



CSÁRÁDI JÁNOS

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

A villamos vasutak fejlődése Magyarországon (1. rész)

Összefoglaló

A Kandó-féle 50 periódusú fázisváltós rendszerű villamos mozdonyok, az I-D-I tengely elrendezésű V40 és az F tengely elrendezésű V60 sorozatúak tervezés utáni gyártási munka 1931. február hónapban 85 évvel ezelőtt megkezdődött. A mozdonyok és az energiaellátó vasúti állomások fővállalkozója a Ganz Villamosági Rt, az egyes főalkatrészek szállítója, mint alvállalkozó, az angol Metropolitan Vickers El. Co. Ltd cég volt.

A vonali hálózatot a MÁV tervei alapján magáncégek gyártották és szerelték.

Cikkében a szerző felidézi a Kandó mozdonyok fejlesztésének előzményeit, Kandó Kálmán zseniális úttörő szerepét, amelyet az egyfázisú 50 Hz-es nagyvasúti villamos vontatásban elért és, amelynek eredményeképpen Magyarország évtizedekkel megelőzte vasút villamosításban a világot.

CSÁRÁDI, JÁNOS
Dipl.-Ing. für Verkehr
Dipl.-Ing. für Wirtschaft, Euroingenieur
MÁV Generaldirektor i.R.
Hungarail Kft, Geschäftsführer

Die Entwicklung der elektrischen Traktion in Ungarn (Teil I.)

Zusammenfassung

Vor 85 Jahren, im Februar 1931 hat man nach Abschluss der Konstruktionsarbeiten den Bau der elektrischen Lokomotiven – mit Achsanordnung I-D-I, BR.-Nr. V40 und mit Achsanordnung F, BR.-Nr. V60 – mit Phasensystem Kandó für 50Hz gestartet. Der Hauptunternehmer für die Lokomotiven und der Bahnunterwerke für Energieversorgung waren die Ganz Elektrotechnischen AG, die Lieferung von einzelnen Hauptkomponenten erfolgte durch die englische Firma Metropolitan Vickers El. Co. Ltd. als Subunternehmer.

Privatunternehmer haben den Bau und die Montage des Fahrleitungsnetzes sowie dessen Elemente erfolgte nach Plänen der MÁV durchgeführt.

Cikkében a szerző felidézi a Kandó mozdonyok fejlesztésének előzményeit, Kandó Kálmán zseniális úttörő szerepét, amelyet az egyfázisú 50 Hz-es nagyvasúti villamos vontatásban elért és, amelynek eredményeképpen Magyarország évtizedekkel megelőzte vasút villamosításban a világot. Im Beitrag werden die Vorgeschichte der Entwicklung von Kandó-Lokomotiven, und die Pionierrolle von Kandó, Kálmán, des genialen Konstrukteurs, im Hinblick auf die elektrische Traktion für Vollbahnen mit 50 Hz behandelt, wodurch Ungarn für Jahrzehnte Spitzenreiter in der Welt am Gebiet der Bahnelektrifizierung war.

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

Development of the Electric Railways in Hungary (Part I.)

Summary

Having finished the design works, the production of the Kandó type 50 Hz cycle phase converter electric locomotives Class V40 of 2-8-2, and Class V60 of 0-12-0 wheel arrangements started 85 years ago, in February 1931. The Ganz Electric Company was the prime contractor for manufacturing the locomotives and the substations, and the English Metropolitan Vickers Co. supplied a part of the main equipment for the locomotives as the subcontractor.

The overhead contact line system was designed by MÁV experts and was built and installed by private companies.

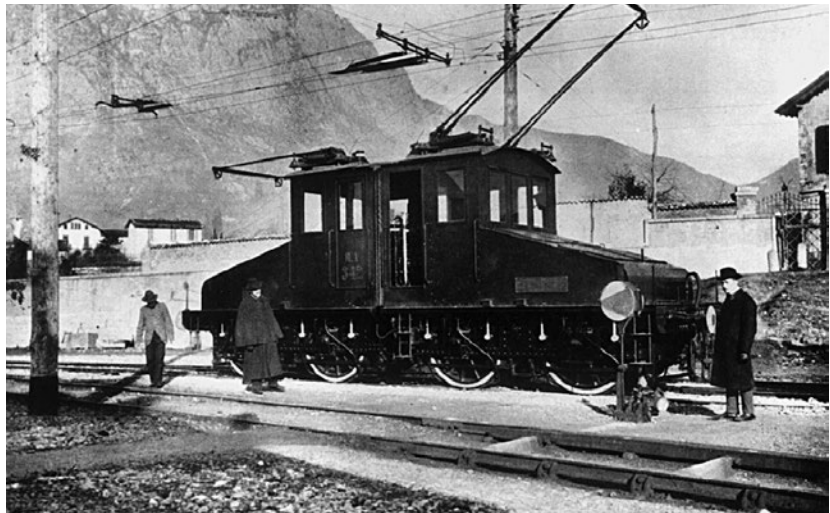
The author recalls the events of the preliminaries in his article, which preceded and led up to the development of Kandó locomotives. He describes the role of Kálmán Kandó, the brilliant pioneer inventor of the 50 Hz cycle main line electric traction, and his activity by which Hungary preceded the World in the field of railway electrification by decades.

Előzmények:

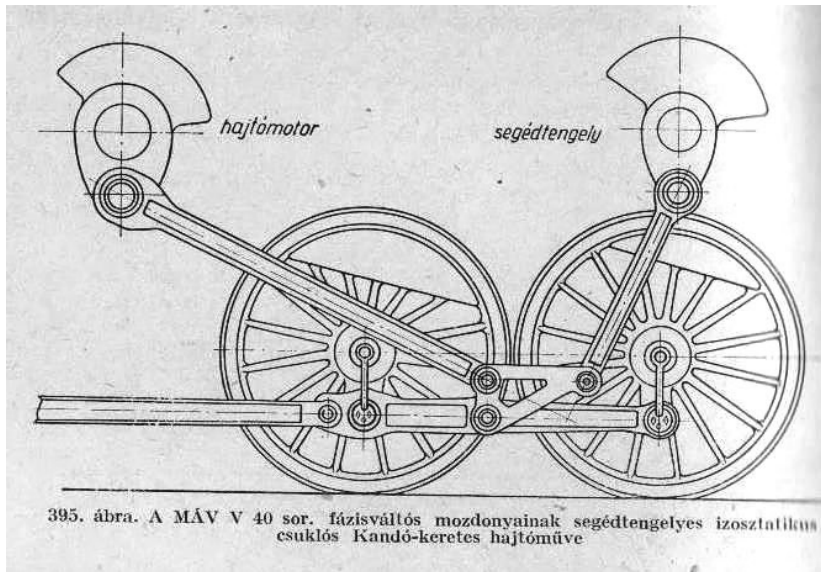
Az erősáramú elektrotechnika a 19. század második felében kezdte meg a diadalmas térfoglalását és vált az emberiség nélkülözhetetlen segítségévé, amely nélkül ma a modern életünket el sem lehetne képzelni.

Siemens – 1867 elején – bemutatta az első soros öngerjesztésű villamos gépét. 1879-ben Edison laboratóriumában kigyulladt az első gyakorlatilag használható izzólámpa

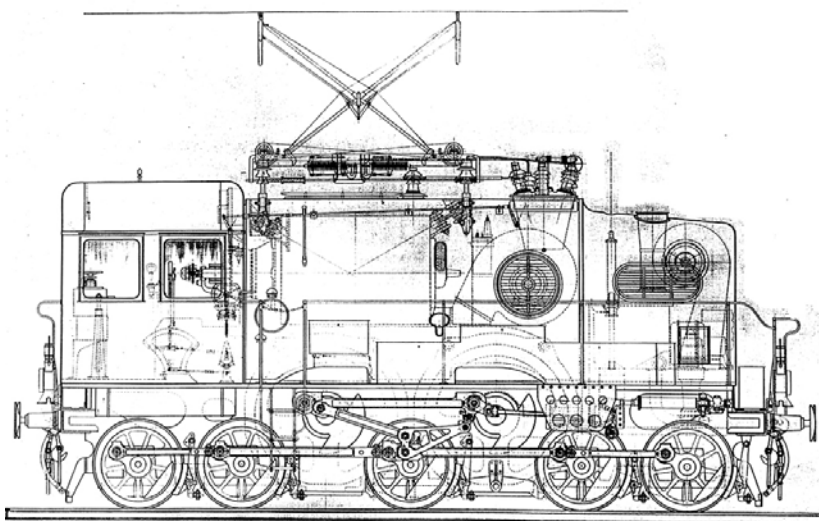
Mechwart András gépészmérnök a Ganz és Társa Vasöntő és Gépgyár Rt. vezérigazgatója a már akkor nagy hírű gyárban megalakította a villamos osztályt (1878-ban). Annak megszervezésével a 25 éves Zipernovszky Károlyt bízta meg, aki



1. ábra: A Valtellina vasúton üzembe helyezett háromfázisú villamos mozdony
Abb. 1: Die erste auf der Valtellina-Bahn in Betrieb gesetzte Dreiphasen-Elektrolokomotive
Fig 1: Three phase electric locomotive put into service on the Valtellina railway



2. ábra: A Kandó keretes hajtómű
 Abb. 2: Das Kandó-Dreieck – Patentzeichnung
 Fig 2: The sketch of Kandó triangle patent



3. ábra: A Kandó fële fázisváltós próbamozdony jellegrajza
 Abb. 3: Die Kandó'sche Phasenwandler-Probelokomotive – Typenbild
 Fig 3: Sketch of the Kandó type phase converter test locomotive

abban az időben a dinamógépekről tartott előadásokat. Nagymértékben neki köszönhető, hogy század végén a villamos energia fejlesztése és felhasználása rohamosan nőtt és nagy eredmények születtek. Megindult az egyenáramú dinamók és ívlámpák gyártása. Abban az időben iparilag még csak fejlődésnek induló Magyarországon új iparágat honosított meg.

A Ganz Gyár irányába rohamosan nőtték a villamos igények. Új munkakerők beállításáról kellett gondoskodni, Déri Miksa 1882-ben, Bláthy Ottó Titusz 1883-ban léptek a Ganz-gyár szolgálatába, akikkel megalakult az a nagynevű mérnök együttes, amely rövid időn belül a Ganz és Társa Vasöntőde és Gépgyár Rt. villamossági osztályát, európai vezető villamossági cégeinek sorába emelte.

Mechwart András a fiatal mérnökök önálló műszaki elgondolásait támogatta és ösztönözte őket az elgondolásaik fejlesztésére, vegyék fel a versenyt a külföldi gyárakkal.

Ez a fejlődés a jövő szempontjából döntő jelentőségű volt. Ekkor kezdődött a küzdelem az egyenáram és a váltakozó áram hívei között, olyan nemzetközi hírességekkel kellett szembeszállni, mint a Siemens, Kelvin vagy Edison. Csak a Ganz Gyár és Zipernovszky tartott ki a nem sokkal később kifejlesztett váltakozó áramú gépek mellett. A jövő őket igazolta!

A Ganz Gyár Villamossági Osztálya gyorsan növekvő sikereket ért el, az áramfejlesztő gépeken, a transzformátorokon, a precíziós műszereken kívül egyéb villamos berendezésekben.

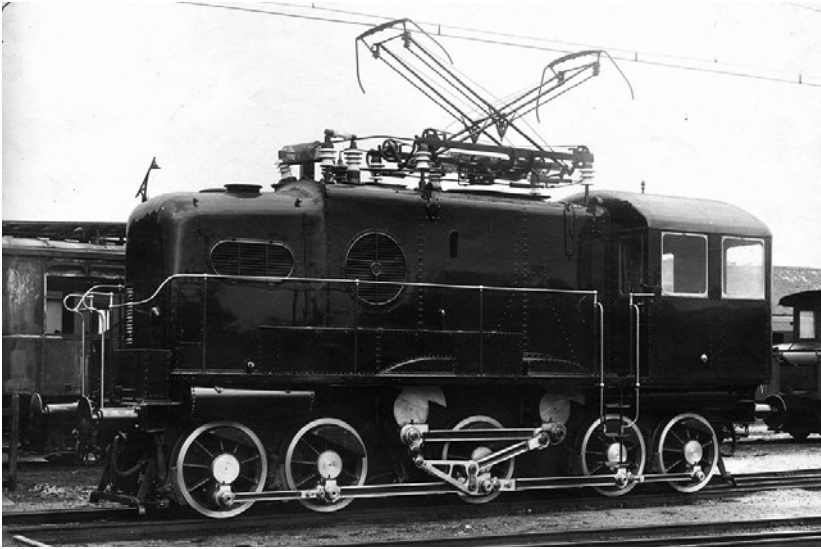
A 150 lóerős gőzgéppel hajtott egyfázisú generátor gépcsoport 54 Volt feszültséggel táplált 1200 izzólámpát, a MÁV Budapest-Keleti pályaudvar világítását látta el 1884-től.

Mechwart András a nagyvasúti villamos vontatás területén szintén maradandó munkát végzett. A Ganz Gyár munkatársa a 25 éves Kandó Kálmán 1894-től.

Mechwart megbízásából a fiatal Kandó (1895-ben) a nagy műszaki meglátásával alkalmasnak látta a háromfázisú indukciós motortípust vasúti vontatás céljára használni. Az első gyakorlati eredmény a Genfi-tó partján a háromfázisú közúti vasút volt 1898 évben.

Mindenben kielégítő kísérleti eredmények után a Ganz-gyár pályázott arra a nemzetközi hirdetésre, amelyet a Felső-olaszországi Vasútársaság a Valtellina-vonal villamosítására írt ki.

Kandó Kálmán terve 3000 Volt feszültségű rendszerrel szolgált, a 20 000 V-os távvezeték, a kilenc transzformátor állomás, a kettős réz munkavezeték szolgált a villamos járművek energia ellátását. Az adott körülmények között 15 periódust választotta, amit később az euró-



4. ábra: A V50-es Kandó féle fázisváltós próbamozdony 1923-ból
 Abb. 4: Die Kandó'sche Phasenwandler-Probelokomotive V50 aus dem Jahre 1923
 Fig 4: Class V50 Kandó type phase converter test locomotive in 1923



5. ábra: A V50-es Kandó féle fázisváltós próbamozdony 1928-ból
 Abb. 5: Die Kandó'sche Phasenwandler-Probelokomotive V50 aus dem Jahre 1928
 Fig 5: Class V50 Kandó type phase converter test locomotive in 1928

pai szabvánnyá lett 50 periódusból való könnyebb átalakítás miatt 16 2/3 periódusra emelték. Az akkori viszonyokhoz képest nagyméretű és kockázatos műszaki vállalkozás volt, világszerte nagy érdeklődést keltett. Az első nagyvasúti háromfázisú üzemet 1902-ben helyezték üzembe.

A Ganz Gyár tíz motorkocsit és kilenc mozdonyt szállított a Valentina vasút részére. A mozdonyokat Kandó háromszögének nevezett hajtóművel szállították, amelyet később Kandó az összes mozdonyain alkalmazott.

A gondosan kidolgozott és kiforrt rendszer gyakorlatilag teljesen bevált, a műszaki szakvélemény csodálatra méltónak minősítette.

A Kandó háromszögnek nevezett rendszer szabadalmi leírásához beadott ábrán a szabatos elnevezés szövege a következő: „Forgattyús hajtómű a tengelyek fölött elrendezett motorokkal felszerelt járművekhez. Kandó Kálmán mérnök Budapesten.” Lásd 2. ábra.

Kandó Kálmán nagymértékű befolyást gyakorolt Európa több or-

szágában bevezetett egyfázisú vasút villamosítási rendszer periódusszámának megállapítására.

Az országos 50 periódusszámú hálózatából a vontatási villamos energia ellátást külön áramfejlesztő telepekkel és távvezeték hálózattal lehet biztosítani, ami igen költséges. A háromfázisú rendszernél még külön többletköltséget jelentett a kettős munkavezeték.

Kandó a Valtellina-i tapasztalatok alapján alkotta meg 1915-20 között az 50 periódusú, egyfázisú vontatási rendszert.

Az országos hálózatból egyszerű transzformátor állomásokon át mozdonyon lévő szinkron forgógép 16 kV-os áramot, pólusát kapcsolós vontató motorok számára többfázisú 1000 V-os forgóárammá alakította át.

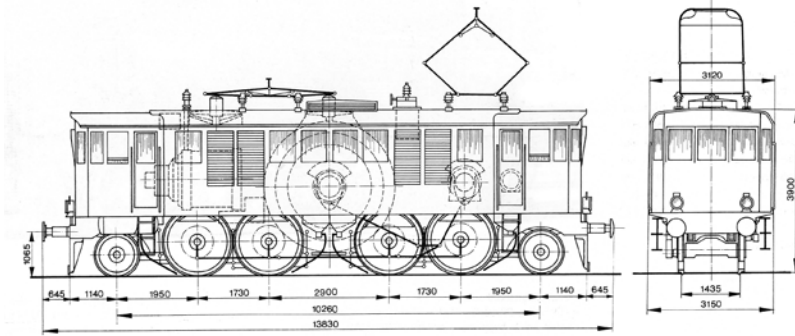
Az első kísérleti mozdonyt 1923 októberében helyezték üzembe a MÁV Budapest – Alag próbavonalán (3. ábra), 77 évvel az első gőzmozdony megindulása után. Így lett a Budapest – Vác vasútvonal hazánkban nemcsak a gőzüzemű, hanem a villamos üzemű vontatás megindulásának mérföldköve.

Fáradtságos kísérleti időszak után a próbamozdony teljes mértékben igazolta a rendszer helyességét.

A szerkezeti megoldások tekintetében természetesen voltak nehézségek, amelyek rendkívül hasznosak voltak és megjelölték a teendőket, amelyekkel a tökéletesítés irányába kell haladni.

Az átalakítások elvégzése után a próbamozdony 1928. augusztus 3-án megkezdte pályafutását nagy, átütő sikerrel.

Samarjay Lajos MÁV elnök előterjesztése alapján Hermann Miksa kereskedelemügyi miniszter a november hó 30-án megtartott Vonalvillamosítási Bizottság értekezletén úgy határozott, hogy Budapest Keleti pu. – Hegyeshalom közötti nemzetközi fővonalat a Kandó-féle 50 periódusú fázisváltós mozdonyokkal kell villamosítani.



6. ábra: A V40-es Kandó mozdony jellegrajza
Abb. 6: Typenskizze der Kandó'schen Lokomotive V40
Fig 6: Sketch of the locomotive Class V40

A villamos energia ellátást a bányai erőművet építő Magyar Dunántúli Villamossági Rt. által felvett hitelekkel kell biztosítani.

A határozatot 1929 decemberében a kormány döntése véglegesítette. Mindkét gyár, mind a Ganz Villamossági, mind a MÁVAG szerkesztői nagy lelkesedéssel és lendülettel láttak a munkához.

1930 áprilisában elkészült mind az „I-D-I”, mind az „F” tengelyrendezésű mozdonyok összeállítási terve (5. ábra; 6 ábra)

A 6. ábra betűjelzései a mozdony főbb egységeit mutatják:

„a” áramszedő, „b” olajkapcsoló, „c” fázisváltó, „d” gerjesztő gép, „e” fázisváltó olaj és vízűjtője, „f” hajtómotor, „g” hajtómotor szellőzője, „h” folyadék ellenállás, „k” hajtó kerékpárok, „l” vezetőállások, „m” légsűrítő, „n” futókerékpár, „o” hajtórudak, „p” előtétengely, „q” hűtővíz szivattyú, „r” indítómotor „s” hajtóforgattyú, „t” vezérváltó, „u” csathúzó rúd, „v” Kandó-háromszög, „w” folyadék ellenállás szivattyú.

Mind a két mozdony felépítése, a villamos berendezések elhelyezése azonos, ezt a mozdony kapcsolási tervén az alábbiak szerint beazonosíthatjuk (lásd 8. ábra).

A kapcsolási terv fejlődésén található főbb szerkezeti egységek a következők:

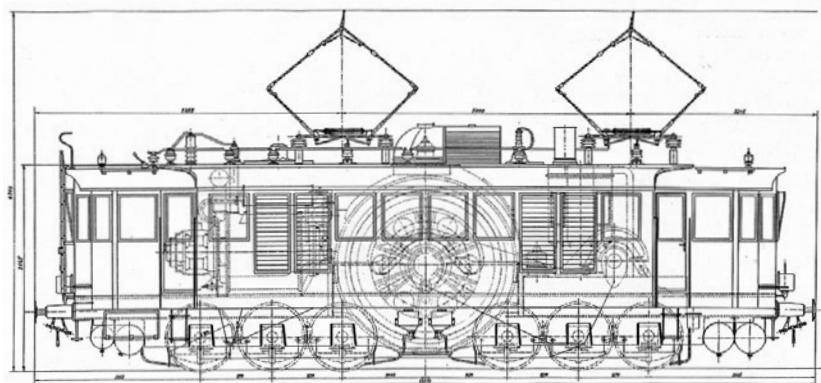
- 1. áramszedők (részei: a selejtezhető kötések, b létrával mozdított

- földelő, c túlfeszültségvédő)
- 2. Olajkapcsoló, olajszigetelésű főkapcsoló (a-l részegységekkel)
- 3. fázisváltó (a egyfázisú tekercselés, b sokfázisú tekercselés, c háromfázisú Scott tekercselés, d forgórész)
- 4. indítómotor
- 5. Indító motorkapcsoló
- 6. Gerjesztő gép
- 7. Főmotor
- 8. Vízellenállás
- 9. Vezérváltó (a sebességváltókarok b Indítókarok)
- 10. Terhelésszabályozás
- 11. Főkapcsoló csoport
- 12. Segédüzemek
- 13. Segédüzemek kapcsoló
- 14. Fűtőtestek (ételmelegítés, vezetőfülke, kenőolaj)
- 15. Áramszedő és olajkapcsoló működtetés

- 16. Jelzőlámpák
- 17. Feszültségreduktorok
- 18. Áramreduktorok
- 19. Távhőmérők
- 20. Mérőműszer asztalok
- 21. Fázisváltó táv-fordulatszámoló
- 22. Villamos távsebességmérő
- 23. Világítási berendezés
- 24. Fázisváltó hűtővíz áramlását jelző készülék
- 25. Vonatfűtési transzformátor
- 26. Villamos energia fogyasztásmérő, fázisátár kapcsolók gerjesztés kapcsolói, felgerjesztő ellenállások

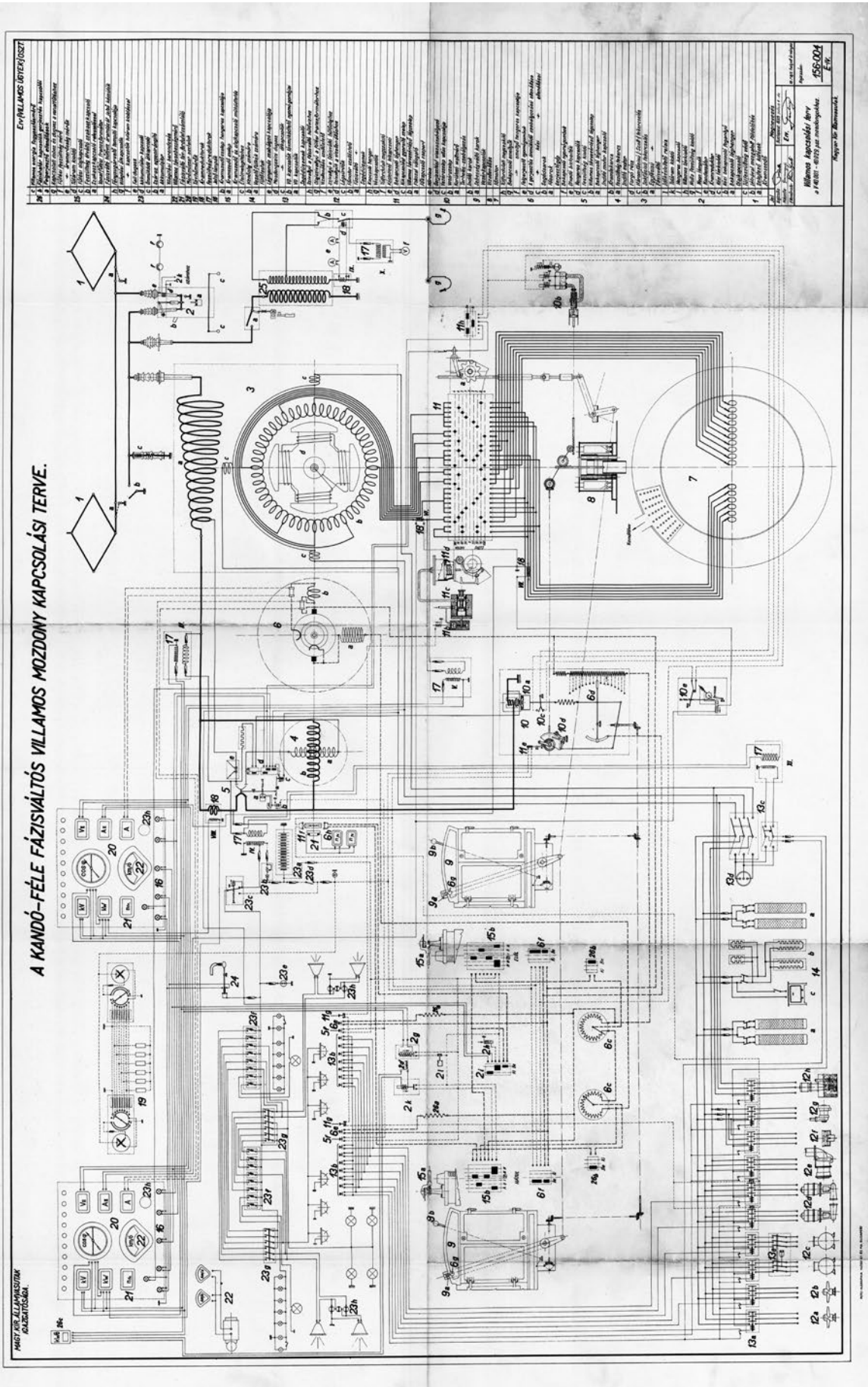
Jellemző adatok:

	V40 sorozat	V60 sorozat
Hajtókerék átmérő (mm)	1660	1150
Futókerék átmérő (csak V40 sorozatnál)	1040	–
Sebesség fokozat (km/h)	25, 50, 75, 100	16,6; 34,3; 51,5; 68,3
Sebesség fokozathoz tartozó vonóerő (kN)	88, 97, 68, 47	129; 142; 103,8; 74,5
Szolgálati tömeg (t)	94	94
Tapadó tömeg (t)	66,2	94
Tengelyterhelés (t)	17,8	17,8



7. ábra: A V60-as Kandó mozdony jellegrajza
Abb. 7: Typenskizze der Kandó'schen Lokomotive V60
Fig 7: Sketch of the locomotive Class V60

A KANDÓ-FÉLE FÁZISVÁLTÓS VILLAMOS MOZDONY KAPCSOLÁSI TERVE.



8. ábra: A Kándó mozdony kapcsolási terve
 Abb. 8. Schaltplan der Kandó'schen Phasenwandler-Lokomotive
 Fig 8: Electric main circuit diagram of the Kándó type phase converter locomotive

A mozdonyok villamos berendezéseinek és járműszerkezeti részeinek valamennyi összeállítási és műhelyrajzai rendelkezésre álltak arra, hogy a gyártás megindulhasson. Az ahhoz szükséges pénzösszeg az angol kölcsönből való folyósítása körül időközben nehézségek jelentkeztek. A súlyos munkanélküliséggel küzdő Angliában, a mozdonyok pénzben kifejezhető 40% hányadának kellett készülni. Anglia egyik legnagyobb villamosági gyárát jelölték ki az English Electr Co Ltd. (E.E.C.).

A két nagy villamosági gyár, a Ganz és az E.E.C. között megkezdődtek a gyártmány felosztási tárgyalások. A mozdony két meghatározóan fontos villamos gépe – a fázisváltó és a főmotor – közül az E.E.C. jóformán hírnevének bizonyítása céljából elvállalta a fázisváltó gyártását. A főmotor a Ganz Gyárban készült volna.

A fázisváltó mind elméleti, mint szerkezeti vonatkozásban újszerű villamos gép volt. Az E.E.C. főmérnöke 1929-től havonta többnapos tartózkodáson volt Budapesten, hogy fázisváltó elméletét Kandó Kálmántól, a gyártási technológiát a Ganz Gyár kiváló szakembereitől megtanulja. A főmérnök részére Kandó angol nyelven megírta a fázisváltó néhány alapvető elméleti kérdését.

1930 júliusában az E.E.C. vezérigazgatója Budapestre látogatott, amelynek során kijelentette, hogy az elfogadott árakat a maguk részéről nem tartják kötelező érvényűnek. A hosszadalmas valódi ok nélküli tárgyalások zátonyra futása nyomásztólag hatott a magyar kormányra és a magyar villamos ipar vezetőire.

A bizonytalanná vált ügylet tisztázására Tormay Géza államtitkár vezetésével bizottság utazott Londonba, ahol az E.E.C. képviselői tudatták velük, hogy „teljesen elvesztették bizalmukat a Kandó rendszerbe, sőt ellenzik azt...”.

Ezt a kijelentés döbbenetet keltett a magyar küldöttségben, azért is, mert ellentmond a tervbe vett vasút-

villamosítási rendszerrel, továbbá a mozdony kísérletek kitűnő eredménye alapján a Kandó-rendszert tartották megfelelőnek.

Az E.E.C. teljesen érthető fordulatváltásának igazi okára a főmérnök, aki az ügyben kívülálló volt világított rá.

Az E.E.C. az 1930-as év elején tökeemelést hajtott végre. Az új részvények jelentős hányadát az Amerikai Egyesült Államok legnagyobb villamosági gyára a General Electric Co. Ltd megvásárolta, amely tíz évvel korábban a 3000 V-os egyenáramú vontatási rendszert kidolgozta. Így az E.E.C. a továbbiakban nem vehet részt új villamosítási rendszerek kifejlesztésében. Ez a kijelentésük a Kandó-rendszer tagadását jelentette. Ebben az időpontban néhány ország megkezdte, illetve tervezte a 3 kV egyenáramú rendszerben történő vasutak villamosítását.

Így szólt bele a nagytőke irigységéből zsarnoki módon a villamos vontatás új rendszerének teljes körű kifejlődésének megakadályozásába, amelyben Kandó Kálmán munkásságának köszönhetően a fő szerep Magyarországoté volt.

A Ganz Gyár, mint a mozdonygyártás fővállalkozója felszólító levélben kért az E.E.C.-től, azonnali egyértelmű állásfoglalást, válasz

nem érkezett. Újabb gyártási partner keresés indult a mozdony villamos berendezésének gyártásában történő részvételre. Ennek eredményeként a Metropolitan Vickers Co. Ltd. hajlandóságot mutatott a mozdonygyártásban való részvételre.

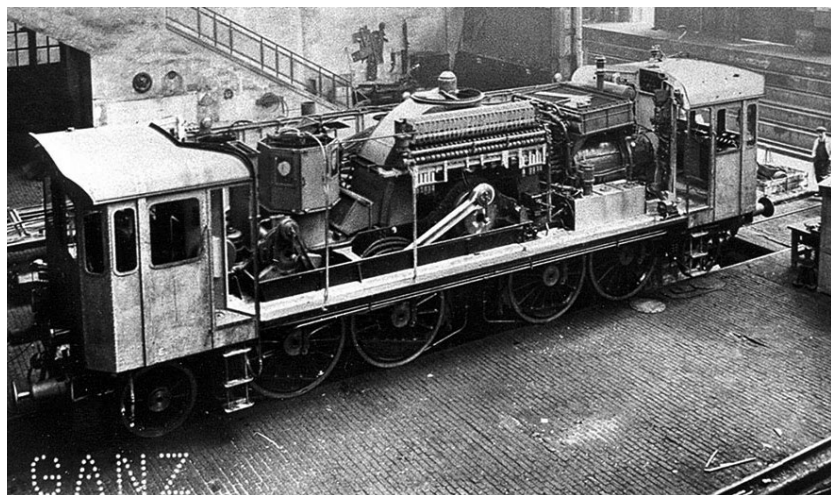
A magyar delegációnak sürgősen ki kellett utaznia. A bizottság vezetője Tormay Géza államtitkár, tagjai között Verebely László, Kandó Kálmán szerepelt, aki súlyos légúti megbetegedése miatt végül nem tudott 1931. január 11-én Londonba elutazni.

Kandó egészsége január 13-án javult állapota, azt tervezte, hogy másnap felhívja Londonban a delegációt, hogy sikerült-e a Metropolitan Vickers Co.-val megállapodásra jutni. Este, vacsora előtt hirtelen rosszul lett és szívszélhűdés következtében elhunyt.

Itthon a gyász, Londonban a küldöttség január 14-én megállapodást kötött a mozdonyok gyártásában történő részvételre.

A Kandó villamos mozdonyok gyártása 1931. I. negyedévében megkezdődött, a magyar Ganz Villamosági Gyár ipar fővállalkozásában a Metropolitan Vickers Co. alvállalkozásával.

(Folytatjuk)



9. ábra: A Kandó mozdonyok gyártása a Ganzban

Abb. 9: Bau der Kandó-Lomotiven bei Ganz

Fig 9: Production of the Kandó type locomotives in the Ganz factory