

# MITŐL FÜGG AZ IDŐJÁRÁS?

Tasnádi Péter  
ELTE, Meteorológiai Tanszék

Az időjárás mindnyájunkat szinte állandóan foglalkoztatja. Néha rettenetesnek érezzük kiszámíthatatlanságát, sokszor örömet szereznek a váratlanul derűs napok, vagy megnyugvással töltenek el a csapadékos növénynevelő időszakok.

A meteorológusokat régóta foglalkoztatja a változékonyság, ugyanakkor az évszakos változatlanság oka. A következőkben megkíséreljük számbavenni azokat a tényezőket, amelyek az átlagos időjárást alakítják, s azokat is, amelyek a bizonytalanságért felelősek.

Kövessük végig a földi időjárásunkat alakító fontosabb tényezőket.

## A Föld távolról nézve

Földünk a Nap körül keringő bolygó, amelynek átlagos hőmérséklete 288 K körüli. Az, hogy a Föld hőmérséklete a Naptól jövő 6000 K hőmérsékletű sugárzás ellenére állandó, azt jelenti, hogy a Föld a Naptól érkező energiát nem tárolja, hanem visszajuttatja az űrbe. Érdekes megvizsgálni, hogy mi lesz a sorsa a Naptól a légkör határára érkező  $1,39 \text{ kW/m}^2$  sugárzási energiának. Az összegező megállapításon túl, hogy a Föld a beérkező energiát kisugározza, s ez a dinamikus egyensúly alakítja ki a Föld átlagos hőmérsékletét, érdemes kissé részletesebben megvizsgálni, hogy a sugárzási egyensúly létrejöttében milyen szerepe van a légkörnek, a légköri víznek és a földfelszínnek.

A Nap és a Föld hőmérsékleti sugárzását különböző hullámhosszúságú sugárzások elegye alkotja, az egyes összetevők súlyát a hőmérséklet függvényében a Planck-görbe adja meg. Az 1. ábra a Nap 6000 K-es, a 2. ábra a Föld 288 K-es sugárzáseloszlási görbéjét mutatja. Az ábrákból látszik, hogy a Nap sugárzását döntően rövid-, a Földét hosszúhullámú összetevők alkotják. A két sugárzási tartomány gyakorlatilag nem fedi át egymást, hiszen a napsugárzás  $2 \mu\text{m}$  körüli hullámhosszakon már gyakorlatilag semmilyen össze-

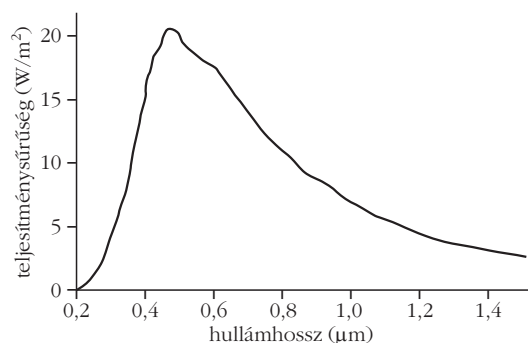
tevért sem tartalmaz, a Föld kisugárzása pedig innen indul a nagyobb hullámhosszúságú összetevők felé. Ez lehetővé teszi, hogy a mérésekben elkülönítsük a Nap rövidhullámú és a Föld hosszúhullámú sugárzását. (A 2. ábra néhány olyan folyamatra is utal, amelyekkel most nem kívánunk foglalkozni. Mutatja, hogy a légköri gázok a Föld hőmérsékleti sugárzásából egyes hullámhossz-tartományokban erősen elnyelnek. Ez az üvegházhatás, ami a Föld átlagos hőmérsékletét mintegy 20 K-nel növeli.)

A folyamatokat távolról szemlélve, és a Nap sugárözönében fürdő Földet a globális energiamérleg szempontjából figyelve az mondhatjuk tehát, hogy a Föld a sugárzás egy részét elnyeli, más részét visszaveri a világrűrbe. A elnyelt sugárzás energiája sem tárolódik, hanem a Föld hosszúhullámú sugárzása formájában visszajut az űrbe, azaz a rövidhullámú napsugárzás egy részét a Föld hosszúhullámúvá alakítja.

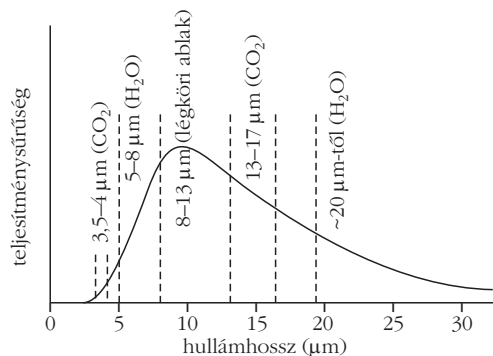
A kétféle sugárzás bonyolult visszaverődési és elnyelődési folyamatok során alakítja ki a Föld egyensúlyi hőmérsékletét. A folyamatok összegzését a Nap rövidhullámú, valamint a Föld hosszúhullámú sugárzására a 3. ábra szemlélteti. Az a) és b) ábrák a Naptól jövő energia százalékában mutatják a légkör derült és felhős részében, illetve a talajon elnyelt és visszavert (visszasugárzott) energiát. A százalékos értékek becslések eredményei. Az energiaegyensúly értelmezéséhez kissé közelebből kell szemügyre vennünk a Földet és légkört. Az ábrákon leválasztottuk a Földről az időjárási jelenségek színhelyét, a troposzférát, mely mintegy 10 km vastagságú légréteg (a Föld sugara 6390 km), és a levegő nagy részét tartalmazza.

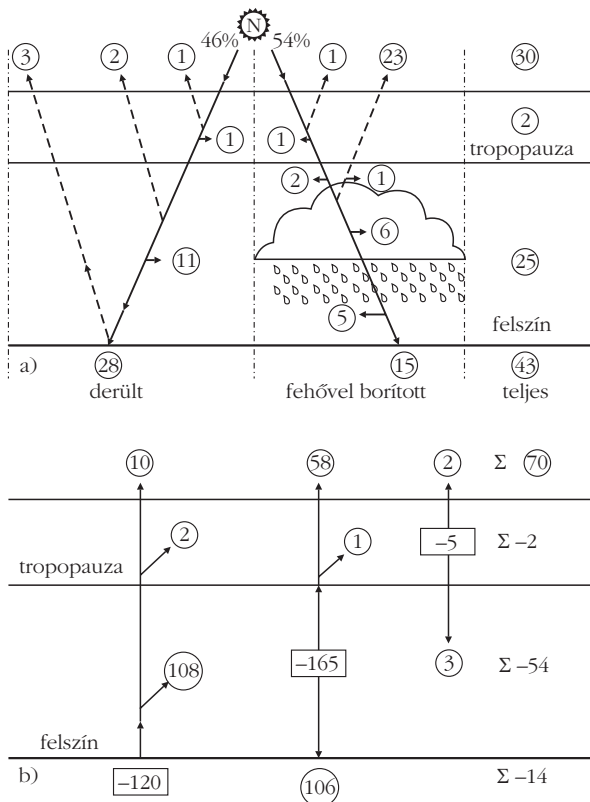
Kérdés, hogy van-e jelentősége ennek az átalakításnak azon a döntő megállapításon túl, hogy a Föld energetikailag dinamikus egyensúlyban van. A választ a termodinamika második főtételéből kaphatjuk meg. A tétel szerint az olyan rendszerekben, amelyekben spontán folyamatok mennek végbe, a rendezetlenség-

1. ábra. A Nap 6000 K-es sugárzásának eloszlási görbéje.



2. ábra. A Föld 288 K-es sugárzásának eloszlási görbéje.

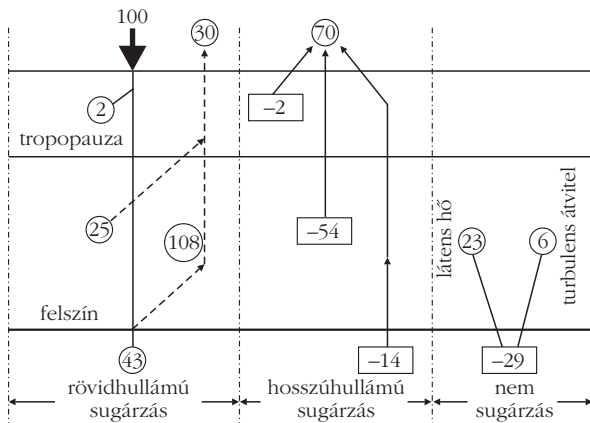




3. ábra. Az a) ábra jobb oldali oszlopa mutatja azt az (összesített) eredményt, hogy a Napból a Földre érkező energia 30%-a a légkör különböző elemeiről és a talajról közvetlenül visszaverődik és visszakerül az űrbe. A bejövő energia 70%-át a Föld és a légkör elnyeli és hosszuhullámú hőmérsékleti sugárzássá alakítva sugározza vissza. A b) ábrán a hosszuhullámú kisugárzás egyenlegét a jobb oldali oszlop összegzi. Megállapítható, hogy a kisugárzás döntő részéért (54%) a troposzféra felelős.

nek s az azt mérő entrópiának növekednie kell. A földi élet keletkezése azonban ennek ellentmondani látszik, hiszen például az élő szervezetek keletkezése rendeződési folyamatot, entrópiacsökkenést jelent. Az ellentmondás éppen a sugárzó energiának a rövid hullámhosszú tartományból a hosszuhullámú felé való átalakításának figyelembe vételével oldható fel. A rövidhullámú sugárzást nagy frekvenciájú, s így

4. ábra. Az ábra a sugárzási egyensúly arányait szemlélteti. A visszavert és elnyelt sugárzás mennyiségét most is a Napból érkező sugárzás százalékában fejeztük ki.



nagy energiájú fotonok alkotják, a visszasugárzott energiában a fotonok energiája sokkal kisebb, így a Föld sokkal több fotonot bocsát ki, mint amennyit elnyel. A Napból érkező kevesebb foton rendezettebb állapotot képvisel, mint a Földről távozó sok foton, azaz a Napból kis entrópiájú sugárzás érkezik, s a Földről nagy entrópiájú sugárzás távozik. A sugárzás entrópiájának növekedése lehetővé teszi, hogy a Földön rendeződési folyamatok történjenek.

Messze kalandoztunk az időjárástól! Térjünk vissza az alapkérdésünkhöz, és vegyük jobban szemügyre a troposzféra keskeny levegőrétege természetesen önmagában is termikus egyensúlyban van.

A 4. ábra mutatja, hogy a bejövő energia nagyobbik részét a Föld felszíne nyeli el. Ugyanakkor a hosszuhullámú kisugárzásért főként a troposzféra felelős. Hogyan tud a légkör több energiát kisugározni, mint amennyit elnyel? Ehhez a Föld felszínéről energiát kell átvinni a légkörbe! Az energiamérleg kialakításában, a felszín és a légkör közötti hőcsere biztosítására újabb szereplők, a légköri víz és a turbulens hőátvitel jelenik meg. Csofaldatos, hogy légkör összömegeinek átlagosan csak 0,25%-át képviselő víz az energiaháztartásban hogyan tud 23%-os szerepet játszani.

A magyarázatot egyrészt a víz gyors körforgása, másrészt nagy párolgáshője adja. A légkör teljes víztartalma körülbelül 10 naponként cserélődik, s 1 kg víz elpárologtatásához több mint 2000 kJ energia szükséges. Így már érthető, hogy a rövidhullámú sugárzástól felmelegített Földről elpárolgó, majd a magasban újra lecsapódó víz valóban hatalmas mennyiségű energiát szállít a légkörbe.

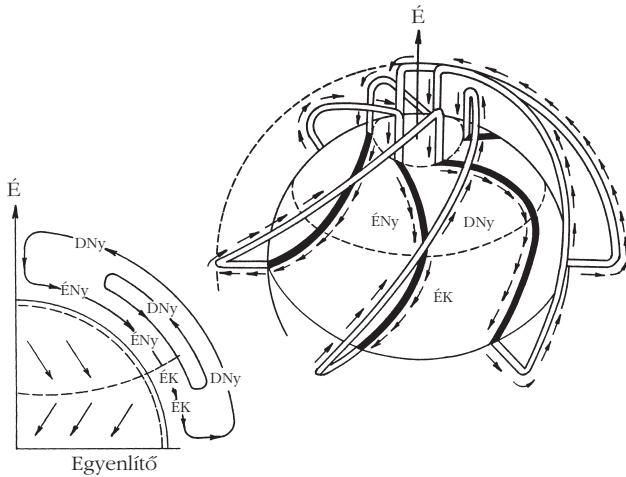
A párolgás – lecsapódás (felhőképződés) – csapadék hullás körforgás hozza létre a gyönyörű és sokszor félelmetes zivatarfelhőket, s a víz körforgalma felelős a légkör elektromosságáért és a villámokért is.

## A Föld tengelye dől

Térjünk vissza ismét az időjárás alakító okok tisztázásához. A Földet a Nap sugárzása egyenetlenül melegíti. Ez akkor is így lenne, ha a Föld tengelye merőlegesen állna az ekliptika (Földpálya) síkjára, azaz a napsugarak éppen az Egyenlítőn érkeznének merőlegesen a Földre. Észak és dél felé haladva a sugarak egyre laposabb szögben érnek a Föld felszínét, azaz egyre kisebb energia esne egységnyi területre. Ekkor az Egyenlítő környékén mindig nyár, a sarkok közelében mindig tél lenne.

A Föld tengelye azonban 23,5%-os szögben hajlik az ekliptika síkjához. Emiatt az északi félteke nyarán a Ráktérítő környezetében, a délién pedig a Baktérítő környékén érkeznek a napsugarak merőlegesen a Földre. A Föld keringése miatt ily módon keletkezik az évszakok váltakozása.

Az egyenetlenül melegedő Földön a sarkok közelében sűrűbb hideg, az Egyenlítő környékén kisebb sűrűségű meleg levegő halmozódik fel.



5. ábra. A légköri mozgások Hadley által elképzelt modellje.

## Áramlások a légkörben

A Nap sugárzása, a földtengely ferdesége és a Föld forgása bonyolult viszonyokat teremt, és a légkörben az egyenetlen felmelegedés és a forgás hatására áramlások indulnak. Ezek az áramlások nagy átlagban mindig ugyanúgy mennek végbe, azonban mind időben, mind helyileg nagy ingadozások is felléphetnek bennük.

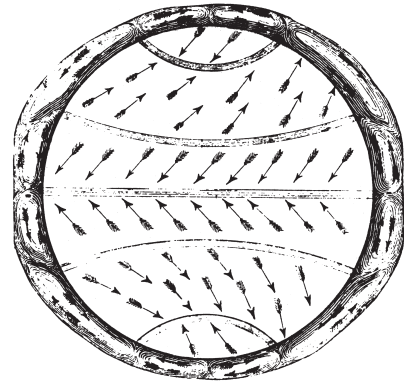
Az áramlások nagy vonalakban történő áttekintéséhez ideális, csak egy-egy fontos hatást figyelembe vevő áramlási képeket képzelhetünk el, majd ezeket egymásra szuperponálva megérthetjük a földi légkörzés átlagos viselkedését.

Amennyiben az álló Földet a Nap az Egyenlítő síkjában naponta körbejárná (ahogyan ezt az ókorban képelték), akkor a sugárzás a levegőt az Egyenlítőtől a sarkokig egyenetlenül melegítené fel. Az Egyenlítőn felmelegedő levegő felszállna, helyére a talajon hideg levegő áramlana, a meleg levegő pedig a magasban a sarkok felé áramlana, ahol kihűlve lefelé mozogna. Mindkét féltekén kialakulna tehát egy-egy légkörzés, ami a hőmérséklet kiegyenlítődsét szolgálná.

Ha a Föld forogna és a Nap nem melegítené a légkört, akkor a levegő hamarosan felvenné az adott helyen a forgásnak megfelelő sebességet, azaz a Földhöz képest nem jönnének létre áramlások.

A valóságban a két hatás együtt működik, megtévezve azzal, hogy a Föld tengelye nem merőleges az ekliptika síkjára. Ez utóbbi hatás okozza – mint már említettük – az évszakok változását. Az általános légkörzés vizsgálatakor azonban eltekinthetünk tőle.

Gondoljuk végig, mi történik a napsugárzás hatására az Egyenlítő felől a magasban észak felé áramló meleg levegővel! Az Egyenlítőn a levegő a Földdel együtt forgott nyugatról keletre. Amikor észak felé áramlik, akkor a magasabb szélességeken nem tudja azonnal felvenni az adott szélességi körön a Föld forgásából adódó sebességet, hanem megőrzi az egyenlítői mozgásnak megfelelő sebességét. Ez azt eredményezi, hogy az Egyenlítő felől érkező levegő a Földhöz képest kelet felé mozog, vagyis ott nyugati szél fúj. Hasonló okból az Egyenlítő környékén a visszaáramló hideg levegő,



6. ábra. Ferrell széliránytérképe.

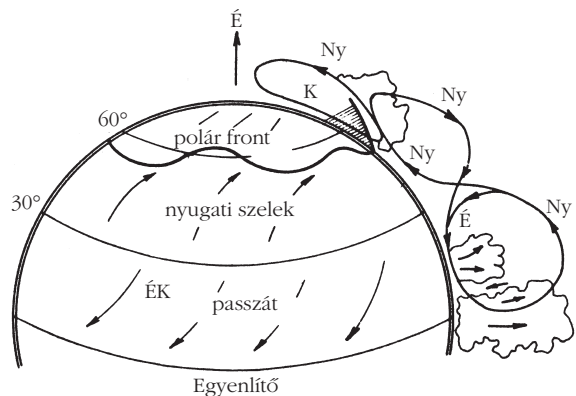
mintegy lemaradva a Föld forgásától, keleties szeleket eredményez. Ezt az elképzelést tükrözi az 5. ábra, amely a légkörzést Hadley elképzelése szerint mutatja az északi féltekére vonatkozóan.

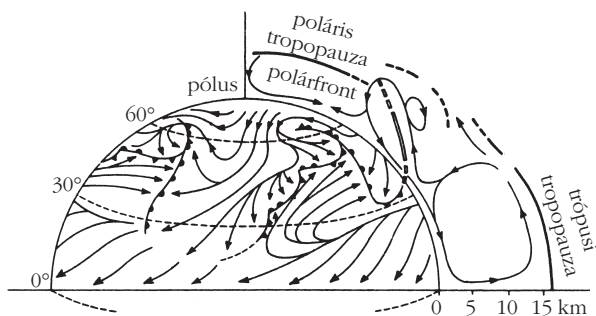
Látható, hogy a sarkkör közelében a talaj mentén mozgó hideg levegő is nyugatról keletre mozog (nyugati szél). Ez azzal magyarázható, hogy a sarkok közelében leszálló levegő még a talaj közelébe jutva is őrzi az Egyenlítőnél a Föld forgása miatt szerzett többletsebességét, s csak a térítőkörök mentén csökken sebessége (a súrlódás hatására) annyira, hogy az Egyenlítő környékére érve keleti szelet hozzon létre. Hadley modellje volt az első, amely már reális elemeket tartalmazott az általános légkörzésről, s az egyenetlen melegedés mellett a Föld forgásának hatását is figyelembe vette.

A tapasztalatok azonban mást mutattak. A hajósok már az újkor kezdetén feltérképezték a tengereken fújó szelek irányát, s a Hadley-modell csak részben tükrözte a tapasztalatokat.

A 6. ábra Ferrell egyszerű, de a felszín mentén az átlagos szélirányokat jól tükröző térképét mutatja. A térkép rámutat arra, hogy a Hadley-modell, amely egyetlen légkörzéssel, úgynevezett cellával kívánja leírni egy-egy félteke általános légkörzését, nem tartható. A térkép szerint mind az északi, mind a déli féltekén nagyjából a Ráktérítőtől, illetve a Baktérítőtől az Egyenlítő felé fújó keleties, onnan a sarkkörig a sarkkör felé keleti szél az uralkodó. Tehát a féltekék átlagos áramlási képe nem írható le egyetlen cellával.

7. ábra. Az északi félteke légköri áramlásainak rendszere Rossby szerint.





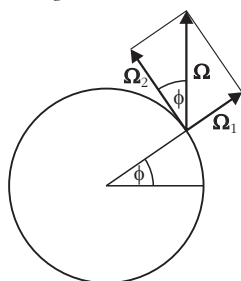
8. ábra. A légköri áramlások jelenleg általánosan elfogadott rendszerének képe az északi féltekén.

A valóságban az Egyenlítő felől a magasban a sarkok felé mozgó levegő gyorsan hűl, és a tapasztalat szerint már a térítőkörök mentén a talajra kényszerül, ott kettéválik, egy része keleties irányú passzát szelek formájában az Egyenlítő felé mozog, más része nyugati szeleket okozva a sarkok felé halad. A szélirányok mindkét esetben a Föld forgása miatt térnek el az észak-déli iránytól. Az áramlási kép leírásához már három cella szükséges. Tovább bonyolítja a képet, hogy a 40-ik és a 60-ik szélességi kör között, mint azt Rossby megállapította, létrejön egy hullámzó, az egész Földet körbeérő, a sarki hideg és az egyenlítői meleg levegőt elválasztó úgynevezett polárfront. A 7. ábra az áramlási rendszer Rossby elképzelése nyomán kialakítható képét mutatja. A képen berajzoltuk a három zárt légkörczési cellát és a hullámzó polárfrontot.

A valóságban azonban a cellák, elsősorban az Egyenlítőtől távolabb eső kettő, nem zártak. A hullámzó polárfront kitüremlései megnövekedhetnek és a frontról lefűződve zárt örvények, ciklonok és anticiklonok formájában, leszakadhatnak. A ciklonok ott keletkeznek, ahol a meleg levegő észak felé nyúlik. A meleg levegőben a nyomás alacsonyabb, így a ciklonok alacsony nyomású képződmények, amelyekben a dél felé nyúló hideg levegő gyorsabban mozog mint a meleg. A frontvonalról véletlenszerűen leszakadó ciklonok azután nyugatról keletre haladnak, forgásirányuk az északi féltekén az óramutató járásával ellentétes, a déli féltekén azonos irányú. (A 8. ábra szematikusan mutatja ezt a ma elfogadott általános áramlási képet.) Az anticiklonokban az északi féltekén a forgás iránya az óramutató járásával megegyező.

A mérsékelt öv, így hazánk napi időjárását, az előre nehezen jósolható változékonyságot lényegében a

9. ábra. A Föld szögsebességének vízszintes és függőleges komponensei  $\phi$  földrajzi szélességen.



törvényszerűen keletkező mérsékelt égövi ciklonok hozzák létre. Az örvények leszakadásának a Föld egyenetlen melege és forgása miatt törvényszerűen be kell következnie, az örvények keletkezésének azonban sem a helye, sem az ideje nem jósolható hosszú időtartamra előre.

## A Coriolis-erő, avagy merről fúj a szél

A ciklonok forgásirányának magyarázatához az eddigi nagyon általános érveléssel szemben részletesen kell vizsgálnunk a levegőrészek mozgását létrehozó erőket. A szabad légkörben a nehézségi erő mellett a levegőrészek mozgását csak a nyomásból származó erő alakítja. A mozgást azonban a Földhöz képest kívánjuk leírni, ezért figyelembe kell vennünk, hogy a Föld forgása miatt a hozzá rögzített koordináta-rendszer gyorsuló mozgást végez, azaz nem inerciarendszer. Ahhoz, hogy a Newton-törvényeket forgó rendszerekben is az inerciarendszerben megszokott formában alkalmazhassuk, tehetetlenségi erőket kell bevezetnünk.

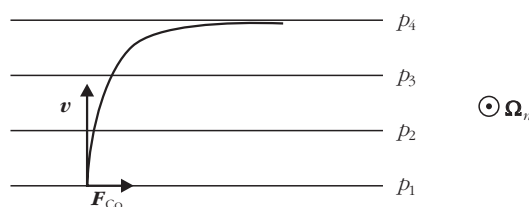
A forgó rendszer tehetetlenségi erői közül a légköri mozgásokat elsősorban a Coriolis-erő befolyásolja. A Coriolis-erő a forgó rendszerhez képest  $v$  sebességgel mozgó testekre hat, és az

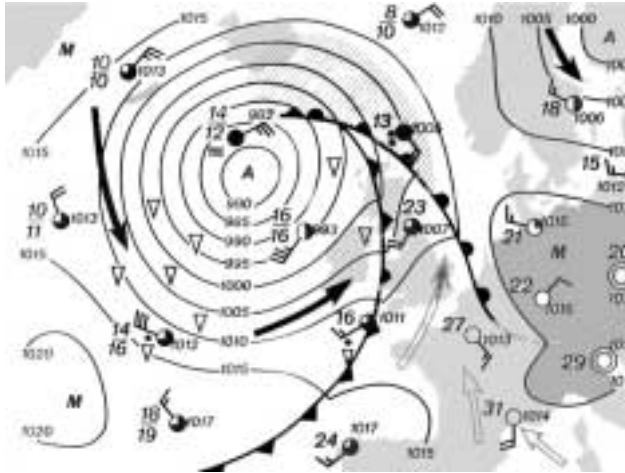
$$\mathbf{F} = 2m(\mathbf{v} \times \boldsymbol{\Omega})$$

összefüggéssel adható meg, ahol  $\boldsymbol{\Omega}$  Föld szögsebessége. A Coriolis-erő tehát merőleges mind a mozgó test sebességére, mind a Föld szögsebességére. A troposzférában létrejövő, meteorológiai szempontból fontos mozgások általában csak a horizontális síkban rendelkeznek jelentős sebességgel, ezért a Coriolis-erő kiszámításakor a Föld szögsebességének többnyire csak az adott helyen vett vertikális összetevőjét kell figyelembe venni. A 9. ábra mutatja a szögsebességvektor függőleges és vízszintes komponensekre bontását.

Hétköznapi tapasztalataink arra utalnak, hogy a levegő a nagyobb nyomású hely felől áramlik a kisebb nyomású felé. (A kiszúrt luftballonból a belső nagyobb nyomás hatására áramlik ki a levegő.) A légkörben azonban a Coriolis-erő ezt az egyszerű szabályt elrontja. Ha egy légréteg a fellépő nyomáskülönbség hatására vízszintes irányban mozogni kezd az izobárokra merőlegesen, akkor a Coriolis-erő hatására pályája addig változtatja irányát, míg sebessége párhuzamossá nem válik az izobárokkal. A Föld forgása miatt a szél nem a magasabb nyomású hely felől fúj

10. ábra. A nyomáskülönbség és a Coriolis-erő együttes hatására kialakuló légköri mozgás sebességvektorának iránya az izobár felületekre merőlegestől eltér, végül azokkal párhuzamossá válik.





11. ábra. Részlet egy időjárási térképből.

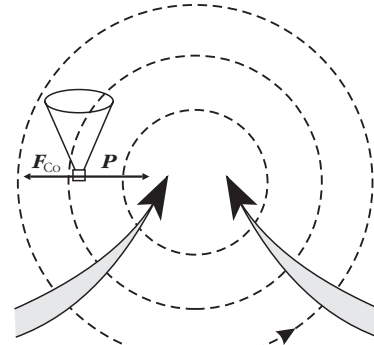
az alacsonyabb nyomású felé, hanem az izobárokkal párhuzamosan, azaz az azonos nyomású görbék mentén. Ekkor ugyanis egyensúlyba kerül a nyomásból származó és a Coriolis-erő. A 10. ábra sematikusan mutatja a nyomásváltozás miatt fellépő és a Coriolis-erő hatását egyenes izobársereg esetén.

## Ciklonok, anticiklonok, frontok

A Coriolis-erő ismeretében már megérthetjük a ciklonok örvénylését is. Az időjárási térképek sok egyéb mellett megmutatják a légkör nyomás- és hőmérséklet-eloszlását, és úgynevezett szélzászlók segítségével feltüntetik a szélirányt is. A zászló nyele a szélirányt jelzi, maga a zászló pedig rövid és hosszú vonalokból áll. Egy rövid vonal körülbelül 2,5 m/s, egy hosszú körülbelül 5 m/s sebességnek felel meg. A 11. ábra időjárási térképrészletet mutat. A folytonos vonalak izobárokat (azonos nyomású helyeket) jelölnek. A rájuk írt szám a nyomás értékét jelenti hektopascalban. Az ábra közepén, az Ír-sziget mellett alacsony nyomású középponttal koncentrikus izobárok által álló képződmény, ciklon látható. A külső izobárok két pontban, ahol a háromszögekkel jelölt hideg, illetve félkörökkel jelölt melegfront elmszti őket, kissé megtörnek.

A szélzászlók jól mutatják, hogy a ciklonban a levegő az izobárok mentén mozog, az alacsony nyomású hely körül örvénylik. A légréseket a nyomáscsökkenés miatt befelé mutató és a radiálisan kifelé mutató Coriolis-erő eredője tartja fenn. A ciklon mozgásában elsődleges a horizontális örvénylés, azonban másodlagos mozgásként az alacsony nyomású középpontban felszálló légmozgások is létrejönnek. Az emelkedő levegő lehűl, páratartalma kicsapódik, és felhők keletkeznek benne.

Ha például egy hőlégballon mozgását figyeljük a ciklonban, akkor a ballon először befelé mozogna a ciklon alacsony nyomású középpontja felé. A Coriolis-erő azonban eltértené egészen addig, amíg valamelyik állandó nyomású görbe (izobár) mentén „stabil pályára” nem állna. Ebben az esetben a centripetális erőt a csökkenő nyomás miatt fellépő, befelé mutató, erő ( $P$ ) és a kifelé mutató Coriolis-erő ( $F_{Co}$ ) eredője szolgáltatja (12. ábra).



12. ábra. Mozgás egy ciklon „erőterében”.

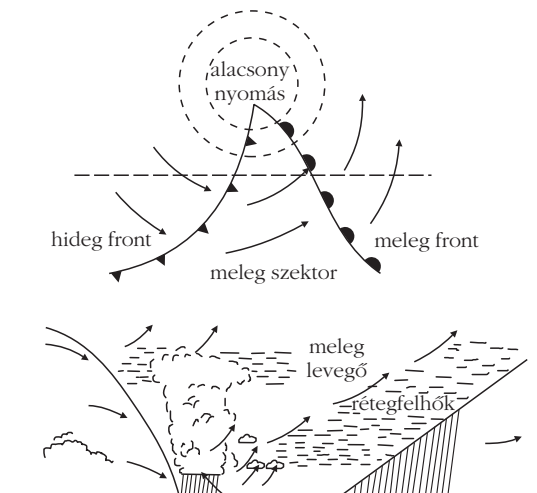
tó, erő ( $P$ ) és a kifelé mutató Coriolis-erő ( $F_{Co}$ ) eredője szolgáltatja (12. ábra).

Az anticiklonokban a nyomás közepén a legmagasabb és kifelé haladva csökken. Ez azt jelenti, hogy a forgás mellett fellépő másodlagos mozgás ebben az esetben közepén leszálló és kifelé tartó áramlás. A leszálló levegő melegszik, ezért a benne lévő felhők vízcseppei elpárolognak. Az anticiklonokban jellegzetes „felhősímlato” hatás működik.

Térjünk vissza a ciklonokhoz! A ciklonok, mint említettük, a hideg és meleg levegő határán képződő hullámszerű zavarokról leszakadó örvények, amelyekben a hideg és meleg levegő határvonalai, a frontok jól észlelhetők. A frontok mozgása közben az elől haladó meleg levegő felsiklik az előtte elhelyezkedő hidegebb fölé, míg a hátul haladó hidegfront megemeli az előtte lévő meleg levegőt. Amikor a gyorsabban haladó hidegfront utoléri a melegfrontot, úgynevezett „okkludált” front jön létre, akkor a meleg levegő kiszorul a talajszintről és a hideg fölé kerül, a ciklon élete lényegében befejeződik (13. ábra).

Időjárási szempontból a frontok a leglátványosabb képződmények, változatos felhőzetük és csapadékuk mindig szolgálhat meglepetéssel. Nagy általánosságban azt mondhatjuk, hogy a ciklon melegfrontja előtt rétegfelhők alakulnak ki, a melegszeletben (a meleg és hidegfront között) kicsit javul az idő, elszórtan,

13. ábra. Egy ciklon megsemmisülését eredményező légköri mozgások vázlatja.



véletlenszerűen gomolyfelhők keletkeznek, a hidegfront pedig általában viharos szellőkéséssel érkezik, és erős zivatarokat hoz. Ugyanakkor nyáron a tartósan meleg, télen a tartósan hideg és mindkét esetben gyakorlatilag felhőmentes időért az erős, nagykiterjedésű anticiklonok felelősek.

A fentiekben vázolt kép természetesen elnagyolt. Az időjárást rengeteg helyi tényező alakítja, a szárazföldek és vizek váltakozása, a hegységek elhelyezkedése mind-mind befolyásoló tényező, a mikroklímán akár egy faszor kivágása is változtathat.

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# AZ ÖCSKÖS FELESÉGE

Az 1960-as évek elején egy néprajzkutató expedíció valamelyik esőerdő rejtett zugában egy kicsiny embercsoportra lelt, amely még hamisítatlan kőkorszaki állapotban éldegélt. Ugyan találtak már modern emberrel, de hagyományaikat, mentalitásukat romlatlanul őrizték. Az expedíció beszámolója szerint ismerték a házasság intézményét, sőt a házasságtörés intézményét is, az idevágó eseteket nem súlyos megtorlással, hanem ajándékokkal intézték el. Ami érdekes, az a következő. Az öcs távollétében a bátyja minden további nélkül „igénybe vehette” az öcs feleségét, ez nem számított bűnnek. Ennek a fordítottja azonban tiltva volt, a bátyja távollétében az öcs nem közeledhetett annak feleségéhez.

Kedves Kollégák, mindazok, akik jelen vannak, és azok is, akik egy felhő szélén ülve néznek most le ránk! Mostanában, a modern fizika megszületésével kapcsolatban, száz esztendő jubileumokhoz vagyunk szokva. Az első hazai középiskolai fizikatanári ankét nagyjából a közepére esik ennek az intervallumnak, s mint látni fogjuk, időpontja egy valóban rendkívüli fordulóponttal esik egybe. Ezért az első ankétig szálunk vissza gondolatban, s onnan pillantunk először hátra, azután előre.

## A világ az 1957. évi fizikatanári ankét előtt

A visszatekintést már megkezdjük. Mit sugall a bevezető epizód? Csak egy magyarázat képzelhető el. (Az expedíció beszámolóját tekintsük most pedagógushoz illő jó szívvel hitelesnek.) Munkamegosztás még nincs, iskola, könyv nincs, a tudás letéteményese az életkor. A felidézett kép tehát nem fertő, inkább „idil-

A 2007 tavaszán Szegeden rendezett 50. Fizikatanári Ankétön elhangzott előadás.

## Irodalom

1. Czelnai Rudolf: *Bevezetés a Meteorológiába I. Légkörtani alapismeretek*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
2. Czelnai Rudolf, Götz Gusztáv, Iványi Zsuzsanna: *Bevezetés a Meteorológiába II. A mozgó légkör és Óceán*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
3. Tasnádi Péter, Juhász András, Horváth Gábor: *Fizika körülöttünk*. Műzsák, Budapest, 1994.
4. W.J. Burroughs, B. Crowder, T. Robertson, E. Wallier-Talbot, R. Whitaker: *Meteorológia*. Trio, 2000. (angol eredeti: US Weldon Owen Inc., 1996.)
5. Mészáros Ernő: *A Környezettudomány alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2001.

Károlyházy Frigyes  
ELTE Fizikai Intézet

likus állapot”: a Tudásalapú Társadalom eszményi megvalósulása.

A munkamegosztás kialakulása teret ad az egyéni képességek érvényesülésének. „Az ügy a fontos, nem az egyén” őskori vízióját háttérbe szorítja a dicsőség káprázata. Az önbecsülés alapja elsősorban az egyéni helytállás lesz és marad napjainkig.

Úgy tűnhet, nem így volt, amikor Nyugat-Európában az 1100 körüli évtizedekben viszonylagos hirtelenséggel megszilárdult a kereszténység. „Hajszál híján” megvalósult a társadalomnak a Tudás áhítatos tiszteletére alapuló „nagy egyesítése”. A Tudás itt az *isten i g a z s á g* befogadását jelenti, amelynek a *kinyilatkoztatás* a forrása. „Vannak idők az emberiség történelmében, amikor a föld mintha hirtelen felmelegedne, vagy radioaktívvá válna” – írja *Kenneth Clark* erről a korszakról szólva. „Mondják (a krónikák), hogy a hívek maguk álltak be a kőszállító kocsik hámjába” – teszi hozzá, a székesegyházak építésével kapcsolatban.

1. ábra. Gislebertus: Három király

