

## A világhírű tudós Kármán Tódor élete és munkássága

### The world-wide famous Theodore von Kármán life and work

MAKAI Zoltán

Nagyvárad

#### ABSTRACT

*This paper presents the work of "the father" of theories of turbulence, high-speed flows, aerodynamics.*

**Keywords:** turbulence, vortexes, aerodynamics, engineering education.

#### KIVONAT

*A dolgozat bemutatja a turbulencia, a nagy sebességű áramlások és az aerodinamika elméletek atyja munkásságát.*

**Kulcsszavak:** turbulencia, örvények, aerodinamika, mérnök képzés

Kármán Tódor a turbulencia elméletének atyja, a nagysebességű áramlások elméletének kidolgozója Budapesten született 1881. május 11-én. Édesapja Kármán Mór, a középiskolai oktatás megreformálásának úttörője volt. Az új oktatási rendszer keretében megalapította Budapesten a MINTA nevű állami gimnáziumot. Kármán Tódor csodagyerekként kezdte és mindig tudós szeretett volna lenni. Már hat éves korában hatjegyű számokat tudott fejben összeszorozni. Középiskolai tanulmányait a MINTA gimnáziumban kezdte. Aktívan részt vett a gimnázium matematikai versenyein. 1898-ban beiratkozott a József Nádor Műegyetemre és 1902-ben diplomázott. Az idősebb Kármán nagy hatással volt fia szellemi fejlődésére. Hosszas beszélgetéseket folytattak különböző témákról.

Kármán a Műegyetemen kapott elször ízelítőt a tudományos kutatásból. Ebbe a világhírű Bánki Donát professzor vezette be. Kármán első kutatási feladata gyakorlati problémából származott. Arra kellett magyarázatot találnia, hogy honnan ered egy motor szelepeinek a kopogása. Kísérletezett és megállapította, hogy a kopogás csak bizonyos fordulatszámoknál fordul elő. Eredményeiből megírta első tudományos dolgozatát, amely 1902-ben jelent meg és díjat is hozott az ifjú kutató számára.

Egy évig az osztrák-magyar hadsereg tüzérségénél dolgozott, majd visszatért a Műegyetemre ahol Bánki Donát tanársegédje lett. Bánkival három évig dolgozott, majd függetlenítette magát. Leonárd Eulert tekintette mintaképnek és az oszlopok megroggyanásával kezdett foglalkozni.

1906-ban a Magyar Tudományos Akadémia két éves ösztöndíjával a zsebében Németországba távozott. Útja Göttingenbe vezetett, ahol Ludwig Prandtl professzor hasonló problémákkal foglalkozott. Az I. világháború után 1918-ban visszatért Budapestre, majd amikor megtudta, hogy Németországi állását fenntartották, és azt elfoglalhatja másodszer is elhagyta Magyarországot. Göttingenben Ludwig Prandtl professzort csak úgy emlegették, mint a folyadékok és gázok mechanikájának atyja és az aerodinamika atyja. Kármán a különböző anyagok tulajdonságainak rendszerszerű vizsgálatával kezdett foglalkozni. Kereste az összefüggéseket a szerkezet és a tulajdonságok között. Kutatásait a Krupp cég anyagilag is támogatta. Munkája eredményes és sikeres volt, majd disszertációjával doktorátusi címet szerzett.

Doktorátusának megszerzése után Kármán 1908-ban Párizsba utazott, ahol megismerkedett Vészi Margittal, aki az egyik budapesti lapnak tudósított. Egy nap kora hajnalban az újságíró nő magával vitte egy Párizs környéki repülőbemutatóra, amelyen először repültek Európában két kilométeres távon. A bemutató mély benyomást tett Kármánra. Göttingenbe visszatérve bekapcsolódott az ott

meghonosodott és rendszeresen megtartott szemináriumokba. Ezeket a szemináriumokat sokan látogatták. Így lehetőség lett találkozni olyan nagy egyéniségekkel, mint Felix Klein, David Hilbert és maga Einstein. Göttingenben Klein és Hilbert óriási tekintélynek örvendett. Kármán és Hilbert hamar jó barátok lettek. Hilbert tanította Kármánt arra, hogy törekedjék a természet kvantitatív leírására, amely matematikai jellegű.

A repülés terén 1904-1905-re a felhajtóerő természetét már jól ismerték. A légellenállásról, amely a mozgást akadályozta keveset tudtak. Kármán ebbe a problémába merült bele. Elsősorban a mozgó testről leszakadó légáramlat örvényekbe rendeződése érdekelt. Dolgozatában leírja az örvénysor keletkezését és bemutatja azt a mérnöki számítást, amellyel a minimumra lehet csökkenteni ezeket az örvényeket. Ez az áramvonalas forma. Kármán fokozatosan az aerodinamika és repüléstudomány legfontosabb művelőjévé lépett elő. Kármán nem csak aerodinamikával foglalkozott. Max Bornal több éven keresztül foglalkoztak az atomelmélettel is. Ez az együttműködés megmutatta, hogy Kármán az elméleti fizikusokkal is egyenrangú partnerként is közre tudott működni.

Pár év múlva az-az 1913-ban Aachenbe költözött ahol az aacheni műszaki egyetem professzora lett. Itt ismerkedett meg Hugo Junkers-szel aki bevonta Kármánt a repülőgép tervezésbe. Az I. Világháború kitörésekor szolgálatra jelentkezett Budapesten. A háború alatt a hadsereg repülési részlegén teljesített szolgálatot. 1919-ben másodszor is megérkezett Németországba, de ez a megérkezés nagyon különbözött az elsőtől. Kármán minden erejével belevetette magát intézetének újjáépítésébe. Bár a versailles-i békeszerződés megtiltotta a németeknek a motoros repülést, egy lelkes csoport megalakított egy repülési egyesületet. Első feladatként vitorlázórepülőket építést tűzték ki maguk előtt. Kármán és Prandtl a vitorlázórepülőkről közös szemináriumokat tartott Aachenben. Az egyik résztvevője ezeknek a szemináriumoknak W. Messerschmitt a későbbi híres hadirepülőgép tervező volt.

A háború egyik kellemetlen következménye volt, hogy Németország elszigetelődött a nemzetközi tudományos életben. Ennek ellensúlyozására Kármán 1922-ben megszervezte az első nemzetközi mechanikai konferenciát. Kármán tevékenységének a fő célja a turbulencia megértése és ennek nyomán matematikai leírása volt. Aacheni tartózkodása idején kezdtek kiépülni amerikai kapcsolatai. Végül is a németországi helyzet fokozatos rosszabbodása, az Amerikába történő távozáshoz vezetett. Az amerikai érdeklődés fő mozgatója Robert Millikan volt. Millikan meghívására Kármán Tódor 1926 decemberében anyjával és húgával elutazott Pasadánába. Először csak ideiglenesen, majd 1933-ban végleg lemondott aacheni állásáról. Amikor Kármán 1935-ben részt vett az ötödik Volta Kongresszuson Rómában, a repülés már fontos tényező volt a világpolitikában. Kármán igyekezett a politikán kívül maradni, csak a tudományos és műszaki kérdésekkel foglalkozni. A németek folytatták a Junkers-tervek alapján készült repülőket gyártását. Kármán Japánba is ellátogatott és számos tanácsal látta el a Kavanisi céget. Ugyanígy segítette a japánok potenciális ellenségeit, a kínaiakat és a szovjeteket. Kármán nagyon jó megfigyelő volt. Így alaposan megfigyelte a mérnökképzést Németországban, Amerikában és a Szovjetunióban. Megfigyelései alapján elhatározta, hogy megváltoztatja a Caltech hallgatóinak képzését. Több matematikát vezetett be és csökkentette a gyakorlati foglalkozásokat. Kutatásai és az oktatómunka mellett kiterjedt tanácsadói tevékenységet is folytatott. Számos polgári műszaki feladat megoldásában vett részt. A legnagyobb nyilvánosságot a Washington állambeli Tacoma-szoros hídjának összeomlása kapta 1940-ben. Kármán egyszerű modellezéssel megállapította, hogy a híd összeomlásának oka a Kármán-féle örvények kialakulása volt. Az új hidat már Kármán útmutatásai alapján tervezték meg.

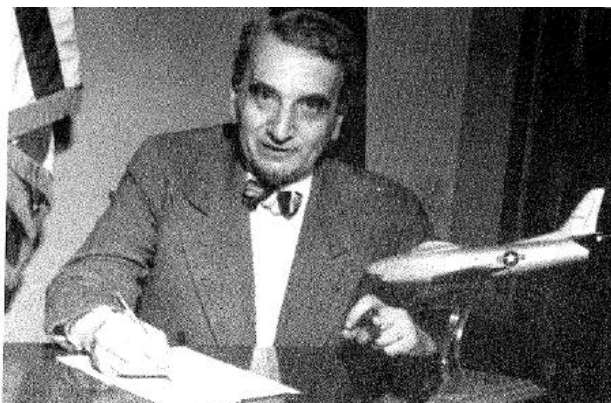
Kármán először 1926-ban került kapcsolatba az amerikai légierővel, első amerikai látogatása alkalmával. Segített a fegyveres erőknek a tudományos meteorológia bevezetésében. Hosszú pályafutása során nemcsak az amerikai fegyveres erőkkel, de más országok katonaságával is jó kapcsolatai alakultak ki. 1935-ben Kármán Washingtonba ment, hogy figyelmeztesse az amerikai kormányt a nagy sebességű repülésben bekövetkező legújabb fejleményekre. Eközben a németek már építették az első Henkel sugárhajtású repülőket, amelyek már 1939-ben sikeresen repültek. Kármán 1938-ban másodszor találkozott H.H. Arnold tábornokkal, miután Arnoldot a hadsereg légierőjének vezérkari főnökévé nevezték ki. Kármán Arnold tábornokban igazi partnerre talált. Kármán tanácsára megépítettek az Ohio állambeli Wright Field légitámaszponton egy 7 méter átmérőjű 40.000 lóerős szélcsatornát. A nagy sebességű repülés Kármánt szinte filozófiai gondolatokra ösztönözte. Az Arnold tábornokkal való együttműködés keretében kezdődött meg 1939-ben a rakétákban rejlő katonai lehetőségek tanulmányozásába. A katonai kérdések tanulmányozása keretében kezdett foglalkozni a

sugárhajtással segített felszállás (jet-assisted takeoff, JATO) témával. Számára mindig azzal kezdődött a megoldás, hogy megpróbálta matematikai kifejezéssel egyszerűsíteni a feladatokat.

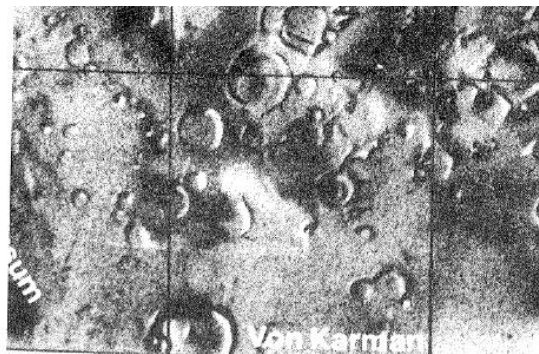
1944 őszén Arnold tábornok felkérte Kármánt, hogy alakítsa meg a Pentagon Tudományos Tanácsadó Testületét, mert meg volt győződve, hogy Amerika jövője a légi fölény megtartásától függ. Kármán komoly információkat szerzett a II. világháború végén, amikor Európába ment egy szakértői felderítő csoport élén. Sokat foglalkozott azzal a kérdéssel, hogy a haditeljesítményekben mennyire meghatározó, a szervezett tudomány részvétele a hatékonyabb fegyverzet megteremtésében. Foglalkozott a meteorológia fontosságával és az irányított rakéták szerepével az amerikai légierőben. Tudatában volt annak, hogy az ő jövőképe alakította ki a modern amerikai légi védelmet, amely nem csak erős volt, hanem a tudományon alapult. Kármánt nagyon érdekelte a nukleáris fegyverkezés. Létrehozta a légierő saját nukleáris kérdésekkel foglalkozó bizottságát és kinevezte Neumann Jánost a bizottság elnökének. A bizottság támogatta a hidrogénbomba kifejlesztését. Neumannnak komoly szerepe volt az első amerikai interkontinentális ballisztikus rakéták kifejlesztésében. Kármán mindig nagyra értékelte a nemzetközi együttműködést. Nagyon jól tudott bánni a katonai vezetőkkel és mindig megkapta tőlük a szükséges támogatást.

Kármán nagyon okos volt, minden műszaki problémát megértett és minden elébe került feladatot megoldott matematikai tehetségével. Nagyon jó humorérzéke és empátiája volt. Kármán teljes intenzitással azonosult magyarságával. Kármán tehetsége elsősorban a matematika aerodinamikai, hidrodinamikai és repüléstudományi alkalmazásában domborodott ki.

1963. február 18-án Kármán Tódor a Fehér Házban megkapta elsőként a National Medal of Science kitüntetést, amit maga Kennedy elnök adta át. A kitüntetést kiemelkedő műszaki és tudományos eredményeinek, valamint oktatásügyi munkásságának elismeréseként kapta. Sajnos két és fél hónap múlva 1963. május 7-én Kármán meghalt.



*Gyorsabban, magasabban, erősebben  
A hangsebesség feletti repülés úttörője, Kármán Tódor*



*A Mars térképének részlete egy „marslakóról”, Kármánról elnevezett kráterrel*



„Senki mást nem ismerek, aki oly teljességgel képviselné azokat a területeket – a természettudományt, a műszaki tudományt és az oktatást –, amelyeket ez a kitüntetés ismer el.” Kennedy elnök a Fehér Házban 1963 februárjában átadja az első National Medal of Science kitüntetést Kármánnak. „Remélem, munkásságom a bizonyítéka, hogy egy főiskolai tanárnak is van haszna” – válaszolta Kármán

(Fotó: Vincent A. Finnigan, Wash., D. C.)

„Sohasem kételkedtem abban, hogy Hap Arnold tábornok példázza legjobban az Egyesült Államok katonai személyiségét – a nagyszerű logikával clegy széles látókörű és a legmagasabb fokú elhivatottságot.” Kármán a légierő kitüntetését veszi át Hap Arnold tábornoktól kiváló polgári szolgálatáért, 1945-ben



## FELHASZNÁLT IRODALOM

HARGITTAI István : Az öt világformáló marslakó. Vince kiadó 2006

KÁRMÁN Tódor és Lee EDSON: Örvények és repülő. Kármán Tódor élete és munkássága. Akadémiai kiadó Budapest, 1994