

Bánó Imre¹

KÁRMÁN TÓDOR ÖRÖKSÉGE²

50 éve hunyt el a világhírű, magyar származású tudós aki a repülésen kívül több más tudományban is jelentőset alkotott. Neki állít emléket ez az írás.

SPIRITUAL HERITAGE THEODORE VON KARMAN

The year 2013 marks the 50th anniversary of the world famous Hungarian born scientist, Theodore Von Karman's (Todor Karman's) death, who achieved great results not only in aviation but numerous other fields of science. The object of this paper is to pay tribute to his memory.



Ebben az évben, május 7.-én lesz ötven éve, hogy Kármán Tódor meghalt. Egy olyan embert, tudóst, és mérnököt vesztett el vele a világ, akinek munkássága meghatározó lett korunkra és jövőnkre. Olyan tudós volt, akinek a munkáira alapozódik a világunk. Legnagyobb eredményeit kétségtelenül a repülés és az űrrepülés területén érte el, de maradandót alkotott az atomfizikában (pl. Born – Kármán modell), lerakta a korszerű talajmechanika alapjait (pl. e nélkül nem lehetne magasabb épületeket emelni), szilárdságtanban a mérnökök naponta dolgoznak az ő általa megalkotott elméletekkel, megalapozta az aerotermokémiát (ez tette lehetővé a biztonságos szilárd tüzelőanyagú rakéták készítését).

1881. május 11-én született, Budapesten a Szentkirályi utca 21 alatt. Édesapja, Kármán Mór kiemelkedő nevelési szakembere volt. Ő hozta létre korának legjobb középiskolai rendszerét Magyarországon, Ennek minőségét Nobel díjas tudósaink és világhírű mérnökeink fémjelzik. Ezért és Albrecht főherceg neveléséért 1908-ban nemességet kapott. A kis Kármán Tódor már kisgyermekkorában is kitűnt matematikai tehetségével (hatjegyű számokat fejben szorzott és osztott), de édesapja, aki nem szerette a csodagyerekeket, megpróbálta ezt kinevelni belőle. A világ szerencséjére ez csak részben sikerült. Tizenhét éves korában elnyerte az országos Eötvös Lóránd díjat. A Budapesti József Nádor Műegyetemre iratkozott be, ahol hamarosan kitűnt matematikai tehetségével, Bánki Donát legjelesebb tanítványa lett. Az önkéntesi év letöltése után,

¹ Dr. Bánó Imre okl. repülőmérnök banoimre@aeroconsult.hu

² Lektorálta: Prof. Dr. Óvári Gyula, egyetemi tanár, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Repülő Tanszék, ovari.gyula@uni-nke.hu

Bánki 1903-ban elhelyezte a Ganz gyárban és egyidejűleg tanársegédként is dolgozott mellette.



A Kármán család



A Kármán testvérek



A tüzér hadnagy úr

Első tudományos közleményét 1902-ben jelentette meg a Matematikai és Fizikai Lapokban. 1906-ban a Magyar Tudományos Akadémia ösztöndíjával Göttingába utazott, ahol Prandtl irányításával készítette el doktori disszertációját, a rudak plasztikus kihajlásának témájában (1910 *Untersuchungen über die Bedingungen des Bruches und der plastischen Deformation, insbesondere bei quasi-isotropen Körper*). Prandtl mellett különösen nagy hatással volt rá két matematikus, Hilbert és Felix Klein. Közben elkezdett foglalkozni a folyadékok és gázok áramlásával is. A doktori fokozat elnyerését követően Prandtl felajánlotta neki egy magántanári státuszt a Göttingai egyetemen. Habilitációs témája a közetek viselkedése nagy nyomás alatt volt. (*Zur theorie der Spannungszustände in plastischen sandartigen Medien*). Magántanári éve alatt jó barátságba került Max Bornnal (aki 1954-ben kapott Nobel díjat), több közös atomfizikai témájú munkájuk jelent meg. Kármán nagy, élethosszig tartó, szakmai szerelme azonban az örvények, és azok matematikai leírása lett. A Zeppelin művek részére épített szélcsatornában végzett kísérletek alapozták meg, a később róla elnevezet örvénysor felismerését. A szélcsatornával szerzett tapasztalatok azután egy életre a repüléshez kötődtek.

Közben, mivel nem látott más lehetőséget arra, hogy önálló egzisztenciát teremtsen magának, 1912-ben elvállalt a Selmecbányai Bányászati és Erdészeti Egyetemen egy tanszékvezetői állást. Erre azután megmozdultak a németországi körök is, és Prandtl ajánlására 1913-ban kinevezték a Junkers által alapított és addig általa vezetett aacheni Aerotechnikai Intézet vezető tanárának. Tizenhét évig volt az aacheni műegyetem tanára, ebből azonban öt évet elvitt a háború. 1914 őszén Kármán Tódor tüzér hadnagyot behívták az Osztrák Magyar Hadseregbe. Egy év múlva a német hadsereg kikérte őt, mint aerodinamikai szakértőt az osztrákoktól. Erre már az osztrákok is észbe kaptak és gyorsan áthelyezték az *Österreichische und Ungarische Luftarsenal*-hoz. Itt szervezte meg a Fischamendi repülőkísérleti Intézetet. Ebből az időből a legkiemelkedőbb eredménye a PKZ kötött helikopter megalkotása, és a helikopterek stabilitásával kapcsolatos munkái voltak. A háború után a forradalomban felkérték, hogy az oktatási minisztériumban szervezze meg a magyar felsőoktatást, ezt a munkáját a Kommün alatt is folytatta, de 1919 őszén visszazökött Aachenbe. Hamarosan a világ, vezető aerodinamikusai közé számították és számos országba meghívták, hogy tanácsokat adjon, és előadásokat tartson. Amerikába először 1926-ban invitálták meg a Caltech-re, hogy építsen fel egy szélcsatornát. 1928-tól gyakorlatilag fele idejét már Amerikában töltötte, majd 1930-tól véglegesen a Caltech tanszékvezető tanára lett.



A fiatal professzor



Dr. Klemperer 1920-ban a Wasserkuppen világrekordot repül



Az Aacheni szélsatorna átépítés előtt

Kármán Tódor önmagát, mint alkalmazott mechanikust definiálta, de ha áttekintjük, életművét, egy olyan tizenkilencedik századbeli kifejezés jut eszünkbe, hogy polihisztor. Ezt bizonyítandó célszerű rövid felsorolás az általa művelt fontosabb témaköröket, amelyekben maradandót alkotott.

- tevékenységének legnagyobb részét kétségkívül az aerodinamika területén végezte. Különösen kiemelkedők az örvényekkel és a hangsebesség feletti aerodinamikával kapcsolatos munkái;
- az űrrepüléssel és rakétatechnikával is sokat foglalkozott. Már a harmincas években elkezdte az ilyen irányú tevékenységet. Különösen a szilárd hajtóanyagok terén voltak kimagasló eredményei;
- munkássága a szilárdságtan területén is elismerést érdemel. Különösen a nem lineáris kihajlások vizsgálatában számottevőek eredményei;
- tevékenységének első éveiben máig maradandót alkotott az atomfizika terén. Max Bornnal közösen végzett vizsgálati eredményeit máig is hasznosítják;
- alapozó munkát végzett a geotechnika területén is;
- matematikában az operációkutatásban alkotott jelentőset, de ő írta meg e tudomány egyik legjobb egyetemi tankönyvet is;
- a kémiában is jelentősen hozzájárult a gázok égésméletténeke fejlesztéséhez.

Oktatási tevékenysége egészen rendkívüli. Már a József Nádor Műegyetem tanársegédékeként is bizonyította családi pedagógiai örökségét, majd Aachenben is kiváló oktatónak bizonyult. Diákjait a Bánki Donáttól tanult alapelvek szerint kísérletezésre és a gyakorlattal való szoros kapcsolatra nevelte. Jellemző, egyik meghatározó – egyben repüléstörténet formáló - cselekedete volt, a világ első egyetemi repülőklubjának (Akademische Flieger Gruppe) megalapítása, melyet azután, számos más Akaflieg követett. Ennek célja - a korlátozott anyagi lehetőségek mellett - a szükséges tudományos és matematikai alapok felhasználásával egy, a kor színvonalának megfelelő vitorlázó repülőgép megépítése volt. az elkészült légi járművel tanársegédje, Wolfgang Klemperer az 1920-as Rhön-i (Wasserkuppe) versenyen világrekorddal lett első. Hazánkban a Műegyetemi Sportrepülő Egyesület 1921-ben alakult. A Kaliforniai Caltechen már 1928-tól tartott előadásokat, majd 1930-tól végleg ott oktatott, rengeteg kiváló mérnököt és tudóst nevelve.

Meghatározó eleme volt Kármán Tódor tevékenységének – mivel már Budapesten, Bánki Donáttól megtanulta, hogy milyen fontos ez – az iparral és a felhasználókkal tartott kapcsolat. Mivel a repülés és a rakétatechnika legfőbb alkalmazói ebben az időben a katonák voltak, ezért

a légierőkkel (döntően az Egyesült Államokéval!) épített ki folyamatos kontaktust. Göttingában a Zeppelin művek tették lehetővé aerodinamikai kutatásait és a Krupp művek pénzén vizsgálhatta a plasztikus kihajlást, ami akkor korszakalkotó volt. Aachenbe Junkers által fenntartott intézet élére került, a Caltech nagy szélcsatornáját a Guggenheim alapítvány finanszírozta. Külön fejezetet érdemelne a katonai repüléssel való kapcsolata.

Kiváló tudományszervezőként, már 1922-től megszervezte az alkalmazott mechanika tudósainak rendszeres találkozóját, hogy az első világháború miatt szétzilálódott tudományos életet újra indítsa és összefogja. Ez a mozgalom a mai napig is rendszeresen tartja kongresszusait, jelenleg International Union of Theoretical and applied Mechanics néven. A második világháború után 1952-ben a NATO keretében megszervezte az AGARD-ot (Advisory Group for Aerospace Research and Development), 1958-ban az ICAS-t (International Council of the Aeronautical Sciences) majd 1960-ban a Nemzetközi Asztronautikai Akadémiát.

Külön kell beszélnünk Kármánnak a rakétatechnikával és az űrkutatással kapcsolatos tevékenységéről. Már Németországban is foglalkozott e kérdéskörrel, ahol Opel kísérletezett ilyen járművekkel. Ennek során egy vitorlázó repülőgépre rakétát szereltek. 1936-ban a Caltechen alakítottak egy rakétákkal foglalkozó csoportot, amelyből később kialakult a Jet Propulsion Laboratory, ami jelenleg a világ egyik legnagyobb rakétatechnikával foglalkozó szervezete (1958-tól már a NASA keretein belül). 1939-ben már az amerikai hadsereg is támogatta az ilyen kísérleteket. 1942-ben megalapították a napjainkra ipari óriássá nőtt – AeroJet vállalatot, melynek első munkája a felszállást segítő, ún. JATO rakéták gyártása volt.



Az AeroJet alapítói



Felszállás előtt



Az első segéd rakéta start

A második világháború a rakétatechnika hatalmas fejlődését hozta magával, és ezzel előtérbe került az űrrepülés is. A kapcsolódó kutatások egyik meghatározója Kármán Tódor volt. A háború után, részben a német tapasztalatok segítségével Amerika is belépett az űrkorszakba, és a Jet Propulsion Laboratory a nagy hatótávolságú lövedékek fejlesztésének és az űrkísérleteknek első amerikai központja lett. Első sikeres rakétájuk a WAC Corporal volt, ami 1945-ben 71,5 km magasságra emelkedett, majd 1949-ben második fokozatként (az első fokozat egy V-2 volt) 393 km-es magasságot ért el, és így az USA első űrrakétája volt. Az USA első műholdját, az Explorer 1-et is a Jet Propulsion Laboratory készítette. Kármán tevékenyen részt vett az USA űrprogramjának kidolgozásában. Érthető tehát, hogy amikor Kennedy elnök megalapította a tudomány nemzeti érme kitüntetését (United States National Medal of Science), akkor ezt elsőként a magyar származású Kármán Tódornak adta át.



Az első „rakétások” a Caltechen



A Corporal első startja



Kennedy elnök átnyújtja a kitüntetést

Mit tanulhatunk Kármán Tódortól?

Talán elsősorban azt, hogy munkájában töretlenül szem előtt tartotta a Bánki Donát féle örökséget, a gyakorlat és az elmélet szoros egységét. Mindig hangsúlyozta a kísérletek fontosságát, ugyanakkor azok elméleti megalapozását is, amihez felhasználta a matematika teljes fegyvertárát. Szigorúan ragaszkodott az „*elmélet nélkül nincs jó gyakorlat, gyakorlat nélkül nincs használható elmélet*” filozófiához. Munkái nagy részét úgy végezte, hogy társakat vett maga mellé, legtöbbször fiatal tanítványai közül. Egy feladat megoldásához általában csoport szerveződött köréje. Rendkívül fontosnak tartotta a matematikai módszereket, és a problémákat olyan modell alapján próbálja megközelíteni, amelyek a lehető legjobban közelítették a valóságot. Jellemző a Tacoma híd elhíresült esete, amikor, a tisztán szilárdsági szemlélet mellett a rugalmasság és az alakváltozások figyelembe vételével lehetett megközelíteni a problémát. Igen érdeklődött az interdiszciplináris megoldások után. Sok problémára más területeken elért eredményeket és módszereket vett figyelembe. Büszke volt magyarságára.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Kármán Tódor Örvények és repülők (önéletrajz) Akadémiai Kiadó 1994
- [2] Biot - Kármán Tódor: Matematikai módszerek műszaki feladatok megoldására Műszaki Könyvkiadó 1963
- [3] Karman, Theodor von: :From Low Speed Aerodynamics to Astronautics, Pergamon Press 1961