

Harmadik díjazott

KANDÓ KÁLMÁN
villanymozdonya
MAGYAR ÖRÖKSÉG

KANDÓ KÁLMÁN
a nagyvasúti villamosítás úttörője

Egerfarmosi Kandó Kálmán 1869. július 10-én született Budapesten. Gimnáziumi tanulmányait a régi fasori lutheránus-, majd gyakorló főgimnáziumban végezte el, és az érettségi vizsga letétele után, 1888. őszén beiratkozott a budapesti József Műegyetem gépészmérnöki szakosztályára. Hallgatótársai közül hamar kitűnt páratlan műszaki érzéke, valamint nagy szorgalma és kivételes tudása révén. 1892. szeptember 27-én letette az utolsó szigorlatát, és kitűnő minősítésű gépészmérnöki oklevelet érdemelt ki magának. Az egy éves kötelező katonai szolgálatnak, mindjárt az oklevél megszerzése után, a haditengerészetnél tett eleget. 1893. őszén, leszerelése után azonnal Franciaországba ment, és mérnöki működését a párizsi Compagnie de Fives-Lille villamos gyárban kezdte meg. Mechwart Andrásnak, a budapesti Ganz és Társa gyár akkori vezérigazgatójának hívására hazatért, és a Ganz-gyárban a villamossági szerkesztési osztály vezetője lett.

Kandó az indukciós motorok számítása közben ösztönszerű éleslátással felismerte a forgóáramú motorok azon kiváló tulajdonságait, amelyek e motorokat a vasúti vontatás céljára is alkalmassá teszik. Javaslatára a Ganz Kocsigyár mellett egy 800 méter hosszú, 1 méter nyomtávú próbapályát létesítettek, amelyen 1896. ősztől kezdve egy kéttengelyű, egymotoros kocsival vontatási kísérleteket végeztek.

E kísérletek első gyakorlati eredményeként Kandó megtervezte a legelső - igaz, igen szerény méretű - háromfázisú vasút villamosítását: a Genfi-tó francia partján fekvő Evian-les-Bains fürdőhelyen, a gyógyforrások és a szálloda közötti 300 méter hosszú, de 20 méter szintkülönbségű kis vasútvonalon. Ezt a kezdeményező vállalkozást hamarosan követte a vajdahunyadi, a perecesi, majd Franciaországban a Compagnie des Mines de la Mure bányavasutak részére a villamos bányamozdonyok legyártása és üzembe helyezése.

Ebben az időszakban kezdett mindinkább előtérbe kerülni a nagyvasutak villamosításának kérdése. Az Amerikai Egyesült Államokban Baltimore & Ohio Vasúttársaság a baltimorei pályaudvarokat összekötő 5,8 km hosszú alagút szakaszon 1895-ben helyezte üzembe a történelmi nevezetességű első nagyvasúti villamos mozdonyokat. A Ganz-gyár igazgatósága Kandót - aki akkor már igazgatóhelyettes volt - 1897. nyarán Amerikába küldte, hogy ezt a vasút villamosítást a helyszínen tanulmányozza. Ez a tanulmányút döntötte el Kandó további életpályáját, egész élete munkásságának végleges irányát: páratlan alkotó zsenije ekkor forrott össze a nagyvasutak villamosításának problémájával.

Az olasz kormány az 1897. év őszén két észak-olaszországi vasúttársaságot felszólított, hogy tanulmányozza a vasutak villamosításának a lehetőségeit, tekintettel az Alpokban addig kihasználatlan vízierő hasznosítási lehetőségeire. A Societa Meridionale a *Val Tellina* vasutat jelölte ki a villamosításra.

A Ganz-gyár, Kandó kezdeményezésére, elvállalta a feladatot, és igen nagy nehézségek közepette eredményesen megoldotta a nehéz hegyi pálya villamosítását 15 periódusú, 300 volt

feszültségű, háromfázisú, váltakozó áramú rendszerrel. A *Val Tellina* vasút villamosításával szerzett nagyon kedvező tapasztalatok, valamint a *Simplon-alagút* ugyancsak három fázissal való villamosításának kifogástalan eredményei meggyőzték az olasz kormányt arról, hogy Kandó háromfázisú rendszere a vasút speciális követelményeinek kielégítésére a legnehezebb üzemi viszonyok között is tökéletesen megfelel.

Az olasz kormány még abban az évben elhatározta, hogy Felső-Olaszországban további 2 000 km vasútvonalat fognak, villamosítani, a Kandó rendszert *Sistema Italiano*nak elnevezett nagyfeszültségű háromfázisú rendszerrel. Kikötötték azonban, hogy a vonalak villamosításának berendezéseit, valamint a villamos mozdonyokat Olaszországban kell legyártani.

Az olaszországi villamosítás a Ganz-gyárnak - elsősorban a nem várt nehézségek elhárításából adódó többletköltségek miatt - ráfizetéssel járt, amit a gyár pénzügyi szakemberei Kandónak nem tudtak megbocsátani. Rövidlátó, kapzsi beállítottságuk miatt nem érzékelték ennek a páratlan úttörő vállalkozásnak a nagy műszaki eredményeit, valamint a szerzett tapasztalatokban rejlő tőkét. Az első kivitel tandíjaként mutatkozó deficit rosszakaratú felhánytorgatásával a Ganz-gyár igazgatóságát arra iparkodtak rávenni, hogy további vasút villamosítási vállalkozásokban ne vegyenek részt.

Az olasz kormány ugyanakkor elsőnek megvette Kandó háromfázisú vonalvillamosítási szabadalmát, majd az amerikai nagyiparos és feltaláló George Westinghouse-szal egy részvénytársaságot alapított, a *Societa Italiana Westinghouse*-ot, továbbá Vado Ligureban egy villamos mozdony gyárat épített, amelynek vezetésére és a gyártandó mozdonyok megtervezésére Kandó Kálmánt kérték fel. Kandó ilyen viszonyok között könnyű szívvel vált meg a Ganz-gyártól 1906. végén, és addig, amíg a villamos mozdony gyár fel nem épült Vado Ligureban, a Vérmező úton kibérelt lakásban berendezett szerkesztési irodában megkezdte, a Ganz-gyárból vele együtt távozott munkatársaival, a legnehezebb olasz hegyi pályának, a *Giovi* vonalnak a villamosításához rendelt villamos mozdonyok tervezését.

Ez a *Cinquanta*-nak elnevezett mozdony az üzembe vétel után világhírűvé vált. Kandó, az olaszok kérésére, több ízben elutazott Vadóba, hogy az épülő mozdonygyár berendezési munkáiban tevékenyen részt vegyen. Végül 1907-ben családjával együtt Vadóba költözött, ahová munkatársai is követték.

Két sikeres mozdony megtervezése következett ezután. A két mozdony-típus kitűnő tulajdonságainak köszönhető siker elismerésül az olasz kormány az Olasz Koronarend *Commendantore* címmel járó kitüntetést adományozta Kandó Kálmánnak.

1915 tavaszán Kandó az I. világháborús helyzet miatt hazatért. 1916-ban újra sorozták, és a javakorabeli mérnököt népfelkelő hadnagyi ranggal a bécsi hadügyminisztériumba vezényelték, ahol a vasúti osztály szén-ellátási előadójává nevezték ki. Ebben a beosztásában hamarosan felismerte a fenyegető szén-katasztrófa előjeleit. Kandó nagy energiával igyekezett a szakszerűtlen és szervezetlen szénelosztás által okozott szén pazarlásnak gátat vetni. A hadügyminiszter számára egy elaborátumot dolgozott ki, amelyben megfelelő javaslatokat dolgozott ki a szén-helyzet gyökeres javítására. Ennek keretében mutatott rá a legnagyobb szénpazarlóra, a gőzmozdonyra, és javasolta a vasutak mielőbbi villamosítását.

Kandó addigi tanulmányai alapján megállapította, hogy az akkor külföldön már bevezetett vasút villamosítási rendszerek egyike sem alkalmas az országos villamos energia közvetlen

felhasználására. Egy olyan új rendszert kell tehát kidolgozni, amelyik az 50 periódusú váltakozó áramot közvetlenül tudja a villamos mozdonyon felhasználni. Ezzel az elgondolásával is évekkel megelőzte az akkori műszaki világ kiválóságait, akik Kandó elvi megállapítását csak 1924-ben, a Londonban rendezett első energia világ-konferencián nyilvánították alkalmasnak a vasút villamosítási rendszer kidolgozásához.

A Ganz-gyár részvénytársaság igazgatósága 1917-ben Kandó katonai felmentését kérte, és az ez irányú érélyes szorgalmazás eredményeképpen Kandó még abban az évben hazatért Bécsből. Budapesten leszerelt, és a Ganz és Társa Waggon és Gépgyár vezérigazgatójának nehéz és felelősségteljes állását vállalta el.

1921-ben a Paris-Orleans-i vasút-társaság két 1 500 volt egyenáramú 4 000 lóerős gyorsvonati mozdonyt rendelt a Ganz Villamossági Gyártól. E mozdonyok jármű-szerkezeti részének tervezését szintén Kandó vállalta el.

A Magyar Tudományos Akadémia 1921-ben *Wahrmann-díjjal* tüntette ki Kandót. A vonatkozó bírálati jelentés többek között a következőket mondja: "Kandó Kálmán korszakot alkotó érdeme, hogy a nagyvasutak elektrifikálására először mert alkalmazni nagyfeszültségű áramot."

A budapesti József Műegyetem 1922-ben, egyetemi rangra emelkedésének 50. évfordulója alkalmából Kandót, a gépészmérnöki és az elektrotechnikai gyakorlat és tudomány terén szerzett érdemei elismeréséül, a műszaki tudományok tiszteletbeli doktorává avatta. 1923-ban kormányfőtanácsosi címet kapott. 1924-től a Mérnöki Kamara elnöke lett, 1927-től a felsőház tagja, és a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja.

A váltakozó áramú aszinkronmotoros hajtás Kandó-féle megvalósításának döntő eleme a fázis-váltó alkalmazása volt. Erre vonatkozó kísérleteit hosszú éveken keresztül végezte. 1923. október 31-én a *Budapest Nyugati pályaudvar - Alag* villamosított vonalon elindult az első fázisváltós próbamozdony. Ezzel elkezdődött egy lankadatlan és fáradtságos munkát igénylő kísérlet-sorozat, amelynek folyamán sok kezdeti nehézséggel kellett megküzdeni. Ezek azonban nagyon hasznosak voltak, különösen a következő fázisváltók szerkezeti módosításait illetően. Az üzemi próbák kétséggkívül igazolták Kandó elgondolásainak helyességét.

Sok éven keresztül végzett további kísérletek után 1928. novemberében a kereskedelemügyi miniszter, az államvasutak elnökének és a gépészeti főosztály vezetőjének egyhangú véleménye alapján, úgy határozott, hogy a *Budapest - Hegyeshalom* vasútvonalat Kandó-féle, 50 periódusú fázisváltós rendszerrel fogják villamosítani. A MÁV-val négy próbamozdony szállítására kötött szerződést a Ganz Villamossági Gyár: két gyors- és két tehervonati mozdonyra, amelyek villamos berendezése teljesen azonos volt. Kandó tudásának teljes latba vetésével, nagy energiával fogott a mozdonyok megszerkesztéséhez.

Az új mozdonyoknál mind a villamos-, mind a járműszerkezeti résznek minden lényeges alkatrészét maga tervezte meg. Egy sajátságával utolérhetetlenül kimagaslott kortársai közül, nevezetesen azzal, hogy tudása és alkotóereje a gépészet és az elektrotechnika terén egyenlő mértékben megnyilvánult. Valóban nem lehet eldönteni, hogy gépészmérnöknek vagy inkább villamosmérnöknek valljuk-e őt. Ez az istenadta kettős tehetség tette lehetővé azt, ami eddig senki másnak nem sikerült, hogy tudniillik mozdonyait az áramszedőtől kezdve az alvázig és

futóműig, a villamos berendezéstől a hajtóműig, minden részletében a maga eredeti eszméi szerint maga tervezte meg.

1930. októberében, Kandó pár heti betegsége után, közvetlen munkatársai aggódó szomorúsággal tapasztalták, hogy addig mindenkit magával ragadó munkakedve és energiájának mindig megcsodált lendülete mintha törést szenvedett volna, és az volt a benyomásuk, hogy Kandó szinte érzi és sejti: élete munkásságának legnagyobb művét, fázisváltós mozdonyait már nem fogja üzem közben látni.

"A magyar műszaki tudomány fejlesztése terén kifejtett korszakalkotó működése" legfelső szintű elismeréseként - mint egyetlen mérnököt - *Corvin-koszorúval* tüntették ki. Ennek ünnepélyes átvételét, sajnos, már nem érte meg.

Élete utolsó hónapjaiban, 1930. őszén akadémiai székfoglaló tanulmányán dolgozott, miközben gyors ütemben folytak a *Budapest - Hegyeshalom* vonal villamosításának előkészületei. Kandó Kálmán 1931. január 13-án szívszélhűdés következtében elhunyt.

Az első *V40* sorozatjelzésű MÁV fázisváltós villamos egységmozdony hatósági vizsgamenetét 1932. augusztus 17-én tartották meg, immár a mozdony alkotója nélkül.

Munkatársa, a magyar vasút-villamosítás ügyének tovább-folytatója, Verebély László a következő sorokkal jellemezte Kandó Kálmánt: " Széles látókörű, nagy műveltségű, igazi magyar volt, ki mindig az igazság egyenes útján haladt. Csodálatosan sokoldalú műszaki tehetség volt. Bár ragyogó képességei elsősorban a villamos vontatás szolgálatában tündököltek, nem volt olyan műszaki kérdés, amelyhez érdemlegesen hozzá nem szólhatott volna. Elméleti tudása széleskörű, mély és mindig eredeti elgondoláson alapuló. Matematikai készsége egészen kivételes, és emlékezőtehetsége bámulatra méltó. Ahol a felvetett kérdés újszerűsége folytán pozitív ismereteinek tárházából nem meríthetett, kiegészítette és mindenkor a helyes útra vezette tudására és gyakorlati tapasztalataira támaszkodó páratlan éleselméjűsége, amely a lángész intuíciójával a legrejtettebb és legtávolabbi vonatkozásokat is szinte pillanatok alatt felismeri és elbírálja. A legtöbb elméleti kiválósággal szemben Kandó fölényesen uralkodott az anyag fölött is. Egyaránt otthonos volt a szerkesztők rajzasztalánál és a műhelyek zúgó birodalmában. Szinte ösztönösen megérezte, lelki szemével szinte meglátta valamely szerkezet erőhatásait, igénybevételeit. Ismerte a megmunkálás technológiájának minden fogását, és ezért biztos kézzel tudta irányítani a legkülönlegesebb gyártási eljárásokat is. Valamely feladat elé állítva, szinte ontotta magából az új eszméket; ritkán fejlesztette a meglévőt, mindig újabbat, tökéletesebbet talált fel."

Noha a műszaki tudomány nagy veszteségére Kandó fáradhatatlan munkás élete alatt összegyűjtött óriási szellemi tudásának csak egy egészen kis töredéke maradt meg nyomtatásban, jelentős irodalmi tevékenységet is kifejtett.

A mai magyar vasút szállítási teljesítményének 80 %-át villamos vontatással bonyolítja le, mégpedig a Kandó Kálmán által kifejlesztett 50 periódusú váltakozó árammal villamosított hálózaton. Ahol ma a világon új hálózatot villamosítanak, kizárólag ezzel a rendszerrel történik a fejlesztés. Az elmúlt háromnegyed évszázad során az aszinkronmotoros hajtás - elsősorban az elektronikus szabályozás segítségével - egyértelmű. Így Kandó zseniális előrelátását, makacs következetességét az eltelt idő fényesen igazolta.

Mandorf Béla és Verebély László,
Kandó Kálmán munkatársai után
összeállította

Kisteleki Mihály

Életrajz

Kandó Kálmán (*1869. július 10. Pest, +1931. január 13. Budapest) gépészmérnök. A József Műegyetemen szerez oklevelet (1892). A párizsi Compagnie de Fives-Lille cégnél (1892-94) az indukciós motorok méretezésére új számítási módszert dolgoz ki. Mechwart András vezérigazgató hazahívja a Ganz-gyár villamos osztályára, ennek 1895-ben vezetője, 1907-ben a gyár igazgatóhelyettese lesz. Bevezeti az indukciós motorok gyártását saját tervei és számítási módszere alapján, és megkezdí azok vasúti vontatásra való alkalmazását. 1896-98-ban megépíti az első háromfázisú közúti villamosvasutat (Evian-les Bains), és több bányavasutat is villamosít. Tervei alapján épül meg az első váltakozó áramú nagyvasúti villamosvonal (Észak-Olaszország, Val Tellina-vasút, 1898-1902). 3 kV-os nagyfeszültségű háromfázisú rendszere első ízben bizonyítja a villamos vontatás fölényét a gőzvasúttal szemben. A kedvező eredmények után az olasz ormány amerikai tőkével létrehozza a Società Italiana Westinghouse-t, és Vado Ligureban mozdonygyárat építet villamos mozdonyok gyártására, amelyet műszaki igazgatóként Kandó Kálmán vezet 1905-15. között, kb. 500 mozdony készül a gyárban. 1917-től ismét a Ganz-gyár munkatársa. Ekkor dolgozza ki másik vasúti vontatási rendszerét, és fejleszti ki új villamos mozdonyát, a *Kandó mozdonyt*, amellyel megalapozza Magyarországon a nagyvasúti villamos vontatást. 1922-től elsősorban a Budapest-Hegyeshalom vasútvonal villamosításán dolgozik. Rendszerét a Budapest Nyugati pályaudvar és Alag közötti fővonalon próbálják ki 1923-ban. A Kandó-rendszer kidolgozása mellett háromfázisú motorokat tervez olasz, egyenáramú mozdonyokat francia megrendelésre. Az amerikai Westinghouse-gyár tanácsadója, 1927: hosszabb időt tölt az Egyesült Államokban, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja. 1894-1931. között 70 szabadalmát fogadják el. Fontosabb művei: *Az elektromos vontatás nagyvasutakon nagyfeszültségű váltóárammal* (1900), *Der Betrieb der Valtellina-Bahn mit hochgespannten Drehstrom* (1903), *Neue elektrische Güterzuglokomotive der Italienischen Staatsbahnen* (1909), *Villamos-mozdonyok hajtóműveinek dinamikus igénybevétele kerékcúszás következtében* (1937).