



Kandó Kálmán életműve

Krasznai Enikő, Borbély Endre
Óbudai Egyetem
Kandó kálmán Villamosmérnöki Kar

Kolozsvár, 2025. június 28.

Beethoven IX. szimfónia,
IV. tétel, részlet



*„Nem hal meg az, ki milliókra költi
Dús élte kincsét, ámbár napja múl.”
(Arany János)*

Egy zseniális magyar mérnök a 20. században Kandó Kálmán életműve



egerfarmosi Dr. H. C. Kandó Kálmán
1869. július 8. Pest – 1931. január 13. Budapest
(Kandó László olajfestménye)

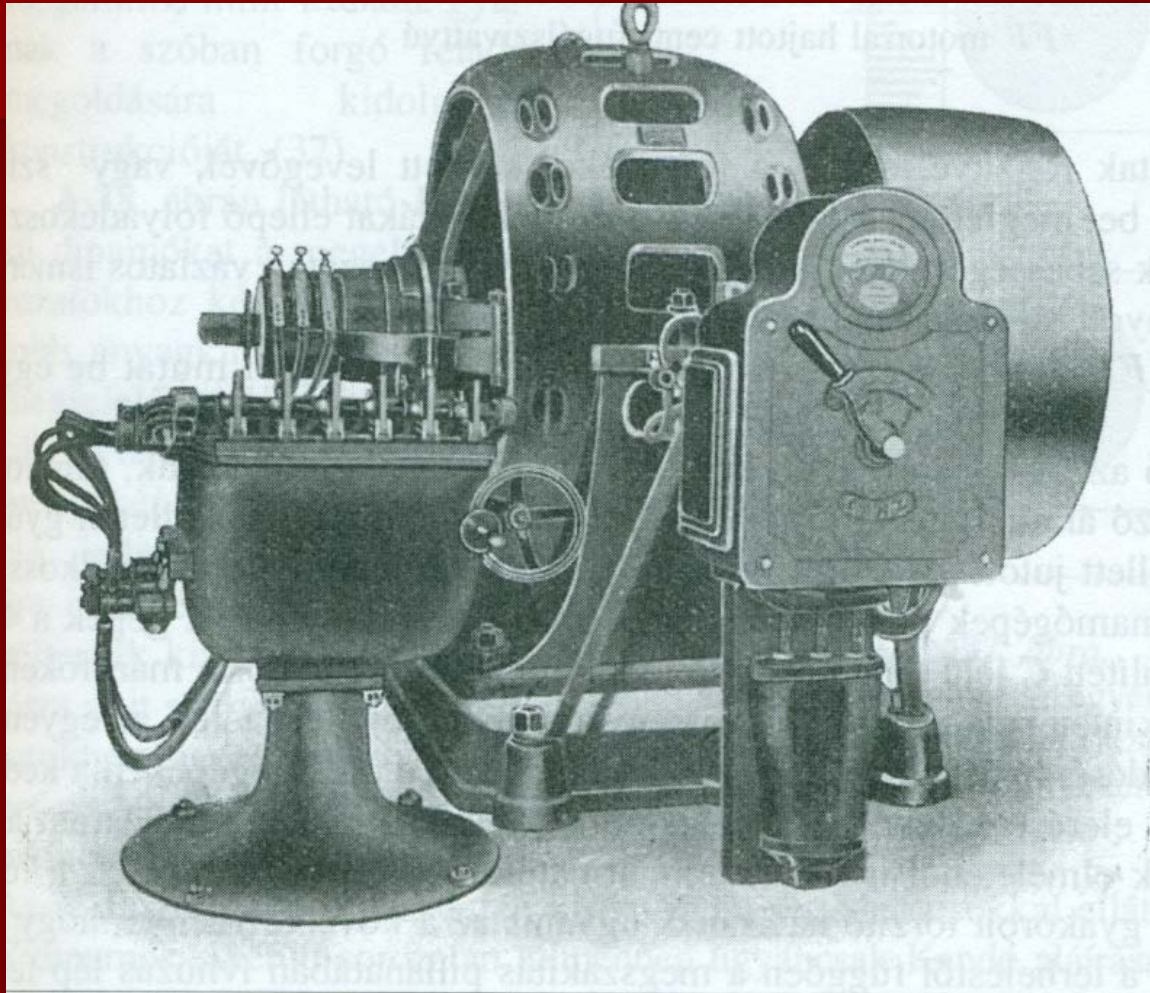
Családja, indulása

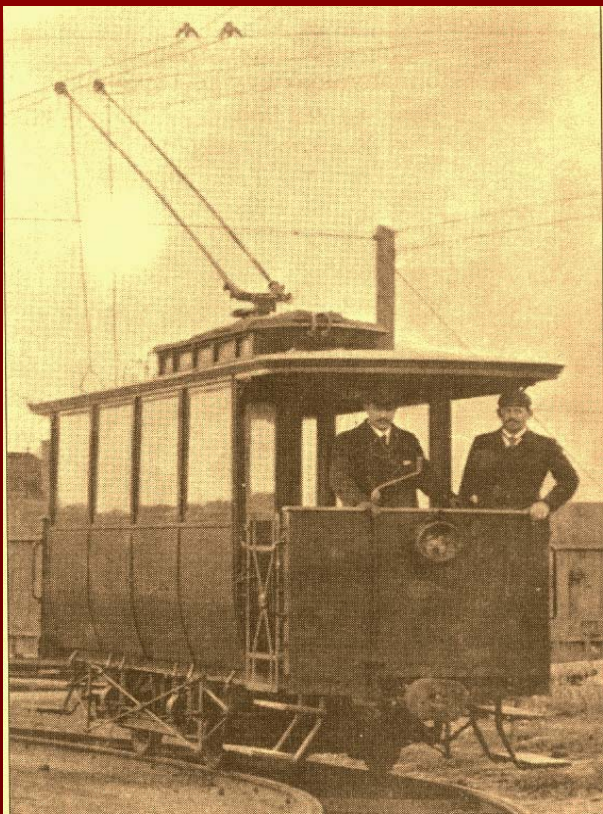
- sztregovai és egerfarmosi Kandó, Nógrád, Abaúj, Heves megye, 1103-tól. Szülei: Kandó Géza tisztviselő és Gulácsy Irma.
- 1888. Érettségi; 1892. kitűnő gépészmérnöki oklevél a Műegyetemen; 1 év katonai szolgálat Polában.
- 1893. 1 év tanulmányút: Párizs, Compagnie de Fives-Lille, indukciós motorok tervezése, új számítási módszer.
- 1894. Ganz- és Társa Vasöntő és Gépgyár Rt. Elektrotechnikai Osztály. Igazgató: Mechwart András.
- 1895. Szerkesztési osztályvezető. Háromfázisú indukciós motorok számítási módszerének kidolgozása. Több, nagy szériaszámú sorozat: „F” „AF” „FF” „FT” jelű motor, induktor-generátor.
- Ganz-gyári kísérletek háromfázisú villamos vontatással, bányavasutaknál (Pereces, Vajdahunyad), egyenáram, nem biztonságos – de ki kell váltani a gőzmozdonyt!

Villamos vontatási kísérletek

- 1896. Kandó: Ganz-gyári próbapályán 500 V-os kétfázisú indukciós motor, 2 tengelyű próbakocsit hajtott.
- Konklúziók: Az indukciós motor alkalmas a vasúti vontatásra; Csak a váltakozó áram alkalmas a vasúti vontatáshoz.
- 1897. Igazgatóhelyettes. Út Baltimore-ba, a villamos vontatás tanulmányozása – véleménye.
- 1898. Evian-les-Bains: Ganz-gyári 200 V-os háromfázisú villamoskocsi. 300 m, 10%-os lejtő, 10 km/h, napi 60 menet, évtizedeken át üzembiztos.
- 1899. febr. 2. Házasság Pósch Ilonával.
- Gyermekük: Kálmán 1899., Sára Ilona 1901.

Nagyteljesítményű „FF” jelű indukciós motor





500 V-os kétfázisú próbakocsi,
Ganz próbapálya 1896.



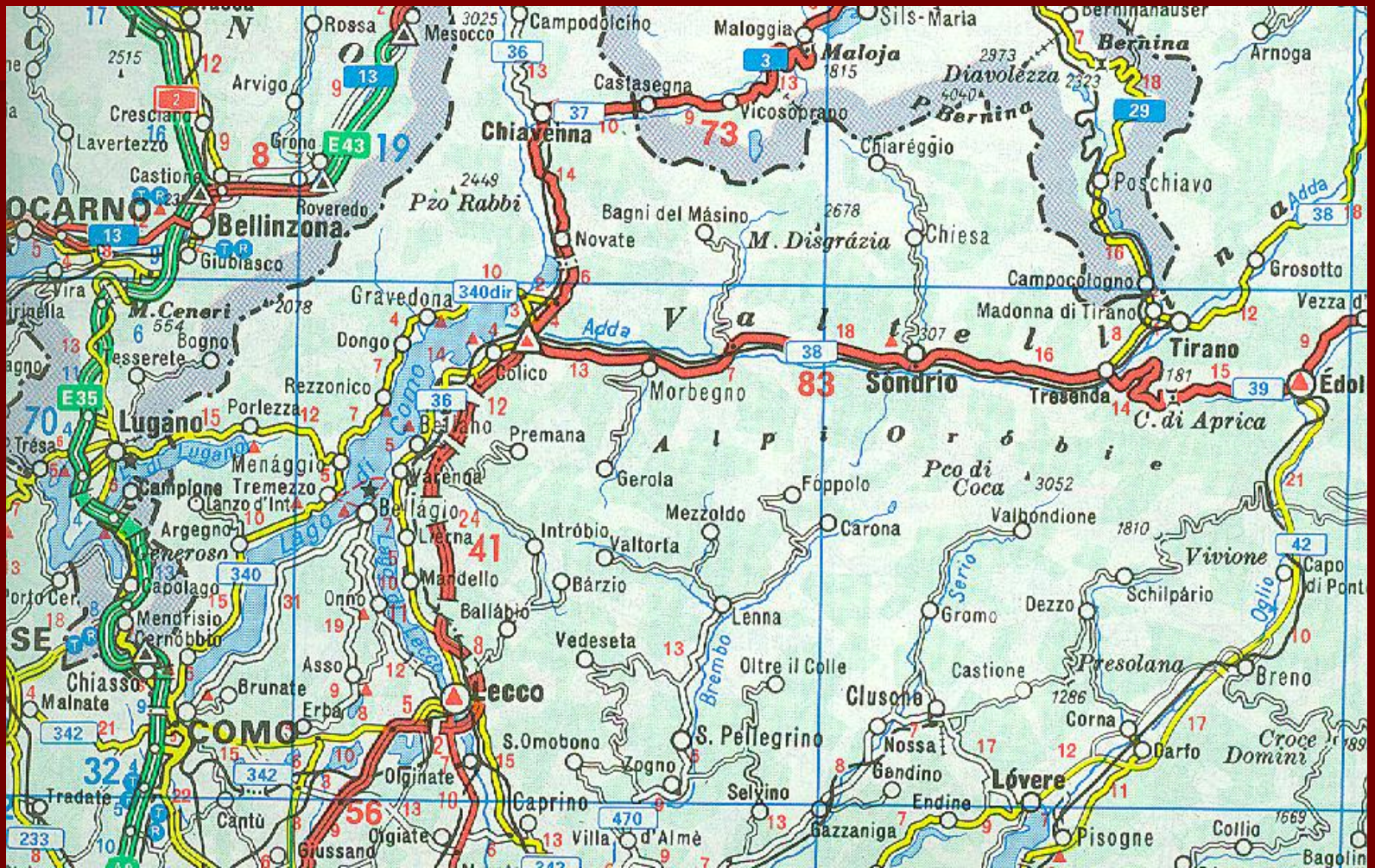
200 V-os háromfázisú villamoskocsi,
Evian-les-Bains 1898.

A Valtellina vasút villamosítása

- 1898. Olasz vasúttársaság pályázata vasútvillamosításra. Új, kockázatos, a Ganz-gyár nyer. Cél: kiváltani a gőzmozdonyt.
- A Comoi-tó keleti partján és az Adda folyó völgyében, 106 km hosszú vonal, három szakasz, változatos terepviszonyok, szintkülönbségek, sok alagút, kissugarú kanyar.
- 1,5 km-es zárt próbapálya a Hajógyári-szigeten. Műszaki paraméterek: 3000 V nagyfeszültség, 15 Hz frekvencia. (Hajógyári Hőerőmű.) 15 hónap kísérlet után fényes siker!
- Szerződés az olasz vasúttal: 10 db 360 kW teljesítményű motorkocsi, 2 db 660 kW teljesítményű tehervonati mozdony, 9 db transzformátor-állomás, teljes vezetéképítés (2 felső+sín). Motorkocsi: 53 t, 32 és 64 km/h, a mozdony: 46 t, 29 km/h sebességes.
- A Morbegno-i vízerőmű adja az áramot, Ganz turbinákkal.

Valtellina-térkép:

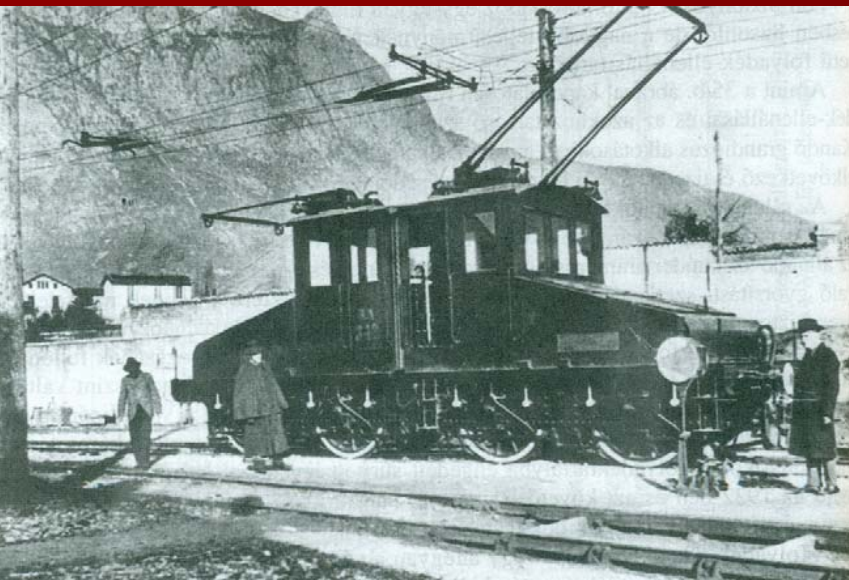
Sondrio –Colico, Chiavenna – Colico, Colico – Lecco



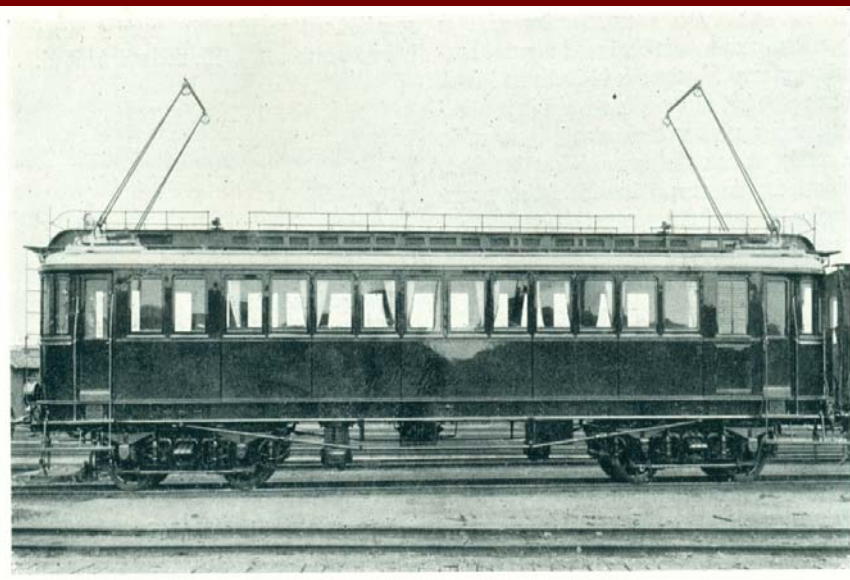
A Valtellina

- Számos alkatrész Kandó találmánya, melyek szabadalmak.
- Nagyszerű tervezőgárda: Gyula öccse, Cserhádi Jenő, dr. Törei Tóth László, Korbuly Károly és Sándor, Mechwart Hugó, Ott Gyula, Pavlovszky Gyula, selmeci Pöschl Imre, Windisch Antal.
- 1902. szept. 4. Megnyitás. Világraszóló siker, meghozza a világhírt. Csodálatra méltó és gazdaságos! Másnaptól üzemi forgalom: 36 vonat/nap, mind percnyi pontossággal.
- Ez a világ első nagyfeszültségű, váltakozó áramú villamos vasútja és Európa első villamosított fővonala.
- 1903~1906. Több új mozdony a Valtellina vonal részére, mind sikeres.

A Valtellina mozdony és motorkocsi



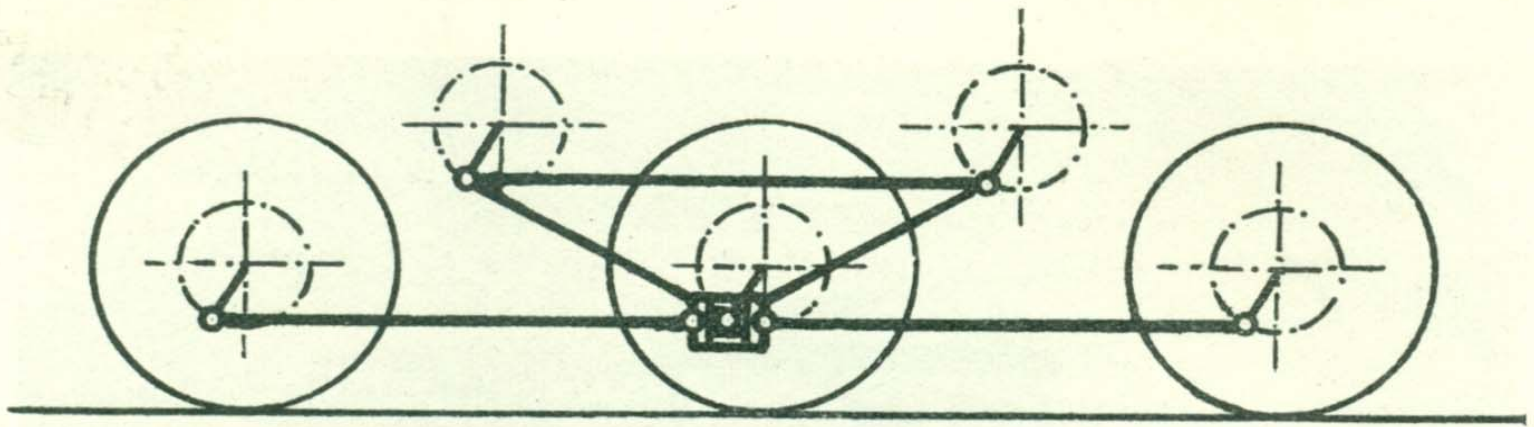
Az RA 34 sorozatú háromfázisú
mozdony



Az RA 32 sorozatú motorkocsi

A Kandó-háromszög

- Új találmány: a villamos mozdony rudazatos hajtóműve, a meghajtott villamos motorok összekapcsolását szolgálja a kerekkel. Szabadalom: 1903. április. 21.



5. ábra

A Kandó-keretes hajtómű, az ún. „Kandó-háromszög” vázlata

A Kandó-keret, vagy Kandó-háromszög vázlata

1906. Binden mozdony, Nagyvárad



Olaszországi munkássága

- 1905. Az olasz vasutak államosítása.
- 1906. Kandó rendszere – a „Sistema Italiana”.
- Vasútvillamosítás Észak-Olaszországban, 2000 km. A mozdonyok Olaszországban készülnek.
- Mozdonygyár Vado-Liguréban, G. Westinghouse (USA) pénzén: Societa Italiana Westinghouse.
- 1906. Probléma a Ganz-részvényesekkel, elhagyja a céget. Munkatársaival Budán tervezi a Giovi-vonal mozdonyait.
- 1907. Családjával Zinolába költözik, munkatársai követik.

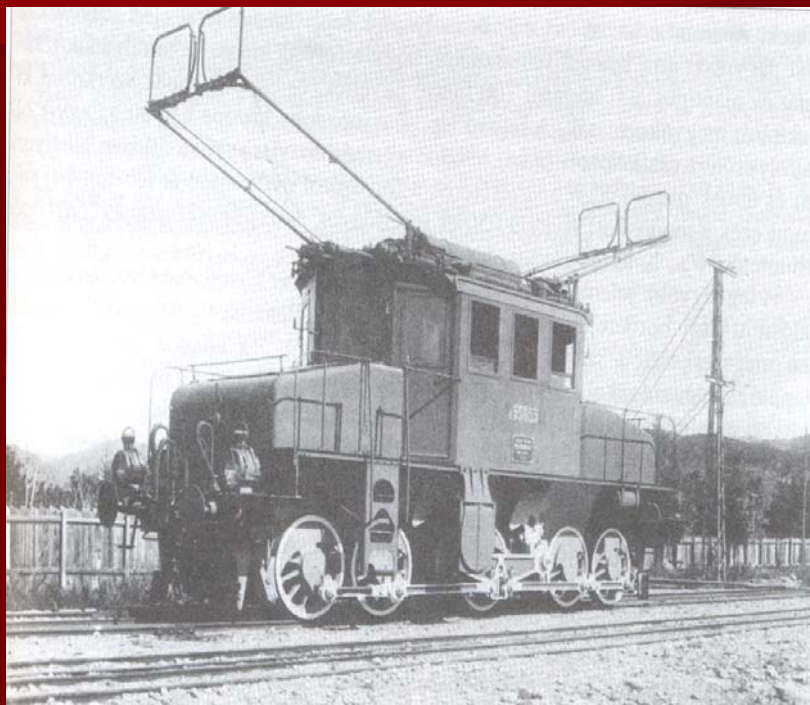
A Genovai öböl térképe



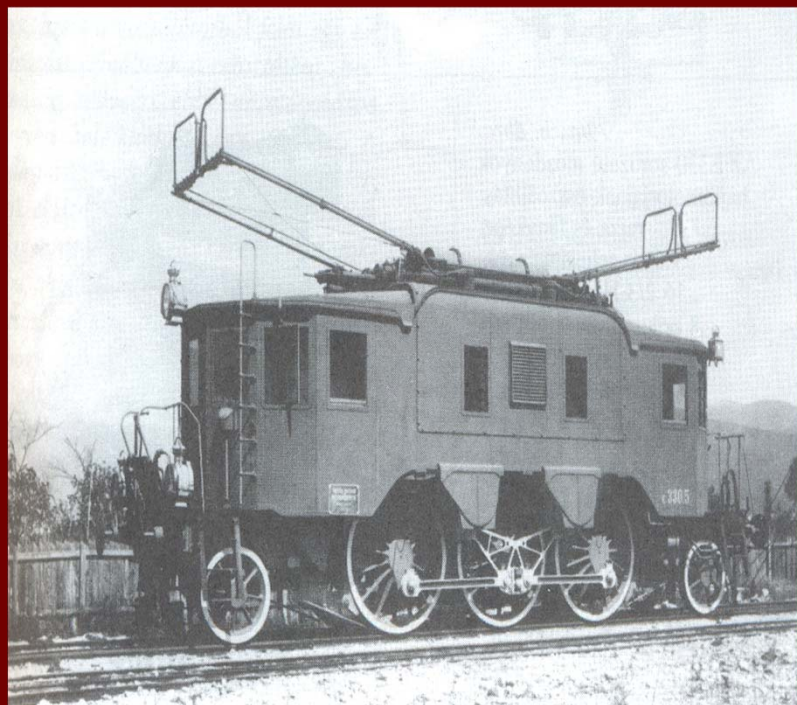
A Giovi-mozdonyok

- A 050 sorozatjelű „Cinquanta” vagy „Giovi” mozdony, sorozatgyártás, több mint 40 db készül, legnagyobb példányszám.
- Nehéz terepviszonyok. Feladat: 380 t súlyú szerelvényt 35 ezrelék emelkedőn, 400 m sugarú ívben 200 sec alatt 45 km/h sebességre gyorsítani, 1 húzó és 1 toló mozdonnyal, fel- és lejtmenetben.
- Számottevően túlteljesítik a szigorú feltételeket. 2 mozdony. Lejtmenetben áram-visszatáplálás, haszonfékezés, kevesebb kopás. Jó a konstrukció!
- 1911. Elektrotechnikai kongresszus, Torinó. Nemzetközi elismerés.
- 1912. E330-as széria síkvidéki pályákra. 100 km/h sebesség, 2000 kW teljesítmény. Ez a „Trenta”, ugyanolyan sikeres, mint a Cinquanta. Üzembiztos, 1976-ig üzemelt!

Nagyszériájú, sikeres mozdonyok



Az E550-es mozdony, a Cinquanta



Az E330-as mozdony, a Trenta

Kandó Kálmán az olaszországi sikerek idején



Milánó, Leonardo da Vinci Technikai Múzeum



A Valtellina mozdony egyik utolsó példánya

Tragédiák, változások

- 1913. július 9. Elveszíti feleségét.
- 1914. augusztus 1. Kitör az I. világháború.
- 1915. március: Olaszország hadba lép, hazamenekül.
- 1916. Újra sorozzák. Bécs, Hadügyminisztérium, a vasutak szénellátási előadója. Konklúzió: a vízi energia a jövő.
- 1916. dec. 1. Új szabadalma: szinkron~fázisváltó.
- 1917. Ganz~kérésre felmentik a katonaságból, műszaki, majd vezérigazgatója lesz a Ganz Villamossági Gyárnak.
- 1920. június 4. Trianoni békediktátum.
- 1922. október 18. műegyetemi hallgató fia tragikus halála.
- 1923. Leánya férjhez megy, 1924-ben unokája születik.

Trianon

A békediktátum következtében elvesztette hazánk:

- lakosságának 2/3~át,
- területének 2/3~át,
- vízerőműveinek 94%-át,
- szénvagyon 60 %-át,
- erdőinek 84%-át,
- egyetlen tengeri kikötőjét,
- kiépített országútjait,
- vasútvonalait,
- szállító eszközeit.

Menekültek

A külföldivé vált új környező országokban elsősorban az értelmiség nem volt hajlandó felesküdni az új hatalomnak. Őket kiutasították addigi otthonukból, így az anyaországba menekültek. Közel félmillió ember jött Magyarországra, akiknek munka, lakás, orvosi ellátás és ruhanemű kellett. Ők lettek a vagonlakók, akik a nagyobb városok pályaudvarainak külső vágányán álló marhavagonokban éltek kb. 1927-ig.

Vagonlakók



Marhavagon-lakás



„És mégis élünk...”

- Kandó a munkába temetkezik. Kidolgozza az 50 Hz-es villamos vontatási rendszert és ehhez a fázisváltós mozdonyt. Lényege: a mozdonyhoz érkező 16 kV-os, 50 Hz-es nagyfeszültségű áramot a mozdonyon elhelyezett forgógép, az ún. fázisváltó átalakítja háromfázisú kisfeszültségűvé. Ez a kisfeszültségű energia egy indukciós motort táplál, melynek forgását rudas hajtómű – a Kandó-háromszög – adja át a mozdony kerekeinek. – A találmány jelentősége.
- 1923. Verebély László terve a Dunántúl villamosításáról: várpalotai lignit, 60 MW-os hőerőmű. Az ország és a Bp.-Hegyeshalom vasútvonal villamosítását teszi lehetővé.

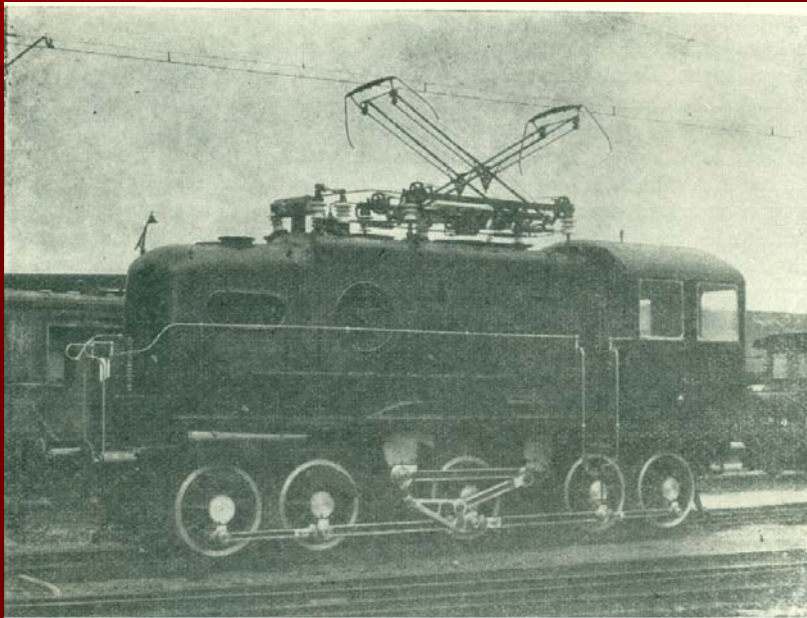
Az első fázisváltós próbamozdony, 1923.

- Ez életének főműve! Két találmány együtt: a fázisváltó az indukciós motorral és a Kandó-háromszög.
- 1923-26-ig próbautak a Dunakeszi ~ Alag vonalon. 6100 km-t futott, személyvonatnál 400 t, tehervonatnál 1300 t terhelés; 25, 33, 50, 66 km/h sebesség. Az alapelv helyes. De ez PRÓBA!
- 1924. London. I. Energia Világkonferencia. Verebélj L. ismerteti a mozdonyt, tapasztalatokat. Nemzetközi elismerés.
- 1925. A forgórész hűtése nem elegendő, túlmelegedett. A fázisváltó átszerkesztése.
- 1926. Herrmann Miksa keresk. miniszter előteremti a pénzt az új mozdonyra. Elindul a Bánhidai Hőerőmű építése és a Dunántúl villamosítása. 3 M £ kölcsön a Power & Traction Finance Co. Ltd.-től. Összehangolt munka! Megnyílik az út a vasútvillamosítás előtt.

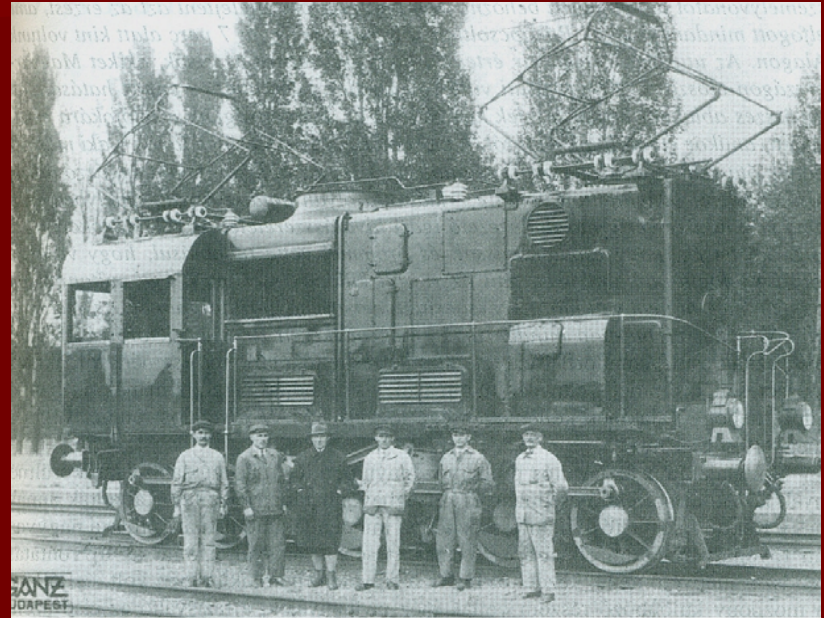
Az átalakított fázisváltós próbamozdony, 1928.

- 1927. Megalakul a Magy. Dunántúli Villamossági Rt.
- 1928. ápr. Elkészül az átszerkesztett fázisváltós mozdony, a villamos berendezés teljesen megújul, a hűtés megfelelő.
- 1928. aug. 3. Első útjára indul az átszerkesztett mozdony!
Súlya: 30 t, 1800 kW teljesítmény, 30, 50, 67 km/h.
- Kifogástalan, üzembiztos, teljes siker.
- 1928. nov. 30. Kormánydöntés: Kandó 50 Hz-es fázisváltós rendszerét alkalmazzák a Bp.-Hegyeshalom vasútvonalon.
- Teljesül Kandó óhaja: munkásságával, találmányaival a magyar vasút ügyét szolgálja.

A fázisváltós próbamozdonyok – a magyar mérnöki zsenialitás megtestesülése

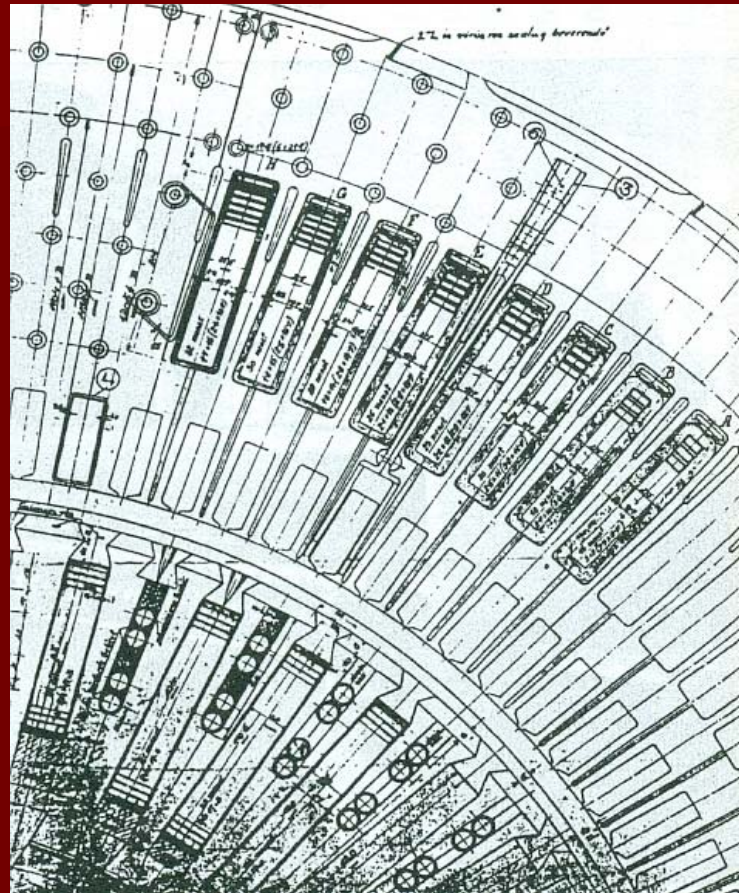
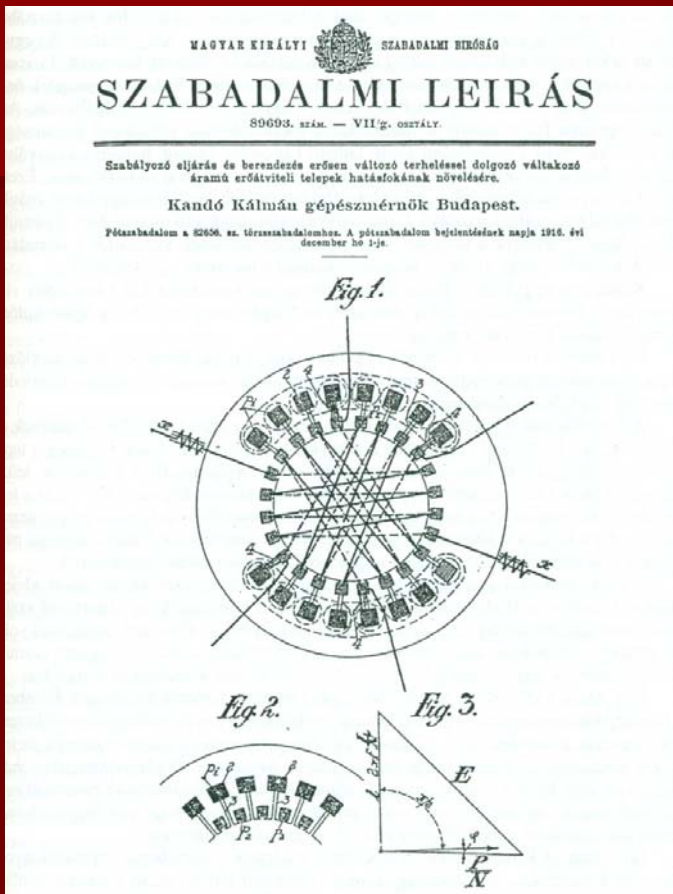


Az első fázisváltós próbamozdony
1923.



Az átszerkesztett próbamozdony
1928.

A fázisváltó

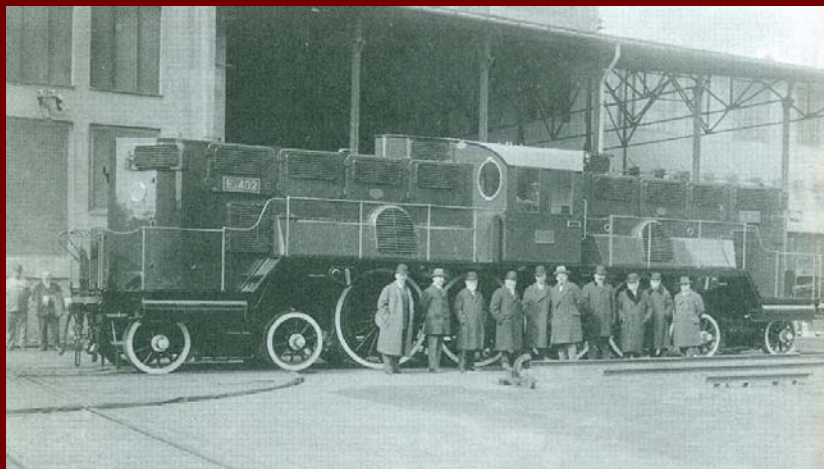


A fázisváltó szabadalmi bejelentése
 1916. dec. 1.

Az átalakított mozdony fázisváltója

Külföldi munkái, sikerei

- 1922. „Rómeó” mozdonyok a Nicola Romeo Gyár részére.
- 1925. A Paris~Orleans vasút részére villamos mozdony.
- 1927. USA, Westinghouse Gyár: tanácsadói szerződés hajtóművekre. Pittsburgi tanulmányút.
- 1928. E471-es sorozatú mozdony Olaszországnak.
- 1929. 1470-es sorozatú mozdony az Arlberg vasútnak; fázisváltós mozdony Florisdorfba.



A Paris~Orleans Vasút E402-es mozdonyának átadása 1925-ben

A fázisváltós rendszer további sorsa

- 1929. Elkészül a V40 és V60 sorozatjelű mozdonyok terve. A villamos berendezés azonos, járműszerkezetük különböző.
- A kölcsön feltétele: legyen a gyártás egy része az English Electric Company-nál. Másik gyártó a Ganz.
- 1930. márc. A General Electric & Co. Ltd. (USA) megszerzi a részvények többségét és leállítja a tárgyalásokat a Ganz-Gyárral: saját egyenáramú rendszerét akarja eladni.
- 1930. dec. Az angol kincstár új vállalkozót jelöl: Metropolitan Vickers Co. Ltd. (Metrovick) Manchester. Delegáció indul – Kandó nélkül, gyengélkedése (bronchitis) miatt.
- A méltatlan huzavona nyomasztóan hat Kandóra.
- 1931. január 13. Szívszélhűdésben váratlanul meghal.

Kandó mozdonyai



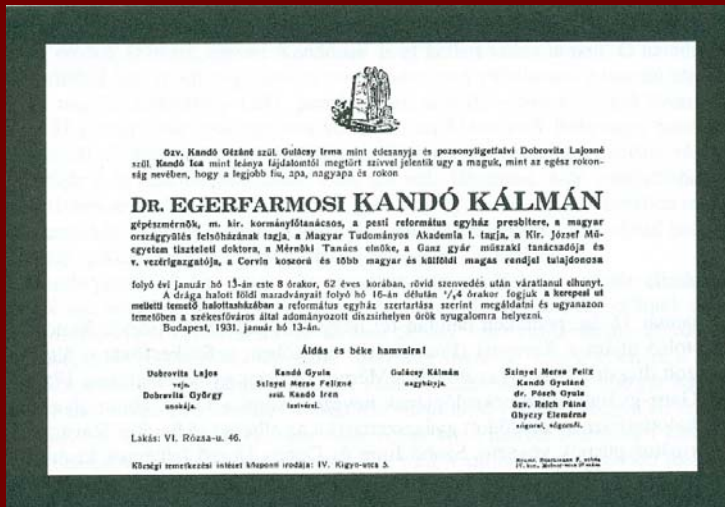
A V40-es sorozatú fázisváltós
villamosmozdony



A V60-as sorozatú fázisváltós
villamosmozdony

A végtisztesség

- Díszsírhely a Fiumei úti temetőben.
- Temetése 1931. jan. 16-án a 46. parcellában, Ravasz László ref. püspök, Szabó Imre, Dobos Dezső ref. papok temetik.
- A család, a Ganz-gyár, a Magyar Mérnöki Tanács ad ki gyászjelentést.



A család gyászjelentése



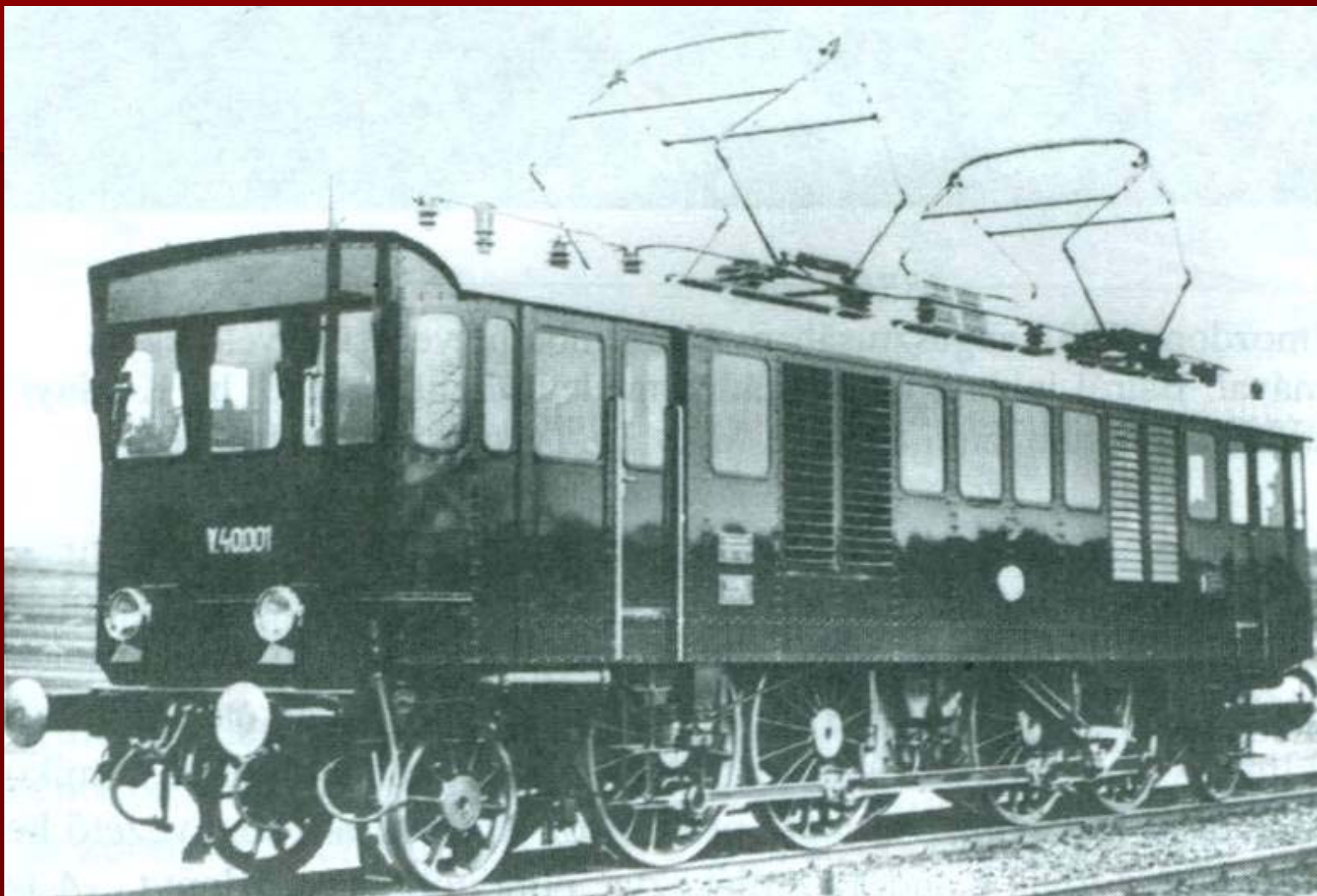
Sírkövét
1936-ban
avatják fel.
(Wälder Gyula
tervezése)



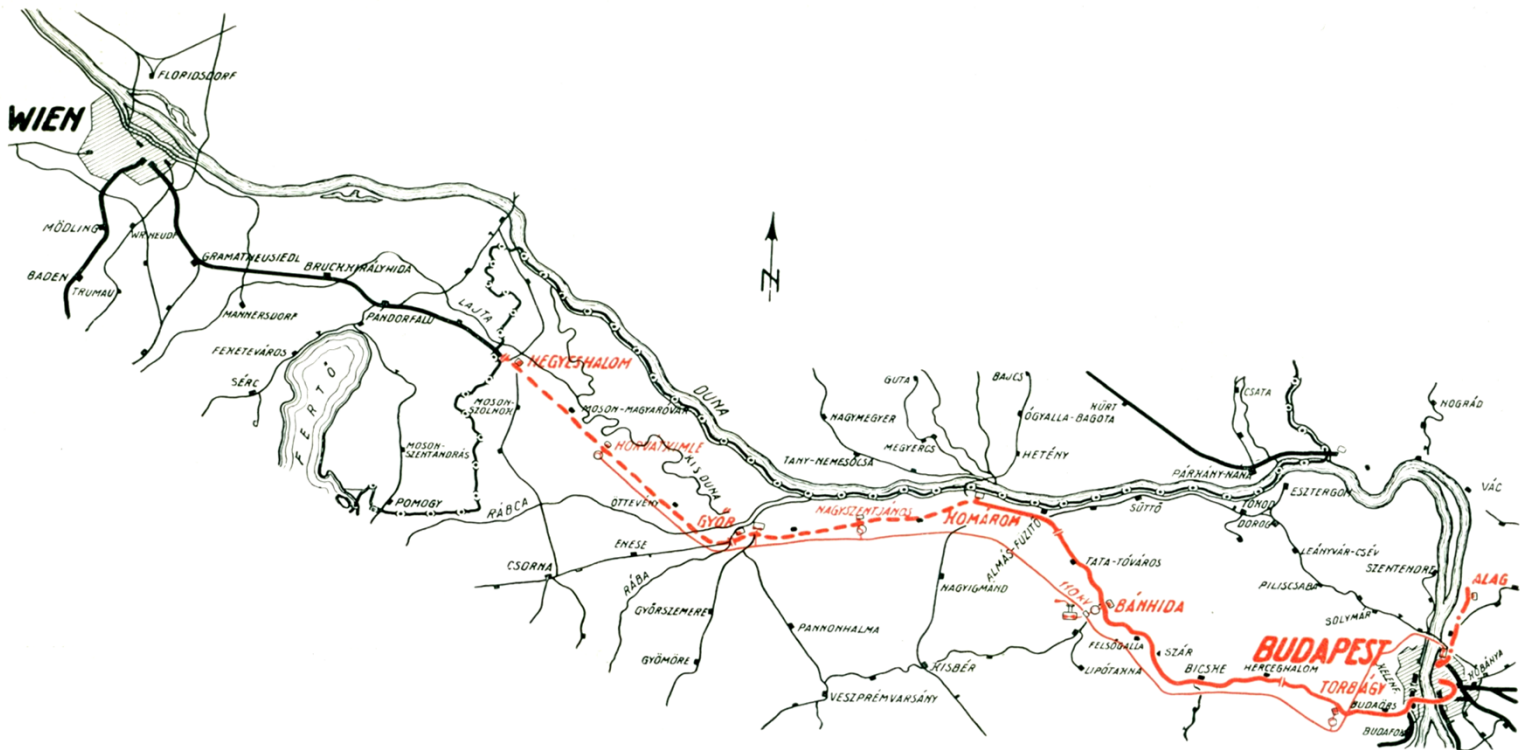
Találmánya utóélete

- Mozdonyok gyártása: Ganz Villamossági Rt., Metrovick, összeszerelés: MÁVAG.
- 1932. máj. 4. Feszültség alá kerül a V40,001 sz. mozdony.
- 1932. jún. 16. Elkészül a villamosított vonalszakasz, indulnak a próbajáratok, előbb szakaszokban, majd végig.
- 1932. aug. 2. Üzembe helyezik a V60-as sor. első db-ját.
- 1932. aug. 17. Műtanrendőri próba, reprezentatív jegyzőkv.
- 1932. szept. 12-től közlekedik üzemszerűen villamos-mozdony a Budapest-Hegyeshalom vasútvonalon.
- A mozdonyvezetőknek elméleti és gyakorlati oktatás, rendkívül ritkán volt üzemzavar.

A V40,001-es mozdony, oldalán Kandó-emléktábla



A Budapest – Hegyeshalom vasútvonal térképe



- | | | |
|-------|---|---------------------------|
| — — — | Probestrecke Budapest-Westbahnhof—Alag | |
| — — — | im September 1932 vollständig elektrifizierte Strecke Budapest-Ostbahnhof—Komárom | — 110 kV Fernleitung |
| — — — | im September 1932 im Bau befindliche Strecke Komárom—Hegyeshalom | — — Phasengrenze (Abb. 9) |

Kraftwerk : in Bánhida (Abb. 5)

Unterwerke : in Torbágy (Abb. 6), Bánhida,
Nagyszentjános und
Horvátkimle

Städt. Umspannwerke : Budapest, Győr

LAGEPLAN DER ELEKTRIFIZIERTEN EISENBAHNSTRECKE BUDAPEST—HEGYESHALOM.

Kandó Kálmán kitüntetései

- 1911. Az olasz korona parancsnoki keresztje.
- 1917. Ferenc József Rend Lovagkeresztje.
- 1921. MTA Wahrmann-díj
- 1922. Magy. Kir. József Műegyetem tiszteletbeli doktora.
- 1923. Kormányfőtanácsos.
- 1927. MTA levelező tagja.
- 1930. Corvin-koszorú.

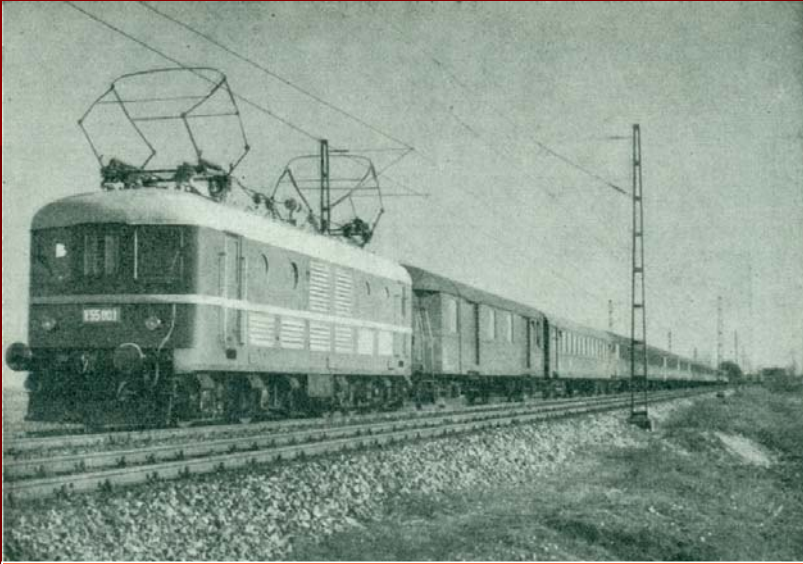


A Corvin-koszorú rajza

Személye, életműve méltatása

- Sokoldalú gépész- és villamosmérnök, konstruktor. Tudományos felkészültség, kivételes kitartás, tudására alapozott bátorság jellemzi.
- Anyanyelvén kívül négy idegen nyelven beszélt. Munkaszeretete, munkabírása páratlan, modora megnyerő és szerény.
- 69 szabadalom, számtalan tanulmány.
- Hívták külföldre – nem ment.
- Életművének kultúrtörténeti jelentősége:
 - ~ Valtellina vasút;
 - ~ fázisváltós villamos mozdony.
- Mérnök-generációk sorának ad szakmai és emberi példát.

Emlékezete – a múltban



Találmánya az 1950-ben
elkészült Ganz-Jendrassik-féle
Bo-Co mozdonyban él tovább



Az utolsó működő V60-as
fázisváltós Kandó-mozdony
a Bécsi út 94-96. előtt

Emlékezete a jelenben

- Mai összejöveteleünkön is tisztelgünk géniusza előtt.
- Intézmények, utcák, terek őrzik nevét országszerte.



Reliefje a Tavaszmező u. 17. sz. épület aulájában, 1962.



Mellszobra az Óbudai Egyetem udvarán, 2009.

Dombormű a Keleti pályaudvaron, 1982.



A kísérleti fázisváltó prototípusa



Kandó fázisváltója 1928-ból



A fázisváltó a Kandó Kar udvarán
2011-től

„Az értelmesek pedig fénylenek, mint az
égnek fényessége; és akik sokakat az
igazságra visznek, miként a csillagok,
örökkön örökké.”

/Dan. XII. 3./

(Ford. Károli Gáspár)

Händel: Messiás c. oratórium,
Halleluja tétel



Felhasznált irodalom

- Asztalos Péter: Kandó Kálmán munkássága. TŰSz előadás. Bp., KKVMF, 1982.
- Die Einrichtung von Elektrizitätswerken. Bp., Ganz & Co. Elektrotechnische Abteilung, 1896.
- Fojtán István: Kandó-mozdonyok. Kandó Kálmán élete és munkássága. Bp., MÁV Rt., 1998.
- Ganz Közlemények. 1931-1935.
- Műszaki nagyjaink. 1-3. köt. Szerk. Szőke Béla. Bp., GTE, 1967.
- Szekeres József – Tóth Árpád: A Ganz Villamossági Gyár története. Bp., Közg. és Jogi Kvk., 1962.
- Szent Biblia. Ford. Károli Gáspár. Ultrajektom, 1794.
- Zelovich Kornél: Kandó Kálmán emlékezete: A Magyar Tudományos Akadémia elhunyt tagjai felett tartott emlékbeszéd. Bp., MTA. 1932.

Krasznai Enikő

okl. könyvtáros, ny. könyvtárigazgató

Borbély Endre

címzetes egyetemi tanár

borbely.endre@uni-obuda.hu

krasznai.mihalyne@uni-obuda.hu

Köszönjük megtisztelő figyelmüket!