

Új szemlélet az előrejelzések készítésében

Az előző fejezetben említést tettünk arról, hogy a számítógép megjelenése milyen forradalmi változást hozott a meteorológiában. A következőkben ennek jelentőségét fejthetjük ki bővebben. A meteorológiai előrejelzések készítésének módszertanát az első száz esztendőben három eljárás uralta: a **matematikai (statisztikai) módszerek**, a **szakértői módszerek** és a modellezés, illetve ezek ötvözte. A statisztikai módszerek alkalmazásakor az egyes meteorológiai elemek (hőmérséklet, szél, csapadék stb.) éghajlati idősorában igyekeztek felfedezni szabályszerűségeket, ismétlődéseket (trendeket, periódusokat, szabályos ingadozásokat), továbbá az egyes paraméterek között kerestek valamilyen függvénykapcsolatot (pl. korrelációs számítással). A szakértői módszerek alkalmazásakor összegyűltek az előrejelzők, majd közös elemzés és értékelés után döntöttek a prognózis szövegéről. A **modellezés** volt nagyon sokáig az időjárás-előrejelzések készítésének mostohagyereke. Bár egy sor más tudományágban hozott fényes sikereket a modellezési szemlélet elterjedése, a meteorológusok bicskája beletört a feladat megoldásába. Hiába kerestek analógiákat a légkör történetének múltjából, a mérési archívumokból, hiába elemezték a lehetséges kölcsönhatásokat, a változásokat leíró függvények viselkedését – az elméleti eredmények gyakorlati alkalmazása nem járt sikerrel.

Gyökeresen új gondolat a XX. század elején vetődött fel. Az eddigi szemlélettel való szakítást javasolta 1904-ben **Vilhelm Bjerknes**, a Bergeni Egyetemen elméleti fizika professzora, a bergeni meteorológus iskola alapító „atyja” (akiről a IV. fejezetben is olvashattunk). Szerinte az időjárás előrejelzésének alapja a fizikában néhány évtizeddel korábban felfedezett megmaradási elvek légköri alkalmazása kell, hogy legyen.

Melyek is ezek a megmaradási törvények, és hogyan lehet azokat a légkörre alkalmazni?

Az **energiamegmaradás elve** a XIX. század közepén vált a tudományos gondolkodás részévé, elsősorban **Hermann Helmholtz** (1821-1894) német fizikus egy 1847-ben publikált dolgozata révén. Bár a kérdéstről 1842-ben **Julius Robert Mayer** (1814-1878) német orvos is értekezett, az ő elsőségét csak évekkel később ismerte el a tudománytörténet. Fontos esemény még ezzel kapcsolatban **James Joule** (1818-1889) angol serfőzdetulajdonos és autodidakta tudós eredménye 1843-ból, aki egy egyszerű kísérlettel megadta két alapvető energiafajta, a hő és a mechanikai munka egyenértékét. Az energiamegmaradás elvét a meteorológiában a termodinamikai energia-egyenlet fejezi ki, amit a termodinamika első főtételéből kiindulva írhatunk fel.

Az **anyag- (tömeg-) megmaradás elve** már a fizikatörténet korai éveiben megjelenik. Áramló gázokra és folyadékokra **Leonhard Euler** (1707-1783) svájci származású matematikus, fizikus alkalmazta először, megadva az elvet az áramlás paramétereivel kifejező úgynevezett kontinuitási egyenlet első alakját. Az **impulzus megmaradásának elve** a dinamika alaptörvényeként, azaz Newton II. törvényeként szerepel a fizikában. Ezt az axiómát is Euler alkalmazta először mozgó, áramló gázokra és folyadékokra, felfedezve azt a tényt, hogy az egyenletekben az ismeretlen függvények és deriváltfüggvényeik szorzata is fellép, azaz matematikai szakkifejezést használva: az egyenletek nemlineárisak. Ennek tulajdonságnak a káoszelmélet felfedezésekor sikerült kimutatni jelentőségét az 1960-as években.

A **folyadékok mozgásegyenletének** továbbfejlesztése **Claude Navier** (1785-1836) francia mérnök nevéhez fűződik, végül ma is használt alakját, a napjainkban Navier–Stokes-egyenletként emlegetett alakot **George Stokes** (1819-1903) ír fizikus adta meg a XIX. század második felében.

Az előbbiekből kitűnik, hogy Bjerknes a korát megelőző évtizedek legfrissebb eredményeit szintetizálta akkor, amikor felvetette az új szemlélet bevezetésének szükségességét a meteorológiai előrejelzések készítésekor. 1904-es írásában rámutatott, hogy az energia, az anyag (tömeg) és az impulzus megmaradásának elvét kimondó matematikai egyenletek – kiegészítve az ideális gáz állapotegyenletével – zárt egyenletrendszert alkotnak, és – parciális differenciálegyenletekről lévén szó – megfelelő kezdeti- és peremértékek ismeretében matematikai szempontból egyértelmű megoldással rendelkező egyenletrendszert kapunk. A zseniális gondolat először egy brit meteorológus, **Lewis Fry Richardson** fejében fogalmazódott meg, aki az 1910-es években hozzá is látott az egyenletrendszer felírásához és megoldásához.

Gyuró György