

Tél Tamás

Környezeti áramlások

Elméleti alapok, kísérleti jelenségbemutatók

Tél Tamás az ELTE Elméleti Fizika Tanszékének kutatójaként a kilencvenes évek vége felé egy konferenciáról hazafelé tartva vásárolt egy „színes-szagos” angol nyelvű ismeretterjesztő könyvet a légköri áramlásokról, és a repülőgépen ezt olvasgatva ilyesféle mondatokkal találta szembe magát: „*mint köztudomású*, a ciklonokban és anticiklonokban a levegő jó közelítéssel az izobárok (azonos nyomású pontok által definiált felületek) mentén fúj”. Döbbenet konstataálta, hogy ez a „köztudomású” igazság a magyarországi fizikusokképzésben egyáltalán nem szerepel, mi több, elsőre ellentmondani látszik a józan észnek; hétköznapi méretskáláinkon az áramlások a nyomáskülönbségek kiegyenlítésére „törekcsenek”, azaz az izobár felületekre merőlegesen indulnak be, semmiképp sem azokkal párhuzamosan.

A paradoxon feloldása a Coriolis-erő dominanciájában rejlik: a Föld forgásának eltérítő hatása a hétköznapi életünkből ismert áramlásokban elhanyagolható, az 1000 kilométeres meteorológiai skálákon azonban elsődlegessé válik, így a szél jellemzően csakugyan *nem* a magas nyomású helytől az alacsony nyomású felé fúj – amint azt minden meteorológushallgató már első évben meg is tanulja. A fizikus szakot azonban gond nélkül el lehetett végezni anélkül, hogy az ember akár csak hallott volna ilyesmiről.

Ez a felismerés sarkallta Tél Tamást és kollégáit az évek-évtizedek alatt egyrészt az ELTE Kármán Laboratóriumának megalapítására (ahol ötletes forgatott kísérletekben például a fenti paradoxon furcsasága is bemutatatható), másrészt arra, hogy szabadon választható egyetemi kurzusként a fizikusjelöltek is tanulhassanak a „környezeti áramlások fizikájáról”. Végző soron ez vezetett ehhez az egyedülállóan alapos munkához, amely végre – ingyenesen, bárki által hozzáférhető PDF-formátumban – megjelent a Typotex Kiadó gondozásában.

A *Környezeti áramlások. Elméleti alapok, kísérleti jelenségbemutatók* egy olyan, didaktikusan felépített egyetemi tankönyvként és szakkönyvként egyaránt forgatható munka, amely fizikusi szemlélettel tárgyalja a klímarendszerünkben, a légköri és a természetes vízi közegekben jelen lévő áramlási jelenségek sajátosságait. A mű anyagát és felépítését tehát a tárgykör immár évtizedeken átívelő egyetemi oktatásával érlelte ki a szerző, felhasználva a legkorszerűbb és legjobban felépített nemzetközi tankönyvirodalmat, de a frissebb tudományos eredményeket is, nagyban építve a fizikus és fizikatanár szakos hallgatók generációinak visszajelzéseire, igényeire.

A szerző kurzusán volt szerencsénk az akkor készülő jegyzet fejezeteit hétről hétre véleményezni. A hallgatók számára lenyűgöző volt látni, hogy a fizikában használatos közelítések a meteorológiai folyamatok léptékében is működnek, ilyen például

a jegyzetben szereplő számolás a ciklonok sebességmezejére, amely néhány elegánsan egyszerű feltételezésből kiindulva könnyen elvégezhető.

A könyv korábbi, közkézen forgó, de kiadásban meg nem jelent jegyzetváltozata a Kármán Laboratóriumban folyó kutatómunkának is alapvető, nélkülözhetetlen segédanyagává vált az évek során. Megjegyzendő, hogy a téma ilyen egységes, jól felépített, a (semleges) légköri és tengeri környezeti áramlások szinte minden aspektusát, sőt a Föld belsejében zajló magmaáramlások alapjait átfogó tárgyalást Geoffrey Vallis vagy John Pedlosky kitűnő, világszerte forgatott környezeti folyadékdinamikai tankönyveiben sem találunk, ahogy a meteorológusok számára készült magyar alapművekben sem (itt elsősorban Dési Frigyes és Rákóczi Ferenc *A légkör dinamikája* című 1970-es első kiadású nagyszerű munkájára utalunk [Budapest: Tankönyvkiadó]).

Ahogy a könyv 210. oldalán található táblázat remekül összegzi, a szerző szisztematikusan és rendkívül didaktikusan végigveszi az áramlástani egyenletek különböző közelítéseit, azok érvényességi körét (és azt, hogy mit hanyagolunk éppen el), s matematikai szigorúságú, jól követhető levezetései nyomán minden egyes közelítés a természet más-más jelenségköreibe enged bepillantást.

A szerző tudatos választása volt, hogy a könyvből hiányoznak a tényleges meteorológiai jelenségeket, felhőket, óceáni sebességmezőket, hullámalakokat stb. bemutató fényképek, mérési adatok. Ilyeneket szép számmal találhatunk a néhai Jánosi Imrével közösen készített korábbi, elsősorban környezettudomány szakos hallgatók számára írt, 2012-ben megjelent e-tankönyvében (Jánosi Imre – Tél Tamás [2012]. *Bevezetés a környezeti áramlások fizikájába*. Budapest: Typotex Kiadó). Itt azonban egy sajátos, elméleti-kísérleti aspektusból vizsgálhatjuk ezt az izgalmas tárgykört mint a fizika egy ágát. Igényesen összeállított, a megértést nagyban segítő, átgondolt, sematikus rajzokat találunk a műben, lépten-nyomon kiegészítve linkekkel és QR-kódokkal, amelyek a Kármán-laborhoz hasonló kutatóhelyeken készült demonstrációs kísérletek videóira mutatnak, ezzel igazán szemléletessé téve a tárgyalást.

Összefoglalva: a könyv rendkívül nagy jelentőségű, hiánypótló munka, amelyre egyre nagyobb az igény manapság, amikor az éghajlati rendszer kutatása, s vele a légköri és óceáni áramlások, transzportfolyamatok jobb megértése egyre inkább a tudományos közvélemény érdeklődésének homlokterébe kerül.

*

Tél Tamás (2025). *Környezeti áramlások. Elméleti alapok, kísérleti jelenségbemutatók*. Budapest: Typotex Kiadó, 340 o.

Vincze Miklós PhD, habil.

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar
Anyagfizikai Tanszék, Budapest

Fehér Szilveszter MSc

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar
Fizika Doktori Iskola, Budapest