

Emlékezzünk tisztelettel és büszkeséggel a Valtellina-vasút nagyfeszültségű forgóárammal történő villamosításának centenáriumára!

Radnai Gyula

A múlt magyar mérnökeiről, tudósairól hallva természetesen vetődik fel a kérdés a mai magyar diákokban: vajon e később híressé vált emberek mit és hogyan tanultak egykori középiskolájukban? Kiderült-e és érvényesülhetett-e matematikai, fizikai tehetségük az iskolában? A KöMaL olvasóit külön is érdekelheti, vajon e híres tudósok szerepeltek-e annak idején a Lapok megoldói vagy az Eötvös-verseny nyertesei között?

Wigner Jenő (1902–1995) Nobel-díjas fizikus – idén, november 17-én lesz születésének 100. évfordulója – élete végéig szívesen emlegette egykori középiskoláját, a fasori „ágostai hitvallású evangélikus főgimnáziumot”, ahol őt Rátz László, a Középiskolai Matematikai Lapok akkori szerkesztője tanította matematikára, Mikola Sándor tanította fizikára, és ahol Wigner az iskola Arany Jánosról elnevezett önképző-körében csiszolhatta magyar tudását. Teller Ede, aki jövőre, 2003. január 15-én tölti be 95. évét, az egyetem Trefort Ágostonról elnevezett gyakorló gimnáziumába, a „Mintába” járt, s ma is pontosabban és szebben fogalmaz magyarul, mint akárhány külföldre szakadt honfitársa. Wigner Jenő amerikai dolgozószobájában Rátz tanár úr képe függött a falon, élete végéig olvasgatta a Lapokat, oldogatta meg – pihenésül – a kitűzött feladatokat. Teller Ede kevésbé volt elragadtatva egykori matektanárától, aki azzal a kijelentésével sértette meg az ifjú titánt, hogy „nem szereti a zseniket”. Mégiscsak tanulhatott tőle valamit, különben aligha nyerhette volna meg 17 évesen az Eötvös-versenyt matematikából és fizikából.

A „helvét hitvallású” Kandó Kálmán is az „ágostai hitvallású” evangélikus főgimnáziumban kezdte meg középiskolai tanulmányait, majd a „Mintában” fejezte be, ott érettségizett. Az ő nevét azonban nem találhatjuk sem a Lapok megoldói, sem az Eötvös-verseny nyertesei között. Ennek egyedüli oka pedig az, hogy akkoriban, amikor Kandó Kálmán járt középiskolába, még sem a Lapok, sem az Eötvös-verseny nem léteztek.

Kandó Kálmán 1869-ben született; több, mint 30 évvel volt idősebb Wigner Jenőnél s majdnem 40 évvel volt idősebb Teller Edénél. A fasori gimnázium sem létezett még ekkor, ezt az épületet a 20. század első évtizedében emelték. A budapesti evangélikus gimnázium a Sütő utcában, a mai Madách téri evangélikus templom melletti épületben működött, ahol a későbbiekben a budapesti evangélikus lánygimnázium, ma pedig Budapest második evangélikus gimnáziuma kapott helyet.

Az 1880/81-es tanévben, amikor Kandó Kálmánt felvették a Sütő utcai nyolcosztályos főgimnázium második osztályába, 82 tanuló járt ebbe az osztályba, a névsorban Kandó volt a 33-ik. Harmadik osztályban 81-en voltak, negyedikben 78-an. 1883/84-ben 52 ötödikes osztálytársa volt, s először csak a következő évben, 1884/85-ben csökkent az osztály létszáma 50 alá: 48-an voltak a hatodikosok ebben az iskolában. Ma már nem is tudjuk elképzelni, hogy folyhatott a tanítás ekkora létszámú osztályokban. Nem csoda, hogy Kandó Kálmán szülei a két utolsó évre át szerették volna vinni fiukat egy kisebb osztálylétszámú iskolába. Az akkori, fejlődő Budapesten azonban kevés nivós középiskola működött, ezek is hasonlóan zsúfoltak voltak. Az egyetlen kivétel a Kármán Mór alapította gyakorló gimnázium volt, egyedül itt csökkent az osztálylétszám 30 alá. Nem hiába hívta a köznyelv ezt az iskolát „Mintának”. De volt egy kis baj. A „Mintában” csak minden második évben indítottak új első osztályokat, s úgy adódott, hogy 1885/86-ban csak páros számú osztályok indultak az iskolában. Kandó Kálmán tehát újra, itt is kijárta a VI. osztályt, majd a VII.-et és VIII.-at is, s itt érettségizett 1888-ban 19 éves korában.

A mintagimnázium igazi elitiskola volt. Jellemző módon a 25 hatodikos közül 23-an „von Haus aus” tudtak már németül. Az iskolában latint, görögöt és franciát tanultak. Hetedikben és nyolcadikban heti 4-4 óra fizikájuk volt.

Hetedikes volt Kandó Kálmán, amikor a fizikai szertár „Gorove János földbirtokos 350 frt-os adományából egy elektrodinamikus gépet szerzett be”, a nyolcadik osztályt pedig már az újonnan épült Trefort utcai épületben végezhették el. Végül is a 25 tanuló közül nyolcan érettségiztek jelesen, tizenhárman jól. Érettségi után kilencen jelentkeztek jogi, ketten orvosi karra a tudományegyetemen, négyen építész-, ketten gépész karra a műegyetemen. Valamennyiüket felvették. Az építészek közül Bobula János (1871–1932) és Kármán Aladár (1871–1939) neve maradt fenn az utókor számára, a gépészek közül Kandó Kálmáné (1869–1931). A jogászok közül Ráth-Végh István (1870–1959) könyvei az emberi butaság történetéről ma is népszerűek, Vámbéry Rusztem (1872–1948) pedig ügyvédként és politikusként lett ismert.

Kandó Kálmán már a gimnáziumban arról ábrándozott, hogy egyszer majd mérésekre is alkalmas laboratóriumi berendezéseken dolgozhat. Impulzust adott ehhez nemcsak a „Mintába” érkezett elektrodinamikus gép, de még előbb, az 1883. évi bécsi villamossági kiállítás, melyet édesapjával látogatott meg a 14 éves ifjú. Ott találkozott a Ganz-gyár akkor óriásinak tűnő, 150 lóerős gőzgéppel egybeépített váltakozó áramú generátorával. A generátor Zipernowskyék találmánya volt, az pedig, hogy a gőzgép lendkereket egyesítették a generátor mágneskerekeivel, Mechwart András ötlete. Mechwart, a Ganz akkori igazgatója hívta életre 1878-ban a Ganz elektrotechnikai osztályát, s állította ennek élére az akkor 25 éves Zipernowsky Károlyt. S amikor 1893-ban Zipernowsky a műegyetemen (a Múzeum körúton) kapott elektrotechnikai tanszéket és elment a Ganzból, 1894-ben egy újabb 25 éves fiatal mérnököt, Kandó Kálmánt vette fel Mechwart, s állította rövidesen a szerkesztési osztály élére.

A Ganz-gyár rohamos fejlődését eredetileg Ganz Ábrahám találmányának köszönhetette. Ganz a vasúti kocsik kerekeinek olyan kiváló minőségű öntési eljárását dolgozta ki, hogy a 19. századi Európában viharos gyorsasággal szaporodó vasutakhoz csaknem minden cég a Ganz-gyártól vásárolta a vasúti kocsik kerekeit. A vasút és a Ganz-gyár kapcsolata

Ganz Ábrahám halála után se szűnt meg. Mechwart András az európai vasutak villamosításának korántsem kockázatmentes vállalkozásával kacérkodott. Ehhez volt szüksége Kandó Kálmánra. Arra a fiatal mérnökre, aki 1888 és 1892 között kitűnő eredménnyel elvégezte a budapesti műegyetemet, majd letöltve az egyéves katonai szolgálatot, Párizsban helyezkedett el egy villamossági cégnél, s ott indukciós motorok tervezésével vívott ki magának elismerést. (Tesla fejéből körülbelül akkor pattant ki a forgóáram ötlete, vagyis a háromfázisú váltóáram koncepciója, amikor Kandó érettségizett, s míg Kandó egyetemre járt, kezdtek megjelenni a világban a háromfázisú, indukciós elven működő gépek.) Európában is megkezdődött a vasutak villamosítása, de mindenütt legfeljebb néhány száz voltos, egyenáramú gépekkel próbálkoztak. Mechwartnak az volt a véleménye, hogy a váltóáramnak a gyár 1885-ös szabadalmára, a transzformátorra épülő gazdaságos szétosztásával a vasút villamosítása valószínűleg olcsóbban lesz megvalósítható, ezért bízta meg Kandó Kálmánt ennek a komplex feladatnak a megoldásával.

1897-ben az akkor már igazgatóhelyettesé kinevezett Kandó Kálmánt Mechwart kiküldte az Egyesült Államokba, a baltimore-i pályaudvarokat összekötő 5,8 km hosszú alagútban bevezetett 600 V-os, egyenáramú vasút tanulmányozására. Érthetően elsősorban az alagutakban haladó vonalakon lett volna szükség a füstös gőzmozdonyoknak villanymozdonyokkal történő kiváltására. Kandót ez az út győzte meg igazán az egyenáramú és kisfeszültségű villamos vontatás gazdaságtalanságáról.

1898-ban megtervezte az első háromfázisú kisvasutat, melyet Svájcban, a Genfi-tó partján lévő üdülőhelyen valószínűsített meg, egy 300 m hosszú, 20 m szintkülönbségű vonalon. S amikor az olasz kormány hiába kapacitálta az észak-olaszországi vasúttársaságokat, hogy villamosítsanak egy 100 km hosszú vasútvonalat a Valtellina-völgyben, amelyhez a villamos energiát az Alpokból lefutó folyók vízienergiájából nyerhetnék, Kandó Kálmánnal konzultálva Mechwart a Ganz-gyár nevében 1898-ban elvállalta ezt a feladatot.

Az első szerződést 1899 márciusában kötötték meg, ennek alapján tíz négytengelyű, 500 lóerős gyorsvasúti motorkocsi, két nagyteljesítményű (900 lóerős) tehervonati mozdony, a teljes villamos vezetékrendszer (15 periódusú, 20 kV-os tápvezeték és 3 kV-os munkavezeték) kiépítését, valamint kilenc transzformátorállomás megépítését vállalta a Ganz. A pálya meglévő síneit – a táglási hézagoknál megfelelő vastag vezetékekkel áthidalva – használták egyik fázisvezetéként, a másik két fázis vezetéket 6 m magasban (alagutakban 4,8 m magasban) a levegőben vezették, egymástól kb. 0,8 m távolságra. A mozdony áramszedője két (egymástól is elszigetelt), egyenként 65 cm hosszú vörösréz henger volt, melyek golyóscsapágyakon forogtak egy 8 cm átmérőjű, vízszintes szigetelő rúdon, s a széleiken szénkefékkel kapcsolódtak a levezető kábelekhöz. A vezetékeket 25–30 cm átmérőjű vörösfenyő tartóoszlopokra szerelték; ugyanazok az oszlopok tartották a 20 kV-os három tápvezetékét, mint a két 3 kV-os munkavezetékét. Alagutaknál (amelyek a teljes vonalhossz mintegy 30%-át tették ki) a 20 kV-os tápvezetékét az alagút felett vezették át.

Kandó a tervezés minden részletében aktívan részt vett, addig soha nem látott problémák százait oldotta meg nagy-nagy kreativitással. A 150 lóerős indukciós motorok forgórészét a motorkocsik tengelyére építette rá, ezek a motorok közvetlenül kapták a 3000 V-os nagyfeszültséget. 10–15, maximum 20 km-es távolságonként iktatott be egy-egy transzformátorállomást, amelyek a 20 kV-ról 3 kV-ra csökkentették a feszültséget; így kerülte el, hogy a motorkocsi súlyát nagytömegű transzformátorok növeljék, és elkerülte a 20 kV feszültséggel járó szigetelési problémákat is a motorkocsikon.

A vonalszerelés 1900. januárban kezdődött, 7-8 mm átmérőjű vörösréz vezetékekkel, összesen mintegy 600 km hosszúságban. Nem telt el két év, és 1902. szeptember 4-én ünnepélyesen átadták a Valtellina-vasutat, október 15-én pedig az ehhez kapcsolódó, a Comói-tó keleti oldala mentén haladó vonalat.

A magyar villamossági ipar e nemzetközi sikerének, a 33 éves Kandó Kálmán elismert teljesítményének centenáriumát ünnepeljük 2002. szeptemberében és októberében.