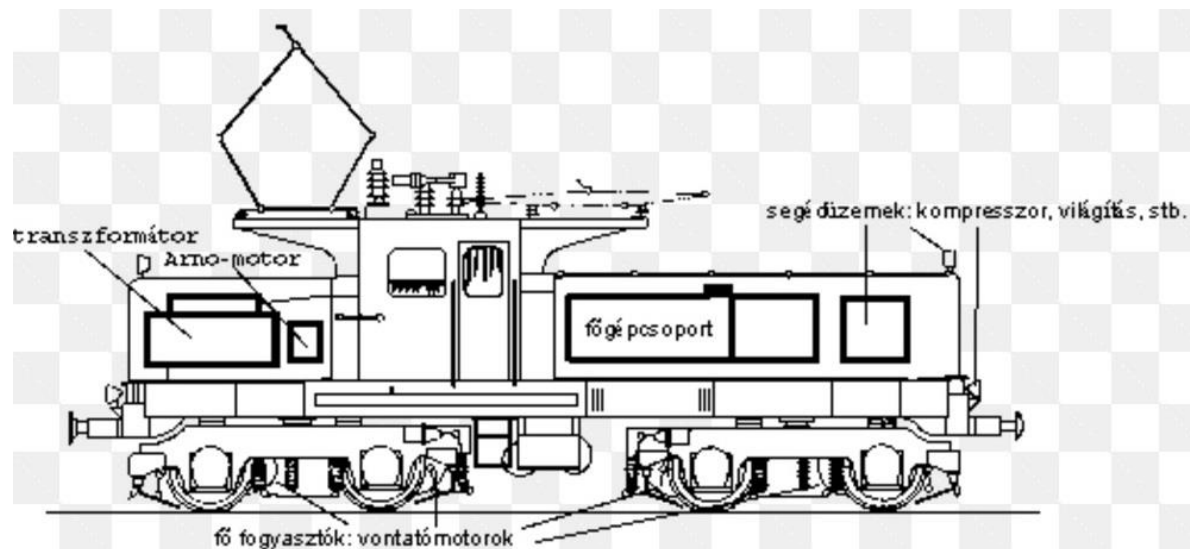
1950 -1957 között összesen 12 db készült. Üzemképessége kedvezőtlennek bizonyult, ezért 1960 – 1967 között a MÁV leselejtezte a mozdonyokat, kettőt őrzött meg fékmozdonynak.

Ma egyetlen példány, a **V55.006** van kiállítva a Magyar Vasúttörténeti Parkban.

A MÁV V55 sorozatú villamos mozdonyainak adatai, története



	V41	V42
Darab	30	42
Gyártásban	1958 - 1962	1961 - 1966
Tömeg	73 t	74 t
Teljesítmény	845 - 956 kW	1215 kW



**A MÁV Ward Leonard hajtásláncú villamos mozdonyai,
mint átmeneti mozdonyok**



	V43
Darab	377
Gyártásban	1963 - 1982
Tömeg	80 t
Teljesítmény	2200 kW
Sebesség	120 - 140 km/ó



Mindkét forgóvázába egy-egy kb. 1100 kW teljesítményű hullámos áramú motort építettek be.

1963-tól megjelentek a félvezetők: a V43 szilícium egyenirányítós mozdony

	V63
Darab	56
Gyártásban	1974 - 1988
Tömeg	116 t
Teljesítmény	3600 kW
Sebesség	120 / 160 km/ó



A V63 sor. tirisztoros villamos mozdony (Gigant)



	V46
Darab	60
Gyártásban	1983 - 1992
Tömeg	80 t
Teljesítmény	820 kW

A V46 sor. villamos tolatómozdony (Szöcske)



A két forgóváz négy tengelyére egy-egy 1600 kW teljesítményű aszinkron motort építettek be

	1047
Darab	10 (MÁV) + 5 (GySEV)
Gyártásban	2002 - 2006
Tömeg	86 t
Teljesítmény	6400 kW
Sebesség	230 km/ó

Siemens gyártmányú 1047 sorozatú Taurus mozdony



**A MÁV 480-as sorozatú
mozdonya, a Bombardier
által gyártott TRAXX**

	480 TRAXX
Darab	25
Gyártásban	2010 - 2012
Tömeg	82 - 88 t
Teljesítmény	5600 kW
Sebesség	160 km/ó

**MÁV Cavill sorozatú villamos
motorkocsi. Egy korai –
sajnos sikertelen kísérlet**



	Cav 425
Darab	2
Gyártásban	1940 - 1955
Tömeg	57 t
Teljesítmény	440 - 486 kW
Sebesség	90 - 150 km/ó áttételtől függően
Gyorsítás	0,?? m/s²
Ülőhely	56 (+ 0)

Szokásos vonatösszeállítások	Ülőhely
BDVmot+Bmx+Bmx+Bmxt	$64(+2) + 96(+4) + 96(+4) + 88(+2) = 344(+12)$
BDVmot+Amx+Bmx+Bmxt	$64(+2) + 50(+2) + 96(+4) + 88(+2) = 298(+10)$ Ebből 1. osztályú: 50



Darab	20
Gyártásban	1987 - 1989
Tömeg	66 t
Teljesítmény	1520 kW
Sebesség	120 km/ó
Gyorsítás	0,391 m/s ²
Ülőhely	64 - 56 (+ 2)

**A MÁV 68-05 sorozatú villamos motorkocsi
(BDVmot, beceneve: Hernyó)**

Szokásos vonatösszeállítás	Ülőhely
BVhmot+Bmx+Bmx+Bmxt	56(+0) + 88(+4) + 88(+4) + 80(+2) = 312(+10)



Darab	2
Gyártásban	1995
Tömeg	67 t
Teljesítmény	1755 kW
Sebesség	120 km/ó
Gyorsítás	0,4..? m/s²
Ülőhely	56 (+ 0)

**A MÁV 68-05 sorozatú villamos motorkocsi
(BVhmot, beceneve: Kissamu)**

Szokásos vonatösszeállítás	Ülőhely
BVmot+Amxz+Bmxz+Bmxtz	60(+0) + 58(+0) + 64(+0) + 64(+0) = 246(+0) Ebből 1. osztályú: 58(+0)



Darab	3
Gyártásban	1994
Tömeg	74 t
Teljesítmény	1755 kW
Sebesség	160 km/ó
Ülőhely	60

**A MÁV Bvmot sorozatú IC villamos motorvonata.
Beceneve: Samu**



2. o. utastér

**1. o. fülkék üvegfallal
elválasztva**



**A MÁV Bvmot sorozatú IC villamos motorvonatának
utastere**



Darab	123
Gyártásban	2006 - 2015
Tömeg	124 t
Teljesítmény	2600 kW
Sebesség	160 km/ó
Gyorsítás / fékezés	1,3 / 1,3 m/s²
Ülőhely	200 + 11
Állóhely	164 (3 fő/m²)



A Stadler által gyártott négyrészes Flirt motorvonat



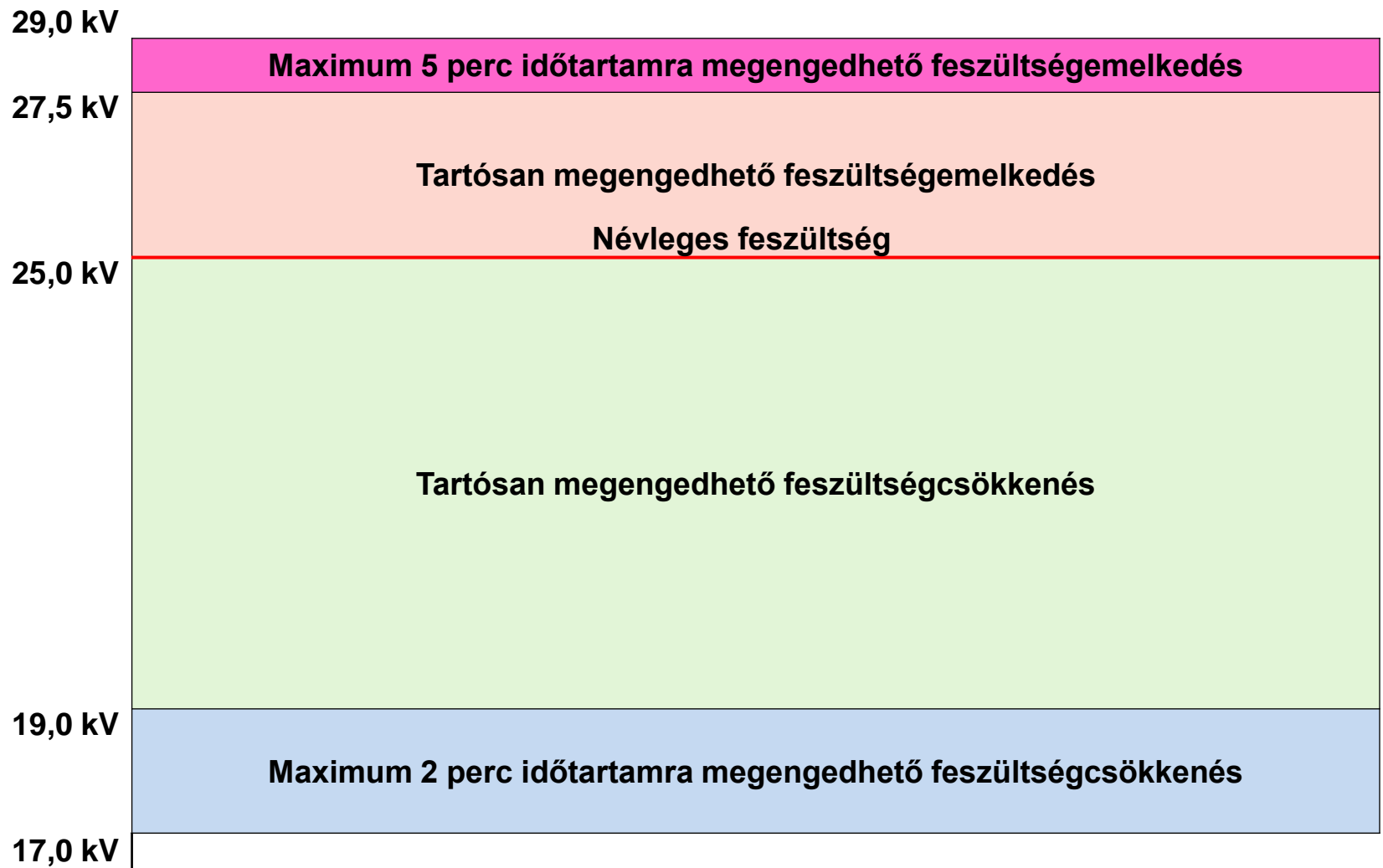
Darab	10
Gyártásban	2006 (MÁV)
Tömeg	116,4 t
Teljesítmény	1523 kW
Sebesség	140 km/ó
Gyorsítás / fékezés	0,77 / 1,3 m/s²
Ülőhely	174 + 25
Állóhely	252 (4 fő/m²)

A Bombardier által gyártott négyrészes Talent motorvonat

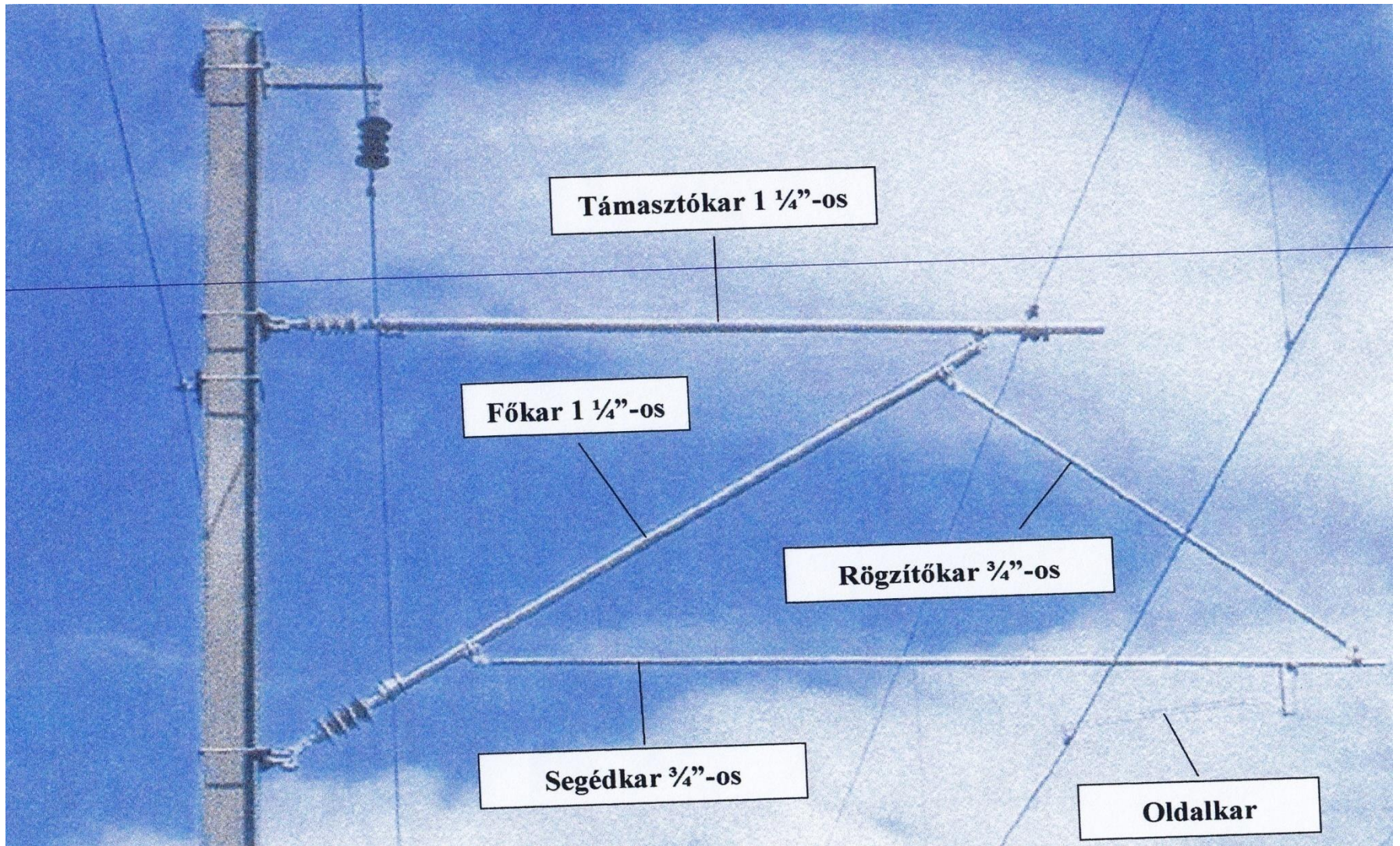
7.1.

A vasúti felsővezeték.

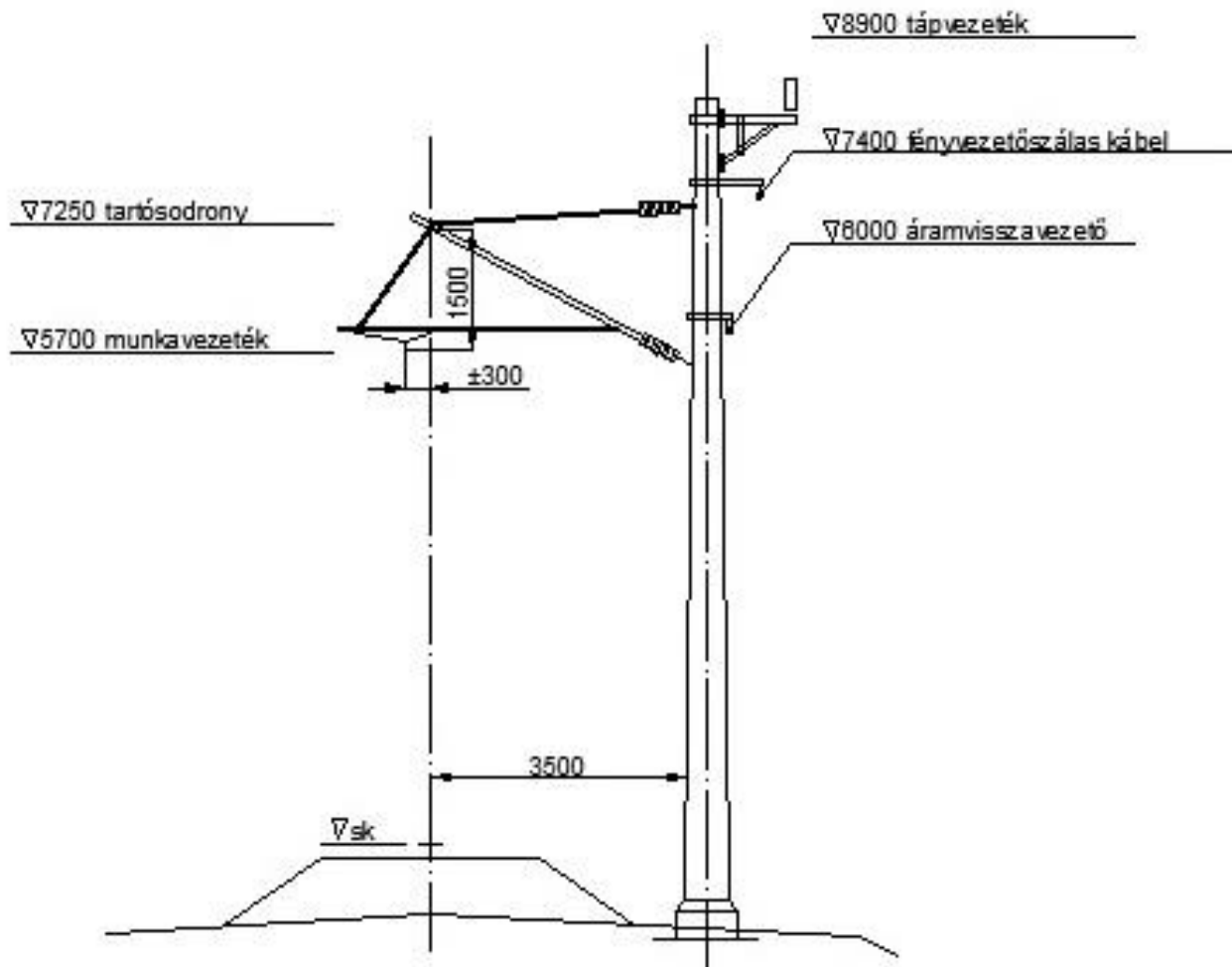
Szerkezetek, értékek,
méretek, megnevezések



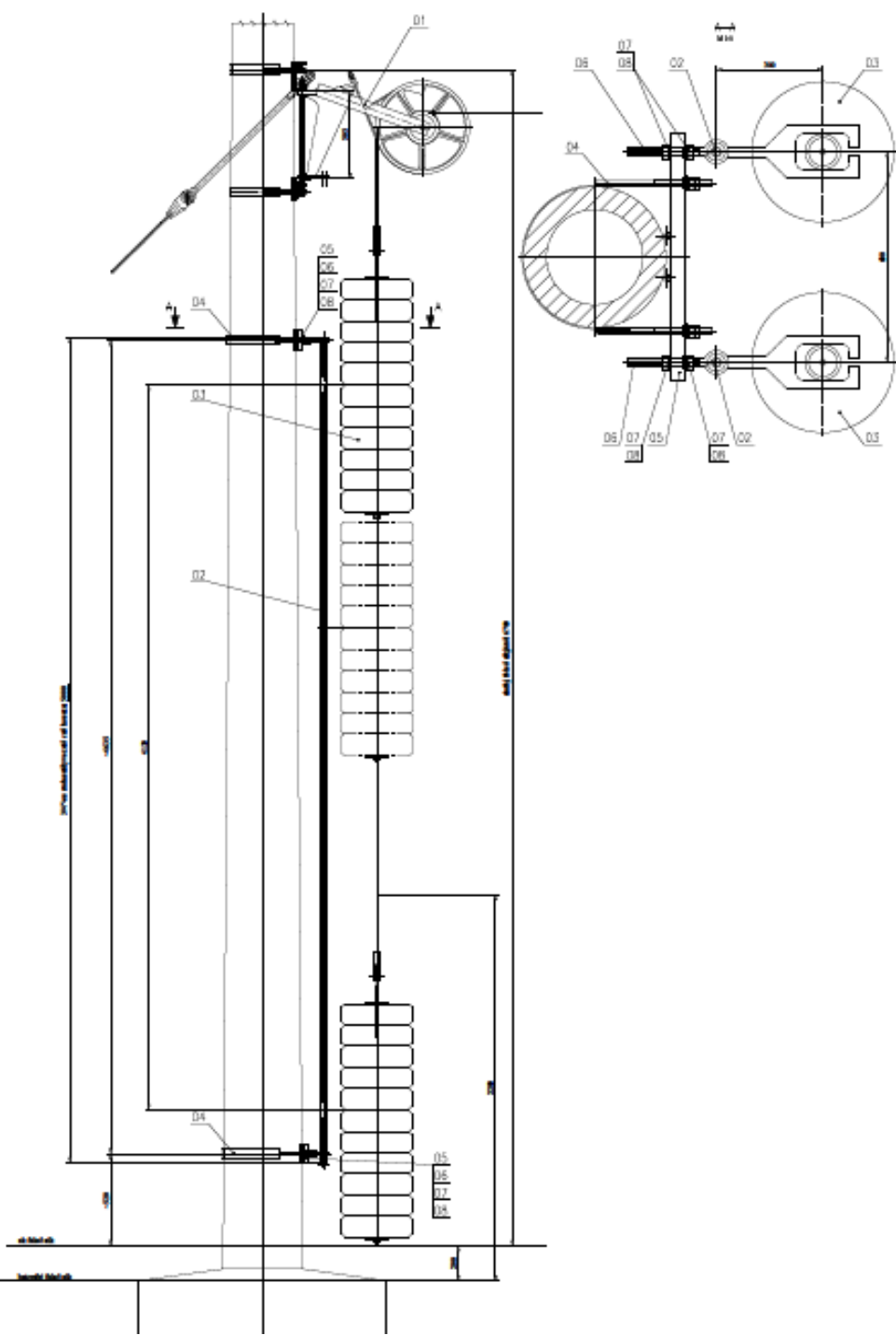
A 25 kV-os felsővezeték-rendszer üzemi feszültsége és megengedett határértékei



A felsővezeték tartószerkezet alkatrészeinek megnevezése



A felsővezeték-rendszer egyes vezetőinek elhelyezése és jellemző méretei



**Súlyfeszítőmű
felszerelve BM20
típusú oszlopra**

**Ebenfurt
állomás
(GySEV) kötél-
poligonos
kereszt-
felfüggesztést
tartó
előfeszített
betonoszlop**

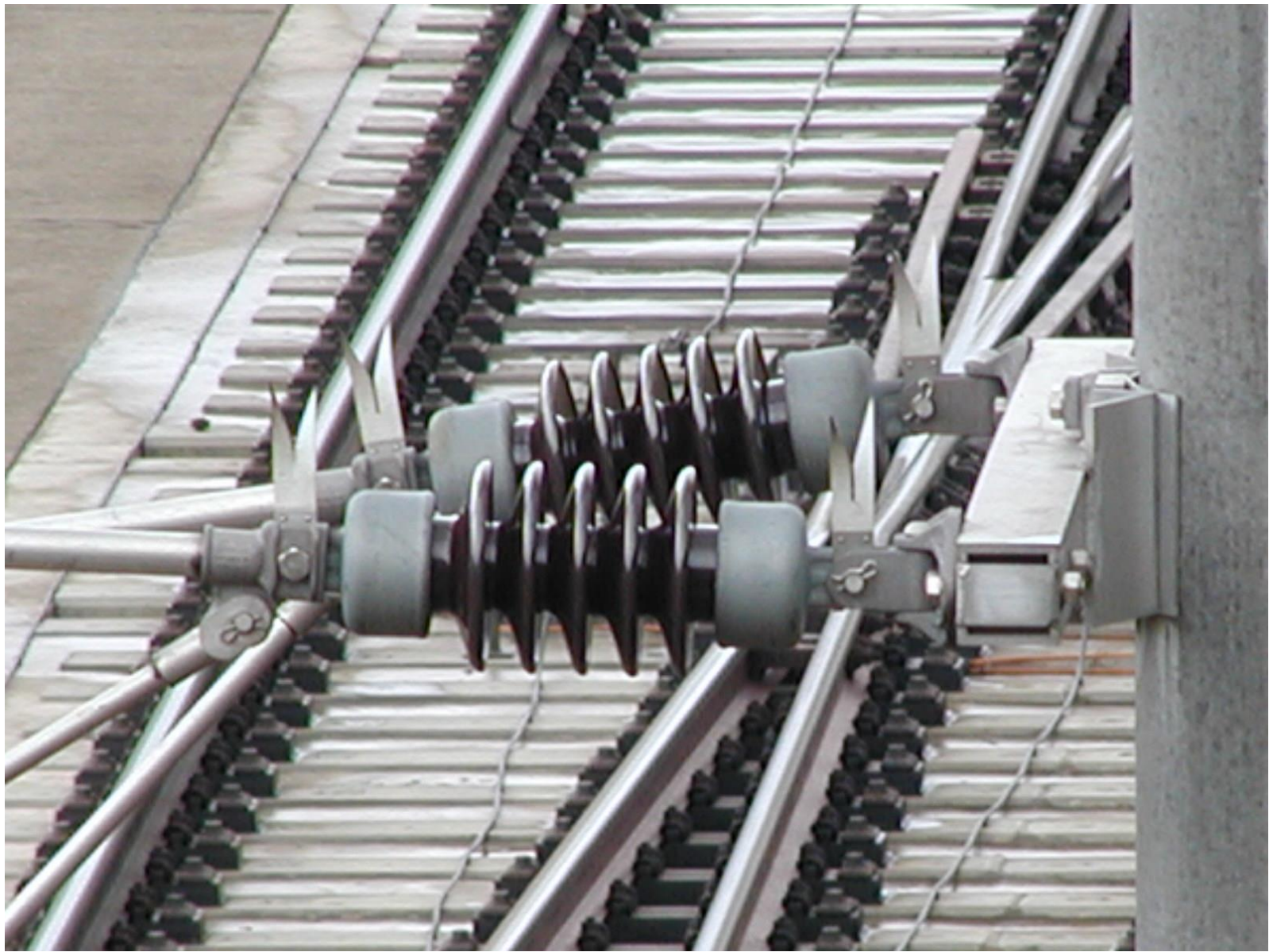




Vonali szakaszolás. Feszítőmű és zuhanásgátló pörgetett vasbeton oszlopon (DB, Bajorország, Kinding)



Vákuum megszakító szakaszkapcsoló



Kettős tartószerkezet vasbeton oszlopra erősítve



Egyedi vasbeton oszlop alátámasztású állomási felsővezeték. A peronvilágítást is pörgetett vasbeton oszlopokra szerelik



**Hosszlánc feszítőmű + zuhanásgátló madárvédelemmel
ellátva (DB, Bajorország, Kinding)**



**Szélfüggesztő
(DB, Bajorország,
Kinding)**

7.2.

Gazdaságossági hatásvizsgálat:
acél oszlop vagy pörgetett
vasbeton oszlop

A pörgetett vasbeton oszlopok előnyei és hátrányai

Előnyök:

**az előállításuk olcsó,
a teherbírásuk, rugalmasságuk nagy,
nem rozsdásodnak, felületvédelemre nincs szükség,
karbantartást nem igényelnek,
szikraköz nem szükséges a biztosítóberendezés zavartalan működéséhez,
élettartamuk hosszú, mintegy 50 év,
környezeti károkra (villámcsapás) nem érzékenyek**

Hátrányok:

**nehezek, a tömegük a velük azonos teherbírású acéloszlopokénak 3 – 4-szerese is lehet,
szállításuk nehezkesebb, de emelőgép használata mindkét anyagú oszlopnál elkerülhetetlen,
ütésre, elejtésre sérülékenyebb**

A pörgetett vasbeton oszlopok és a horganyzott acéloszlopok alkalmazásának gazdasági hatása

Oszloptípusok		Pörgetett vasbeton oszlop (adatok E Ft-ban)		Horganyzott acéloszlop (adatok E Ft-ban)	
Szavatolt élettartam		50 év		25 - 30 év ?	
	Db	Egységár	Teljes ár	Egységár	Teljes ár
Közbenső vonali oszlopok átlagos száma	12	127,0	1 524,0	237,0	2 844,0
Szakaszolás oszlopai					
Utánfeszítőket tartó oszlop	4	250,0	1 000,0	387,0	1548,0
Szakaszolás közbenső oszlop	4	200,0	800,0	363,0	1 452,0
A fix pont három oszlopa	1	609,0	609,0	789,0	789,0
Szikraköz	23	0,0	0,0	18,0	414,0
Összesen			3 933,0		7 047,0
Különbség (1 hosszlánc, 1 vágányú pálya)		3 114,0			
Különbség (1 hosszlánc, 2 vágányú pálya)		6 228,0			
Különbség (100 km 2 vágányú pálya)		415 200,0			

7.3.

Korszerű felsővezetési szerelvények

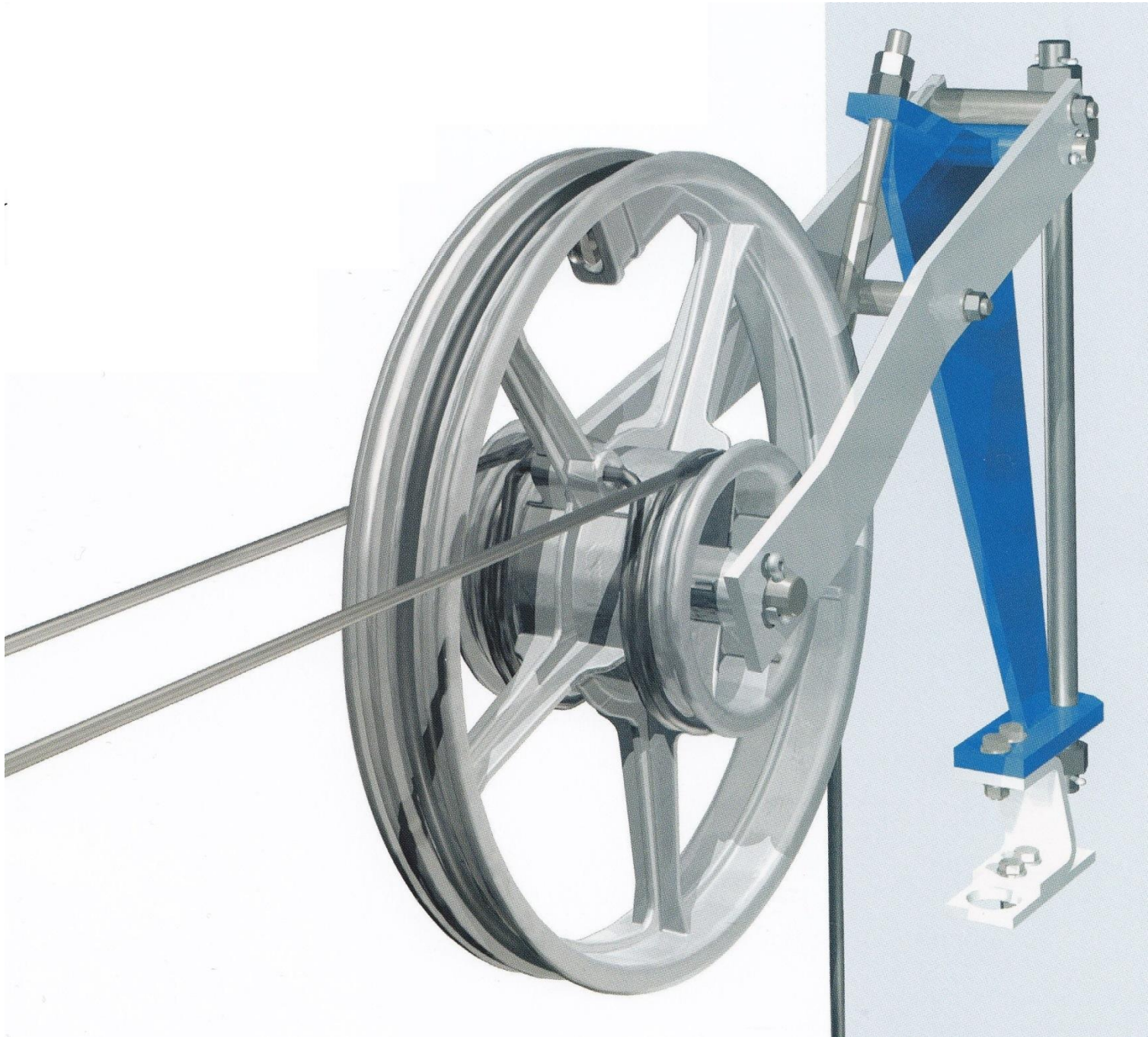
RIBE sodronyfékes zuhanásgátló

Furrer + Frey felső áramvezető sín

Hazai megoldások a Pilisvörösvár – Piliscsaba alagútban

Japán és kínai felsővezetési tartószerkezet

Vákuum megszakító szakaszoló



A felsővezetéki hosszláncok kb. 1500 méterenként feszítési hosszakra tagolódnak, ami biztosítja a hőmérsékletváltozásból adódó hőtágulás kezelését az utánfeszítő berendezések által.

A zuhanásgátlóval ellátott feszítőmű szerkezetnek biztosítania kell a villamos felsővezeték hosszlánc (tartósodronyon és munkavezetéken) meghatározott mechanikai feszítőerejét, valamint vezetékszakadás esetén a súlyok leesés elleni védelmét. A zuhanásgátló szerkezetnek maradandó alakváltozás nélkül kell elviselnie a megengedett üzemi igénybevételének 1,33-szorosát.

A beépített zuhanásgátló berendezés karbantartást nem igényel.

A sodronyfékes zuhanásgátlóval ellátott utánfeszítő berendezés lényeges tulajdonságai, jellemzői.

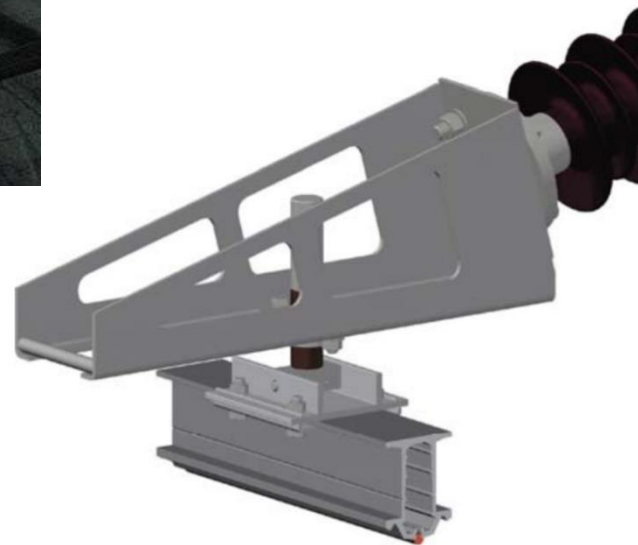
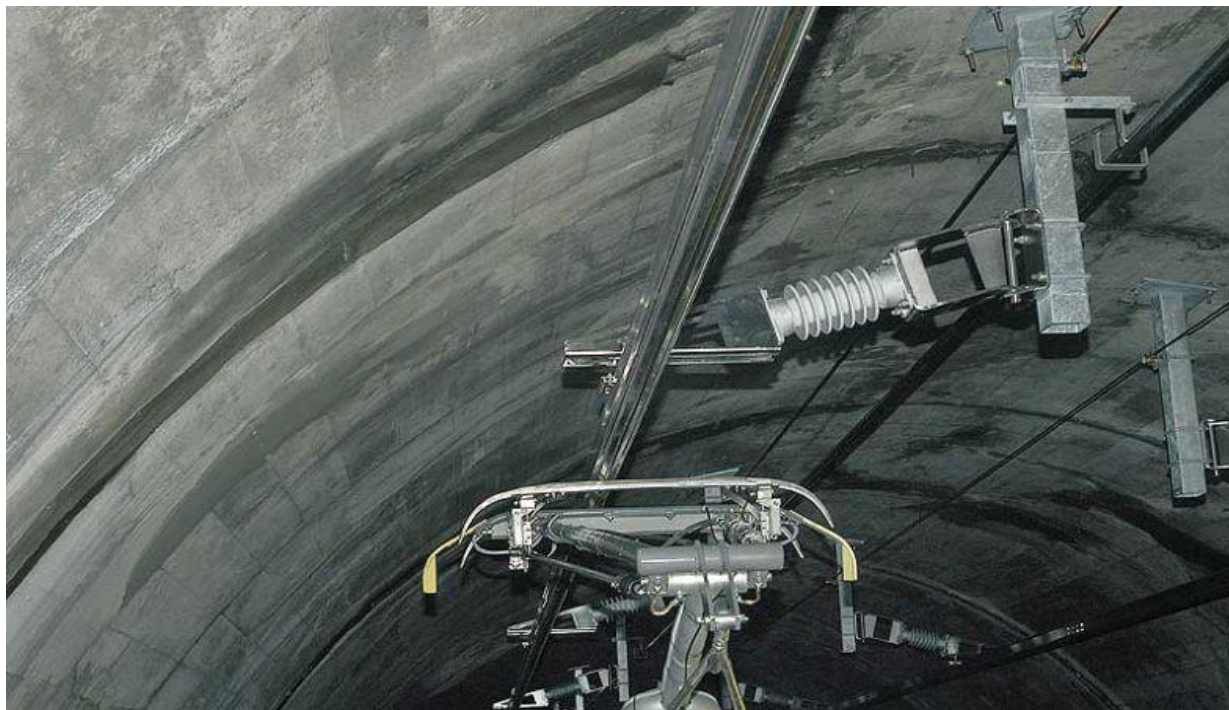
(idézet a MÁV rendszer megfelelőségi engedélyéből)



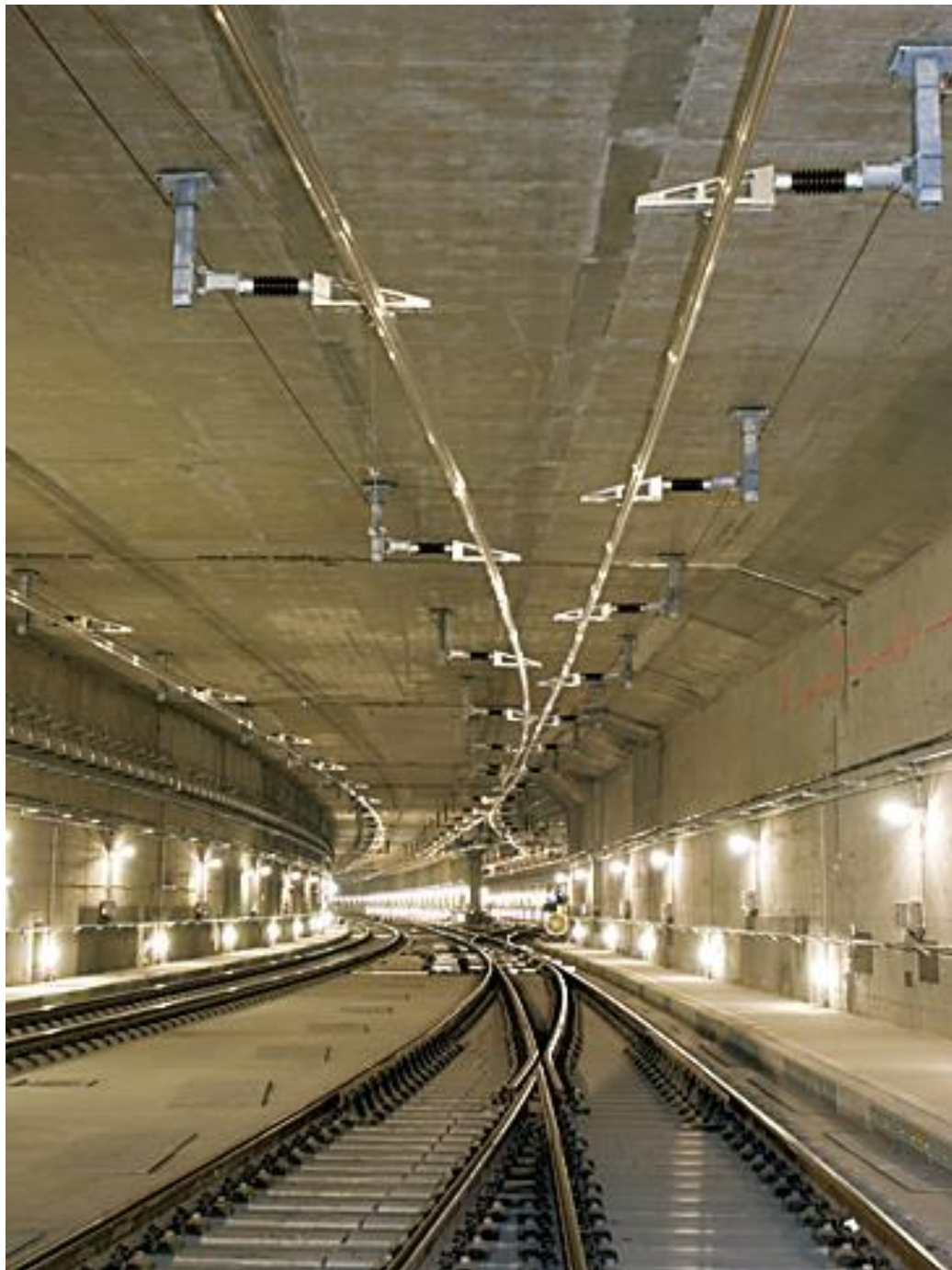
**A
sodronyfékes
zuhanás-
gátlóval ellátott
utánfeszítő
berendezés
a
Püspökladány
– Debrecen
vasútvonal
folyó
munkáinál**



Felső áramvezető sín: alagutak, aluljárók, raktárhelyiségek magassági méreteinek csökkentését teszi lehetővé



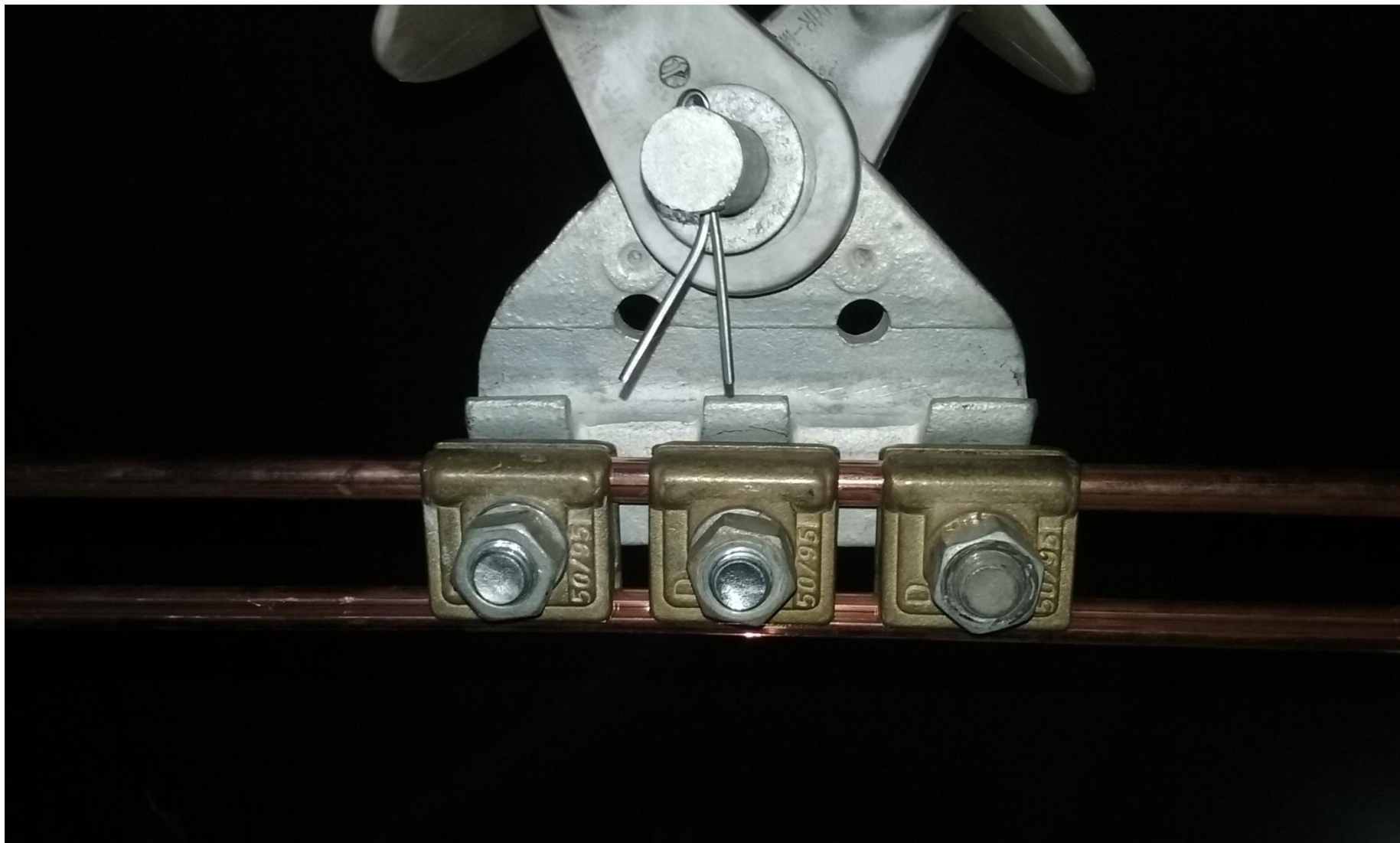
**Felső áramvezető sín: 1984-óta fejlesztik,
referencia világszerte sok száz felhasználási helyen, ezen
a képen alagútban**



**Felső áramvezető
sínnel szerelt
létesítményben ma
már akár 250 km/óra
sebességgel is
haladhatnak a vonatok
(próbaüzemben 302
km/óra)**



**Magyarországon a drága felső áramvezető sín helyett kettőzött munkavezetéket alkalmaztunk, ami a 80 km/h sebesség mellett kitűnően ellátja feladatát
(Pilisvörösvár – Piliscsaba alagút)**



**A kettőzött munkavezeték rögzített (fix) pontja a
Pilisvörösvár – Piliscsaba alagútban**



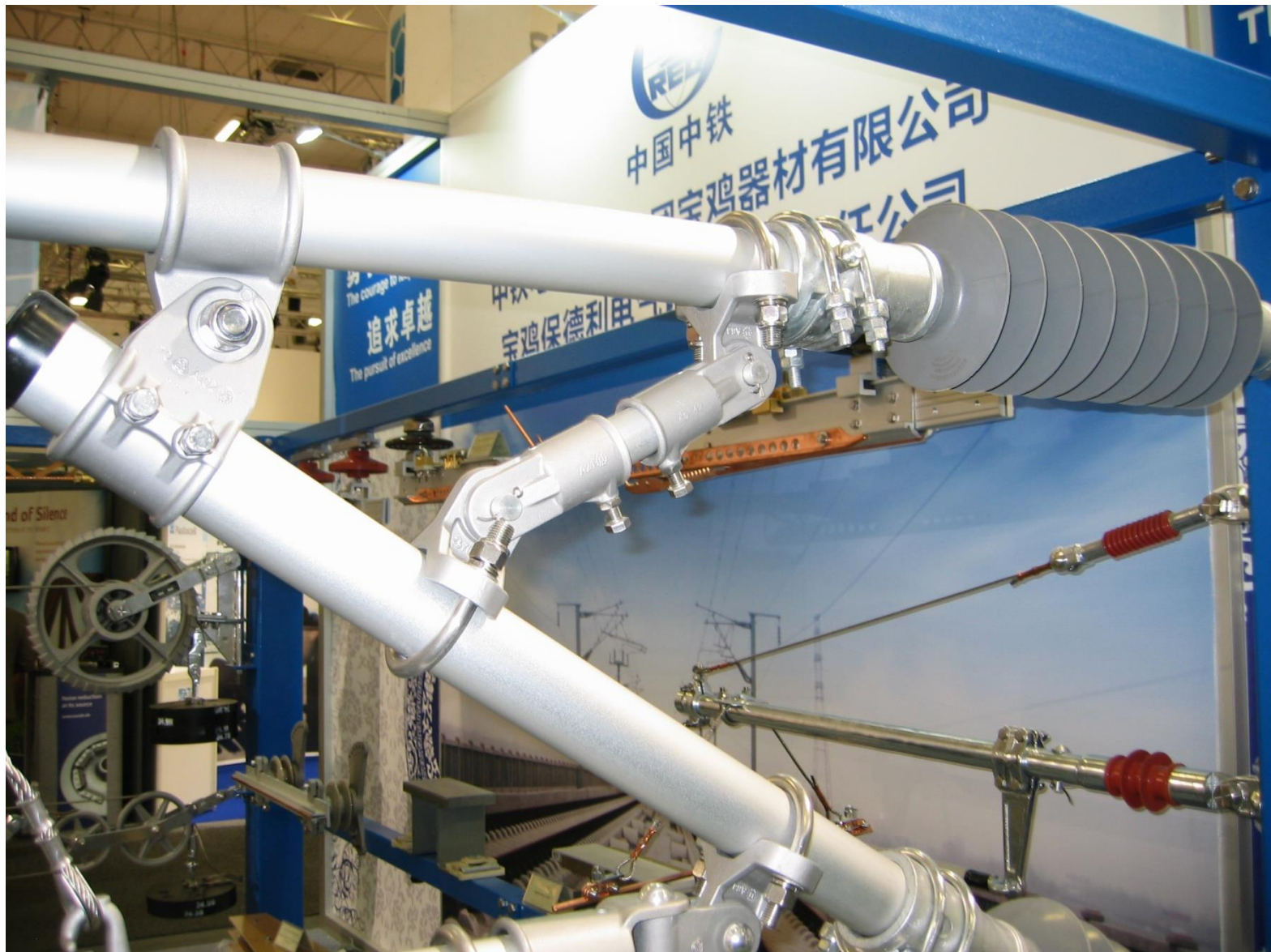
A földelővezeték bekötése a kettőzött munkavezeték rögzített (fix) pontjához a Pilisvörösvár – Piliscsaba alagútban



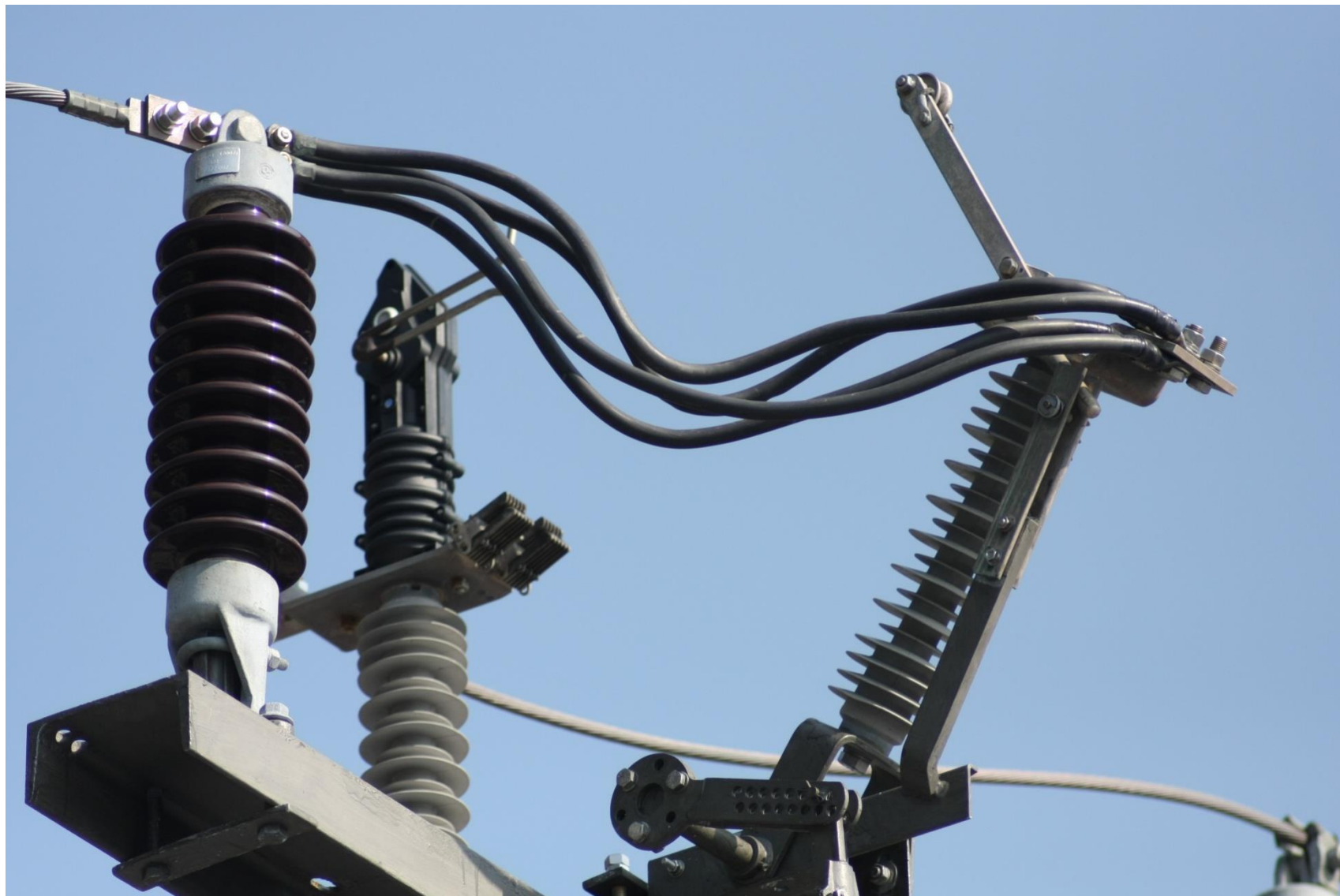
A hosszlánc és a kábelek bevezetése a Pilisvörösvár – Piliscsaba alagút torkolatában



Japánban és Kínában használatos felsővezetéki tartószerkezet 200 km/óra feletti sebességű pályákon

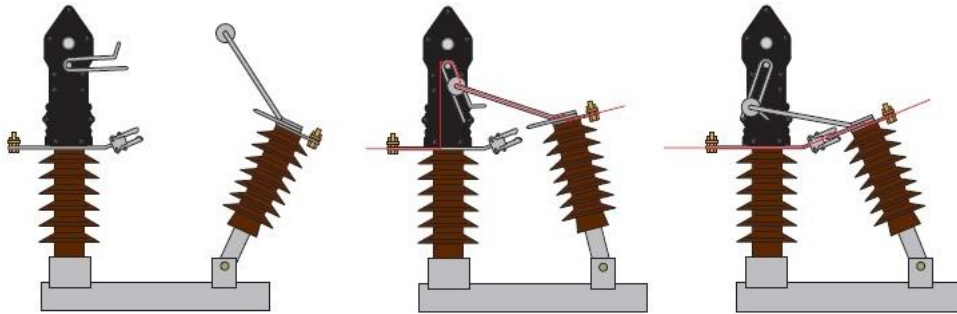


Japanban és Kínában használatos felsővezetési tartószerkezet 200 km/óra feletti sebességű pályákon

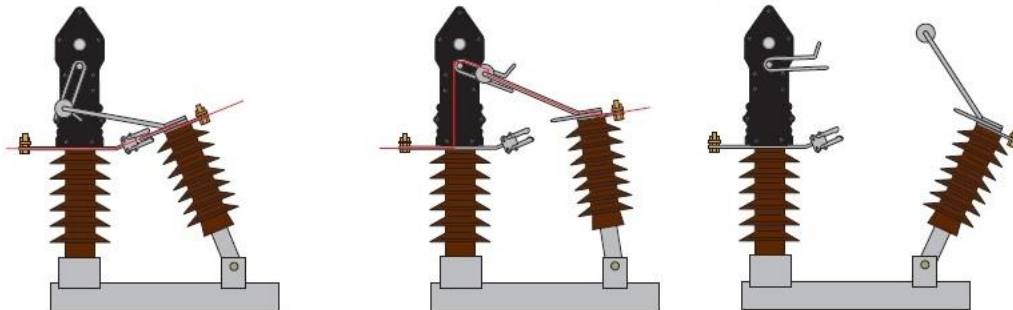


Vákuum megszakító szakaszoló

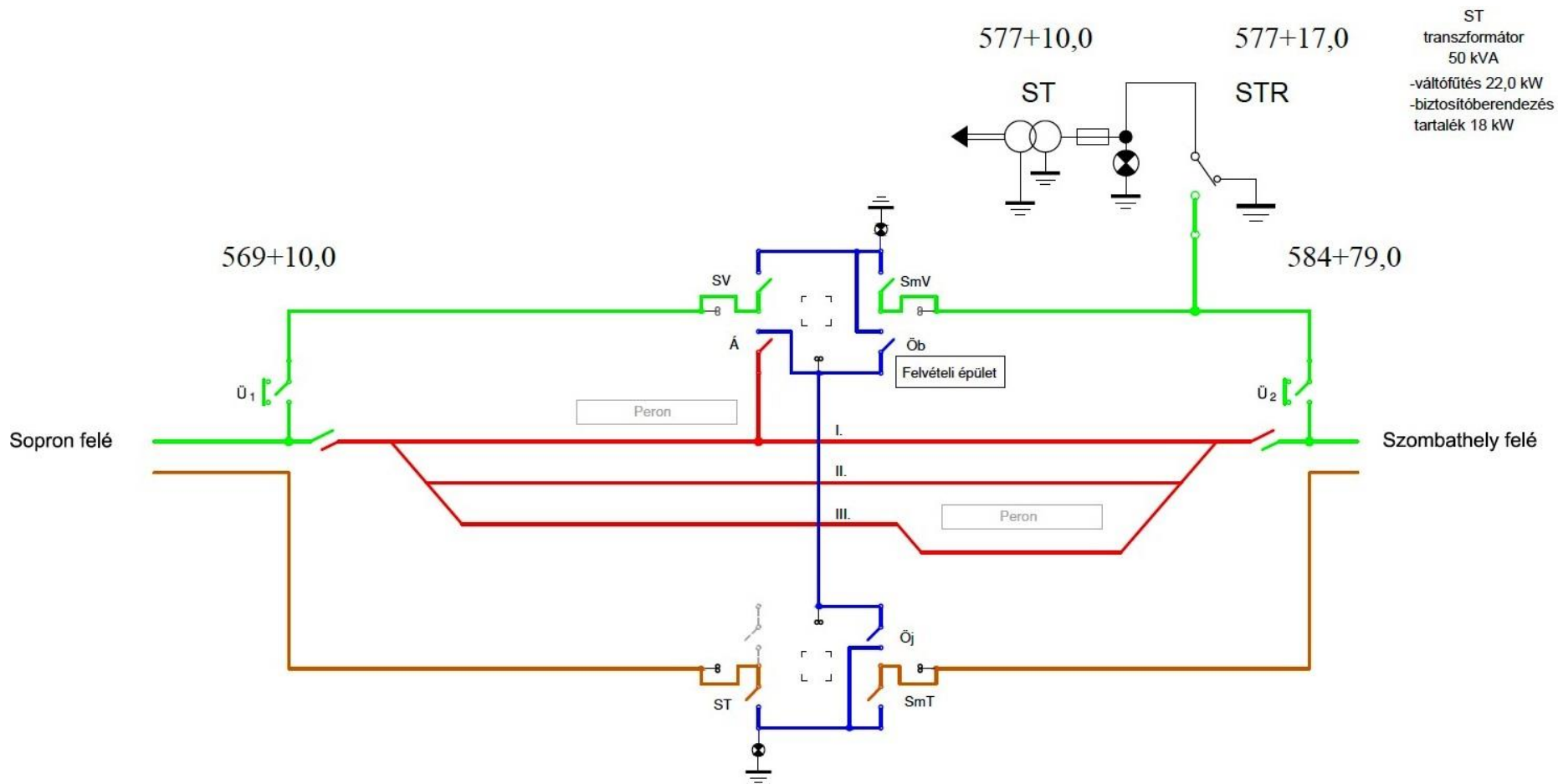
Bekapcsolási folyamat



Kikapcsolási folyamat



Vákuum megszakító szakaszoló



**Hazai példa a kapcsolókert elhagyására:
GYSEV Lövő állomás**

10.
A MÁV leendő
emeletes villamos
motorvonata

MEVE



**2004-2005-évi MÁV villamos motorvonat tenderen
indult az Alstom is két- és háromrész
emeletes vonatával**

A MÁV Rt. 2004-2005-évi villamos motorvonat ajánlatainak összehasonlítása

Alapadatok:	ALSTOM 2 részes	ALSTOM 3 részes	BOMBARDIER 4 részes	STADLER 4 részes
Páholyos ülőhelyek száma	195	302	152	176
Soros ülőhelyek száma	38	48	48	24
Lehajtható ülőhelyek száma	11	15	24	11
Összes ülőhely	244	365	224	211
Állóhelyek száma	169	271	172	164
Férőhelyek száma	413	636	396	375
Ajánlati ár (EUR)	4 800 000	6 600 000	4 811 000	5 237 600
Egy ülőhelyre eső ajánlati ár (EUR)	19 672	18 082	21 478	24 823

**2004-2005-évi tenderen kizárt emeletes vonatok,
illetve a nyertes egyszintes vonatok
néhány jellemző adata**



A magyar utazóközönség 2006-ban megismerkedhetett az emeletes vonattal, igaz nem motorvonattal, csak mozdonnyal vontatott kocsikkal: három Bombardier emeletes kocsi járta az országot

MÁV reklámplakát 2006-ból

*Utazott Ön már
emeletes vonaton?*



Elérjük céljait. MÁV www.mav.hu MÁVDIREKT: 06 (40) 49 49 49



BOMBARDIER

Most itt a lehetőség, hogy kipróbálja a Magyarországra érkező, menetrendszerinti forgalomban 3 héti közlekedő emeletes vonatot.

Hol érzi jobban magát – fent vagy lent?

Kérdézbiztosainkkal erre, és még néhány az utazással kapcsolatos kérdésre keressük a választ.

Segítségét előre is köszönjük.

**A MÁV
prospektusa
a 2006-os
bemutató
menetek
idején**

Az emeletes vonatok beszerzésének legutóbbi fejezete

2016 novemberében a MÁV pályázatot írt ki nagy kapacitású 600 férőhelyes villamos motorvonatok szállítására. A feltételek annak kedveztek, hogy leginkább emeletes vonat lehet a befutó. Egyetlen ajánlat érkezett, a Stadler pályázott a **KISS** (=Komfortabler Innovativer Spurtstarker **S**-Bahn-Zug) fantázianevű járművével. Potenciális jelentkező lehetett volna még az ALSTOM, de a metróprojekttel kapcsolatos hiszterizált közhangulatban nem pályáztak. Hiányuk fájdalmas, a pályázat verseny és áralku nélkül dőlt el.

2017. április 12-én a MÁV Start Zrt. És a STADLER Bussnang AG keretszerződést írt alá minimum 10, legfeljebb 40 darab hatrészes emeletes villamos motorvonat leszállítására.

A továbbiakban a pályázat műszaki feltétlfüzetében foglalt adatok, a MÁV szerződéskötést követően kiadott ismertetője és a megjelent sajtóközlemények alapján röviden bemutatjuk a motorvonat néhány

MEVE
Műszaki adatát.

2-teilig
52.5 m
ca. 210 Sitzplätze



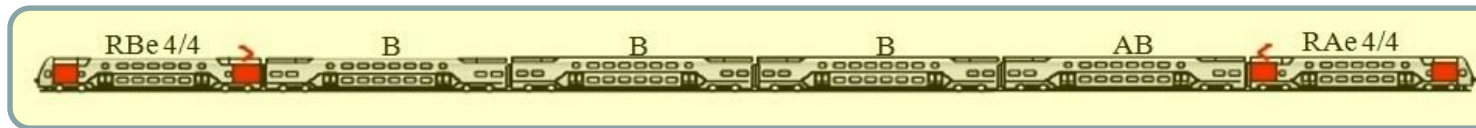
3-teilig
79.3 m
ca. 350 Sitzplätze



4-teilig
100.0 m
ca. 410 Sitzplätze



6-teilig
150.2 m
ca. 650 Sitzplätze



5-teilig +
Lok 146 ca. 620 Sitzplätze
154.2 m



A Stadler emeletes járműcsaládja

A Stadler KISS jellemző adatai – 1

Vevő	MÁV-START Zrt.
Hálózat	Budapest elővárosi vonalai
Nyomtáv	1435 mm
Üzemelési terület	Elővárosi közlekedés
Felsővezeték-feszültség	25kV 50Hz
Tengelyelrendezés	Bo'Bo' + 2'2' + 2'2' + + 2'2' + 2'2' + Bo'Bo'
Mennyiség	40 (keretszerződés)
Üzembehelyezés	2019
Ülések	
2. osztály	600
Felhajtható ülések	5
Padlómagasság	
Alacsonypadló	440 mm
Magaspadló	1350 mm

A Stadler KISS jellemző adatai – 2

Belépőszélesség	1400 mm
Hosszirányú nyomóerő	1500 kN
Vonókészülékek közötti hossz	155,88 m
Járműszélesség	2800 mm
Járműmagasság	4595 mm
Forgóváz tengelytávolság	
Hajtott forgóváz	2500
Futó forgóváz	2500
Hajtott kerékpár átmérője (új)	920 mm
Futó kerékpár átmérője (új)	920 mm
Állandó teljesítmény	4000 kW
Maximum teljesítmény	6000 kW
Indító gyorsulás	1,1 m/s ²
Indító vonóerő (<54km/h)	400 kN
Maximum sebesség	160 km/h

A Stadler KISS jellemző adatai – 3

Technológia

- A legújabb ütközési (EN 15227) és szilárdsági (EN 12663) szabványoknak megfelelő könnyű alumínium kocsiszekrények
- Hajtott és futó forgóvázak légrugós felfüggesztéssel
- EVM és ETCS Level 2 vonatbefolyásoló berendezések

Kényelem

- Korszerű légkondicionáló rendszer az utasterekben és a mozdonyvezető fülkéjében
- Panel rendszerű fűtés, friss levegő áramlás a perforált mennyezeten keresztül
- Világos, kényelmes, utasbarát, egyedi kialakítást is lehetővé tevő belső terek
- Összesen 4 (3 hagyományos, 1 mozgássérült) WC

A Stadler KISS jellemző adatai – 4

Utások, Személyzet

- Ergonomikus vezetőállás a mozdonyvezetők figyelemvesztésének elkerülésére
- Felhasználóbarát és informatív utastájékoztató rendszer
- Nagyvonalúan méretezett belépő terek az optimális utasáramláshoz
- Oldalanként 12 ajtó a gyors utascseré biztosításához

Megbízhatóság / Rendelkezésre állás / Szervizelhetőség / Biztonság

- Vonatbusszal és diagnosztikai számítógéppel rendelkező vonatvezető rendszer (CANopen bus)
- 4 hajtott forgóvázzal és vízűtéses IGBT átalakítóval rendelkező redundáns hajtásrendszer
- Könnyen áttekinthető utazóterek az utasáramlás és az utasbiztonság elősegítésére
- Korszerű kamerarendszer
- Fejlett járműdiagnosztika, szervizbarát kivitel



**A beszerezni kívánt Stadler KISS fantáziarajza
A Nyugati pályaudvaron**



Fantáziarajzok készülnek szép számmal a KISS-ről

A MÁV villamos motorvonat ajánlatainak összehasonlítása

Alapadatok:	ALSTOM	ALSTOM	BOMBAR-DIER	STADLER FLIRT	STADLER KISS	STADLER KISS
	2 részes	3 részes	4 részes	4 részes	6 részes	6 részes
Megvásárolt ill. rendelni tervezett vonat	0	0	10	123	Első 10 db	További 30 db
Páholyos ülőhelyek száma	195	302	152	176		
Soros ülőhelyek száma	38	48	48	24		
Lehajtható ülőhelyek száma	11	15	24	11		
Összes ülőhely	244	365	224	211	600	600
Állóhelyek száma	169	271	172	164		
Férőhelyek száma	413	636	396	375		
Ajánlati ár (EUR)	4 800 000	6 600 000	4 811 000	5 237 600	16 900 000	14 950 000
Egy ülőhelyre eső ajánlati ár (EUR)	19 672	18 082	21 478	24 823	28 167	24 917

A korábbi és a jelenlegi járműtender néhány jellemző adata



**Egy négyrészes Stadler Kiss motorvonat befut a
Berlini Alexanderplatz-ra**

Felhasznál irodalom

1. **Fahrleitungen elektrischer Bahnen (Siemens, 2014)**
2. **Furrer + Frey Overhead contact lines**
3. **RIBE electrical fittings Tension Wheel with integrated Cable Brake**
4. **Baoji Line Parts Co., Ltd of China Railway Electrification Bureau Group**
中铁电气化局集团宝鸡器材有限公司
5. **Különböző vasúti és beszállítói honlapok, prospektusok**
6. **A hazai áramszolgáltatók madárvédelmi ajánlása**
7. **Zimmer József fotói**
8. **Csoma András: Vákuum megszakító szakaszkapcsoló**
9. **Csárádi János: Vasúti villamos felsővezetékek építése és fenntartása**
10. **Szabó István: Villamos felsővezeték táplálási rendszerek**

Köszönöm a figyelmüket