

## AZ ÉGHAJLATKUTATÁS KEZDETEI MAGYARORSZÁGON. A NAGY ELŐD: BERDE ÁRON

### BEGINNING OF CLIMATE RESEARCH IN HUNGARY. THE GREAT PIONEER: ÁRON BERDE

**Mészáros Ernő**

Pannon Egyetem Föld- és Környezettudományi Tanszék. 8201 Veszprém, Pf. 158.

**Összefoglalás:** A tanulmány célja a magyar éghajlatlan kezdeteinek összefoglalása Berde Áron 1847-ben megjelent „Légtüneménytan” c. könyvének második kötete alapján. A kötet először az akkori Magyarország és Erdély éghajlati viszonyait mutatja be, felhasználva a hőmérsékletre, szélre, nedvességre/csapadékra, a zivatarokra és a légnyomásra vonatkozó korai adatokat. Ezt követően a légkör és az éghajlat élőlényekre gyakorolt hatásait tekinti át.

**Abstract:** The aim of this paper is to summarize the beginning of the climate research in Hungary on the basis of the second volume of the book on meteorology of Áron Berde published in 1847. First, climatic conditions of Hungary at that time as well as of Transylvania are presented, by using early data on the temperature, wind, humidity/precipitation, electric phenomena and atmospheric pressure. Thereafter, the effects of the atmosphere and climate on living species are outlined.

„... isten megtagadta tőlünk az akaratot, mely  
hazánk égalji viszonyait kifürkészni, felvilágosítani,  
s a' nemzet öntudatára hozni képes volna.”

**Bevezetés.** Berde Áron (1819-1892) a XIX. század nagy magyar polihisztorja volt. Az erdélyi tudós a természettudományoktól kedve a nemzetgazdaságtanig sok mindenrel foglalkozott. Számos területen az oktatási tevékenysége is kimagasló, a Kolozsvári Egyetem első rektora. „Légtüneménytan” címmel megalkotta az első magyar nyelvű meteorológiai könyvet, amely 1847-ben Kolozsvárott látott napvilágot (Berde, 1847). A könyvet a Magyar Tudományos Akadémia, amelynek Berde tagja volt, Marczibányi-díjjal ismerte el. A könyv első részét, amely a meteorológia akkori állását foglalja össze, jelen sorok írója előző tanulmányában ismertette (Mészáros, 2013). A fizikai elveket és definíciókat tartalmazó első kötet, a szakmai érdekességeken túl, a nyelvújítás utáni magyar tudományos nyelv megismerése szempontjából is komoly értéket képvisel. Jelen tanulmány célja a második kötet (a mű második és harmadik része) bemutatása, amely „A két Magyarhon égaljviszonyai 's ezek befolyása a' növényekre és állatokra” címet viseli.

A kötet az első munka, amely az akkori Magyarország és Erdély (a két „Magyarhon”) éghajlatát igyekszik jellemezni. Megnyitója annak a leíró éghajlattani sorozatnak, amelyet a XX. században Róna Zsigmond, Réthly Antal, Bacsó Nándor és Péczely György könyvei fémjeleznek (lásd: Róna, 1909; Réthly, 1937; Bacsó et al., 1953; Bacsó, 1959; Péczely, 1979).

**Az „égalj” jelentése, jelentősége és kialakulása.** Berde Áron könyvének második részét az égalj meghatározásával kezdi: „Az „égalj” kifejezés alatt a' szó legáltalánosabb értelmében értjük légkörünk mind azon változásait,

amelyek létműveinkre észrevehető hatást gyakorolnak...” mindazt, ami „...a' növények kifejlésére, és a gyümölcsök megérésére fontos” és ami „... nagy mértékben befoly az ember érzéseire, sőt egész lélek-hangulatára is.” A definíció tartalmazza mindazokat a légköri tényezőket („tüneményeket”) is, amelyeket az égalj magába foglal. A szokásos meteorológiai elemeken kívül a szerző megemlíti a „villamos feszültség mekkoraságát”, „a' légkörtisztaságát”, valamint „... a levegőnknek inkább, vagy kevésbé ártalmas légmű kigőzölgésekkel vegyültségét.” Ezzel mintegy jelzi, hogy a XIX. század közepén már a meteorológia mai problémái is felvetődtek.

Ugyanakkor nem említi az éghajlat (az égalj) legfontosabb ismervét, amely szerint az éghajlat a légkör tulajdonságainak hosszú időszakokra vonatkozó statisztikus értékeit jelenti. A szó használata azonban mégis egyértelmű, hiszen az égalj jellemzésére igyekszik átlagos értékeket használni (Berde egyébként a statisztikus matematika szakértője is volt). Sőt már a bevezetőben leszögezi, hogy az égalj kifejezést a görög eredetű klíma szóval egyenértékűnek tekinti. Érdekes továbbá, hogy nem használja az éghajlat kifejezést, amely a nyelvújítás évei után a könyv megírásának idején már szintén létezett.

Az égalj alapvetően a beérkező hőmennyiségtől függ, amelyre a szerző a hőmérték szót használja. Ez azért zavaró kissé, mert a kötetben ez a kifejezés később a hőmérsékletet jelöli. Az égalj jellemzésére a következő jellemzőket sorolja fel: „A hőmérték”, amelyet természetesen a Nap állásán (földrajzi szélességen) kívül, a „föld színének természete” és a „tengerszint feletti magasság”

befolyásolnak. Figyelembe veendők még „*az uralkodó szelek*” és „*a légköri nedv*”. Európa szempontjából különösen fontos, hogy a keleti iránytól eltekintve, tengerek veszik körül. A tengerekről érkező szél „*a’ melegnek mind a’ napi mind pedig az évi korszak szerénti elterjedését egyformábbá teszi*”. Kiemeli még a Golf-áramlás hatását, amely Északnyugat Európa égalját jelentősen módosítja.

Érdekes feltételezése Afrika és Európa éghajlatának összefüggése: „*Egy más Európa égaljára nézve kedvező körülmény még az is, hogy délre az egyenlítő felől nem nagy tenger, hanem nagy kiterjedésű szárazföld, Afrika terül el, melynek habár minden részei nem is eléggé ismeretesek, még is annyi bizonyos, hogy nagy részét homokos kopasz puszták teszik, melyek a’ nap egyenesen sütő sugárai által rendkívül forróra melegülnek. Mely levegő ezen felmelegülés következtében a’ légkör felső részeibe nyomul, ’s ott Európa felé veszi útját kipótlandó azon hidegebb levegő helyét, mely Európából nyomul át alatta Afrikába...*”. Ez a „romantikus” feltételezés természetesen nem állja meg a helyét, már csak azért sem, mivel a sivatagokat leszálló légáramlások jellemzik.

Ha a két Magyarhont vizsgáljuk, akkor meg kell említenünk, hangsúlyozza Berde, a Kárpátok hatását (érdekes a kezdő kisbetű használata): „*Ha tekintjük a két Magyarhont azon körülményeit, miszerint északnyugot, észak, északkelet és keletfelől magas hegyek – a’ kárpátok vannak korlátot közte és a’ szomszéd országok között; e’ körülményben égaljunkra nézve kedvező feltételt találunk. Ugyan is ezen hegyek az északi szél sanyarú hatása ellen jótékonyan védik hazánkat.*” Ezzel kapcsolatban jegyzi meg: „*Azonban, ha az északi tél tartóssá válik, ’s mind inkább hideg levegő nyomul felénk, ez a’ levegővízgőzét megsűríti, ’s fellegtakarót képez, mi a’ föld által kisugárzott meleget visszaveri a’ földre...*” A felhők üvegházhatásúak (a könyv ezt a kifejezést nem használja), mint ezt a téli éjszakai helyzetekből jól ismerjük. Végül a szerző adatokkal (hőmérsékleti középértékek) illusztrálja, hogy Európa keleti részei jóval hidegebbek, mint a nyugati szárazföld.

A bevezetésben Berde érdekesen elemzi, hogy miért nem ismerjük jobban hazánk égalji viszonyait. Az egyik ok, hogy kevés a mérőállomás, kevés az adat. Így „*Magyarországban csak a’ budai, ’s némileg a’ méhádiai kísérletek szolgálhatnak biztos alapul a’ vizsgálatnak, Erdélyben a’ kolozsvári és a károlyfejevári*”.<sup>1</sup> Másik ok, szerzőnk szerint, a „*tudományosság iránti részvétlenség*”, amely elvezeti ahhoz, hogy a jelen cikk mottójában foglaltakat megfogalmazza. Szerencsére kivételek is voltak. Így maga a szerző, aki a mondatot leírta: Berde Áron.

<sup>1</sup> Mehádia, *Mehadia* < rom.>, *Miháld*: község Romániában az Orsovai-hg. É-i lábánál, Orsovától északra. L: 2504 (román, német, magyar: 1910), 2834 (román: 1992) (idézet a Magyar Nagylexikonból). Berde megjegyzi: „*Méhadián a helybéli orvosnak kötelessége lévén az ottani időjárásról évenkénti jelentést tenni a’ fő hadi tanácsához*” (sic!). Károlyfejevári: Gyulafehérvár.

**Hőmértéki viszonyok.** „*A hőmértéki viszonyok nyomozásánál legegélbb is vissza kell emlékeznünk arra*” indítja a fejezetet Berde, „*hogy földünk hőmértéki viszonyait egyedül a’ naptól kapott melegmennyiség határozza meg, és hogy ezen melegmennyiség légkörünket nem felülről lefelé melegíti, hanem megfordítva: alulról felfelé; mint-hogy a napsugárok csak akkor fejtenek ki meleget, ha át nem látszó szilárd testekbe ütköznek.*” Ennek megfelelően, mint a hegyekben végzett kisszámú mérés igazolja, a hőmérséklet a magasság emelkedésével csökken.

A melegmegoszlás feltételei lehetnek „*általánosak és részletesek*”. Az általános feltételek közé tartozik a földrajzi szélesség, míg a részletes feltételeket a helyi adottságok (felszín, magasság) határozzák meg. A szerző érdekes eszmefuttatása, hogy az év során beérkező relatív hőmennyiséget egy karó árnyékának változásából határozza meg, mivel feltételezi, hogy „*a’ nap világosságsugáraival együtt melegsugárokat is közvetlenül bocsát a földre...*”, azaz a megvilágítás és a beérkező hősugárzás egymással arányos. Megállapítja továbbá, hogy azért Európában ápolják leginkább a légtüneménytant, minthogy „*A’ légtüneménytan iránti figyelem egyenes arányban van az időjárás változásaival...*”.

Viszonylag részletesen mutatja be a kötet a már említett négy állomás átlaghőmérsékletének évi menetét és éves középértékét (Réaumur fokokban kifejezve). Az éves közép (°C-ra átszámítva) a budai, méhádiai, kolozsvári és királyfejevári állomásokon rendre 11,2 °C, 14,1 °C, 9,0 °C és 10,3 °C értékkel egyenlő. A közölt táblázatok pontosan megadják az éveket, amelyek során az adatokat gyűjtötték (Budán például 1836 és 1844 között), sőt esetenként az észlelők nevét is, de a szöveg nem tartalmazza, hogy az észleléseket a nap milyen órájában végezték, bár egy helyen utal arra, hogy bizonyos években Budán a hőmérőt, napkeltétől napnyugtáig óránként olvasták le. Így az adatok értékelése meglehetősen bizonytalan. Az mindenesetre biztos, hogy harmincéves adatsor alapján *Róna* (1909) Budapestre mintegy három fokkal alacsonyabb átlaghőmérsékletet közöl, mint a fenti budai érték. Ugyanakkor *Péczy* (1979) szerint a budapesti átlaghőmérséklet 11,2 °C, ami azonos a megadott értékkel. A könyv „*Potlékok*” c. részében kiegészítésképpen megtalálhatjuk Pécs hőmérsékleti adatait. Ez esetben az évi középérték 11,5 °C, ami pontosan megegyezik a Péczely-féle könyvben megadott értékkel. Sajnos nincs feltüntetve, hogy hány éves adatsorról van szó. Szerepel viszont két tábla (ábra, a könyvben ezeken kívül nincs ábra), amelyek a Föld és Európa izoterma térképeit ábrázolják. Ez esetben viszont az ábrák eredete hiányzik.

Ha eltekintünk a szórványos adatok elemzésétől, akkor Berde megállapításai közül, minden kommentár nélkül, a következőket emelhetjük ki. Ezek a megállapítások a hőmérsékleti változékonyságot jellemzik.

„*... a hegyes helységek nagyobb hőmértéki ingadozásban részesülnek, mint a’ sima térek; nagy hegyek közelébe tehát a hőmérsékleti változékonyságot növeli.*”

„... honunkban a hőmérték egy nap alatt, kiváltképpen tavasszal és nyárban, nagyobb ingadozást szenved, mint nyugoti Európa részeiben.”

„Ezen adatok a' legvilágosabban mutatják, miképp az időjárás változásai a' tengeri égálg befolyása alatt tavasszal nagyobbak mint ősszel; a' földközi égálg alatt pedig megfordítva, ősszel nagyobbak, mint tavasszal...”

„Általános kivált mezeigazdáink részéről azon panasz, hogy különböző években mind a hónapok mind pedig az évek hőmértékei közt honunkban oly nagy ingadozás uralkodik, hogy a' különböző években termett borok erejéről ítélve, azt kellene hinnünk, hogy a' természet néha gondatlanul megfélekedezik önmagáról, 's szeszélyt űzve saját szülötteivel, most kedvezőbb égálgú vidékbe édesgeti; majd büntető indulatait éreztendő kevésbé szerencsés vidékek sanyarúbb égálgjába taszítja.”

**Szélviszonyok.** A XIX. század közepén a szél irányát és sebességét illető megfigyelések száma meglehetősen alacsony volt. Magaslégköri adatok, kivéve néhány hegyi állomást, egyáltalán nem álltak rendelkezésre. Ezért, mint a fejezet elején olvashatjuk: „Honunk szélviszonyainak tisztába hozatala egy a' legnehezebb feladatok közül,... mert az ide vonatkozó kísérletek csekély száma igen töredékes és hiányos, 's ennél fogva biztos vezérül nem igen szolgálhat...”

A szelek okainak magyarázatánál Berde utal könyvének első részére, amelyben „A szeleket a' napsugárok által előidézett melegre vittük vissza, 's a' hőmérték eloszlásában találtuk fel föltételező okát...”. Annak ellenére, hogy ma már a szeleket a légnyomás eloszlásával magyarázzuk, ez a megállapítás első közelítésben igaz, hiszen a légnyomás térbeli képét a Napból érkező hőmennyiség alakítja ki. A kor ismereteinek megfelelően azonban a szerző az általános cirkulációt egy cellából álló rendszernek tételezi fel, azaz úgy gondolja, hogy a földi légkörzés egy talajközeli északkeleti, és a magasban egy délnyugati passzát áramlásból áll. A közepes szélességeken a szeleket ezek valamiféle kölcsönhatása alakítja ki.

„A szelek geographi elterjedése iránt tett nyomozásokból azon eredmény merül fel, hogy azon levegőt, mely a' hideg és mérsékelt égöv alól az alsó passzáttal az egyenlítő felé nyomul, egy a' légkör felső tájain uralkodó légfolyam pótolja vissza a' mérsékelt égövnek. Ezen két ellenkező irányban vonuló légfolyam a téritők közti vidékekben egymás felett fúj, de tovább északra a' felső az alsóba bocsátkozik, minél fogva a' mérsékelt égövet két föbben uralkodó, egymással küzdő, különböző irányú szeleket előidéző, néha egymás mellett egy oldalulag fuvó szél, t.i. az észak-keleti és délnyugoti jellemzi”. A mai olvasó, ha akarna, számos ellenvetést tehetne, de nem tesz, mert arra gondol, hogy mindezt a XIX. század közepe táján írták le.

Ezek után nézzük meg, mit mondanak az észlelések. Az 1836-1840-es időszakban végzett megfigyelések szerint Budán a szelek elsősorban északról és északnyugatról fújnak, mint ezt Kakas későbbi feldolgozásai is megerősítik

(lásd Bacsó et al., 1953). Ezzel szemben Gyulafehérváron (Királyfehérváron) a hasonló időszakról közölt adatok szerint „...a két uralkodó szél DNy-tal és EK-tal esik össze”. Így, vonja le a következtetést Berde, különbség van a két Magyarhon áramlási viszonyai között.

A fejezetet érdekes, mai szemmel nézve meglepő eszmefuttatás zárja. A szerző felveti, hogy miért gyakorolnak egyes szelek (pl. az egyiptomi „Typhon”, Arábiában és Perzsiában a „Samum”, Spanyolországban a „Solano”) káros hatást a növényekre és állatokra. Arra a ma már nyilvánvaló konklúzióra jut, hogy „...a fennidézett szelek ártalmas tulajdonsága korántsem abban alapszik, mintha valami mérges alkatrésszel bírnának, hanem hévségök és szárazságuk által gyakorolják ártalmas hatásukat...”.

**Vízféle tünemények.** Ennek a fejezetnek nem csak a címe költői. Az egész szöveg híven tükrözi szerzője ma is élvezhető stílusát, amit hangsúlyoz, hogy mondandóját sokszor versekkel/népi rigmusokkal támasztja alá. De kezdjük mindjárt az első fontos felvetett kérdéssel: „Ha vajjon honunk saját kebeléből meriti-e vizgőze egész mennyiségét, vagy pedig külföld ellenébe védegyletbe nem lépve, idegen kútfőből is enyhíti szomját? Ezen kérdésnek tapasztalati utoni eldöntését, minthogy jelenleg hiányában vagyunk az adatoknak, melyeknél fogva az elgőzölgő viz mennyiségét a' lehullóéval összehasonlítani lehetne, a jobb reményű jövőre kell bízunk. Azonban számos okaink vannak hinni, hogy a' vizgőznek igen nagy részét hazánkba a szelek hozzák...”. A jobb reményű jövő a kérdést tapasztalati úton eldöntötte: Berdenek igaza volt.

A következő kérdés: „... a dolog természetéből szükségképpen következik, hogy kérdjük, mennyi viz van gőz-alakban légkörünkben?” A kérdésre kétféle módon válaszolhatunk, ha valódi mennyiséget (ma úgy mondanánk: abszolút nedvességet vagy gőznyomást), illetve a viszonylagos nedvességet mérjük meg. A könyv a Budán 1842-ben mért adatok alapján a vizgőz nyomását („feszültségét”) táblázat formájában adja meg. A táblázatból mind az évi és napi menet nyomon következő. A táblázatból megállapítható, hogy az észlelések 5, 7, 9, 11, 12, valamint délután 1, 3, 5, 7 és 9 órákor történtek. Érdekeségük, egyebek mellett, hogy vonalban vannak kifejezve (12 vonal=1 hüvelyk=2,54 cm). Így egy nyári délidőre jellemző 4 vonal érték kerekén 8,5 Hgmm gőznyomásnak felel meg.

A táblázatból megállapítható, hogy „Általában a' vizgőzmennyiség a' hőmértékkel együtt nő és fogy; tehát délben nagyobb mint éjszaka, nyárban mint télben.” Ezzel szemben (egy másik táblázat adatai szerint: „Általában levegőnk viszonylagos vizgőze a' hőmérték növekedésével fogy, tehát délben kisebb mint éjjel, nyárban mint télben...” Ezek a megállapítások természetesen teljesen helytállóak. Valamint az is, hogy a „fellegképzésre” a hegyek és völgyek lényeges hatást gyakorolnak.

Berde a vízféle tűneményekkel kapcsolatban két olyan kérdést is felvet, amelyek a XX. században kerülnek az érdeklődés középpontjába. Az egyik a mesterséges esőkeltés, a másik a városok, ipartelek hatása a csapadék-képződésre. „*A felhágó légfolyam<sup>2</sup> hatásához számítandó még egy tűnemény, mely napjainkban nagy figyelmet keltet némely természetvizsgálókban, 's mely minthogy tetszés szerint előállítható, a' gyakorlati életnek előre kiszámíthatatlan hasznokat ígér. És ez abban áll, hogy nagy szárazság idejében mesterséges esőt csinálnak, minek segéd eszköze, nagy tüzek rakása.*” Ezzel kapcsolatban persze nem tudományos bizonyítékokra, hanem „*a' miveletlen amerikai népekre*” hivatkozik, akik, pl. Paraguayban „*... nagy tüzeket gyűjtanak midőn gabonáikat szárazság fenyegeti, mi által dörgés teljes zivatart létesítenek...*”. Másrészt, mondja: „*... különböző szemtanúk erősítik, miképp Manchester égálja fokonként érezhető módosulásokat szenvedett, mint a' gyári ipar fejlődésében növekedett.*” Ez utóbbi jelenséget a XX. században amerikai városokban végrehajtott tudományos programok is megerősítették.

A csapadékképzés feltételeiről nagyon kevés szó esik. Amiről olvashatunk, az viszont homályos, ami összefügg a szelek létrejöttének nem kielégítő ismeretével. Berde szerint a csapadék oka az, hogy a „*szelek egymást elnyomják*” (a pontos magyarázatot nem találjuk a szövegben). Két esetet különböztet meg. Az egyik a következő: „*Ha az északi légfolyam nyomja el a' délit, a fellegképződés nyugoti széllel áll elő; a legtöbb zivatarok, darázdszások, a' dühöngő hóföregtegek ide tartoznak. Ezek az oly esős idők, melyek a levegőt meghűtik, 's melyek Auszriából jönnek Magyarországra...<sup>3</sup>. Azonban ezen erős<sup>4</sup> idők nem olyan rosszak, mint látszanak; mert ezekkel rossz idő után jó következik, még pedig az átmenet itt sebesen történik...*”. A mai olvasónak kétsége sincs afelől, hogy ez tulajdonképpen egy hidegfront leírása. „Csupán” az kell, hogy a „nyomja el” állítmányt a „kiszorítja és megemeli” kifejezéssel helyettesítsük. A másik eset: „*Egészen különböző esőzések jönnek létre, ha a' déli légfolyam nyomja el az északit; ezek délkeleti és déli szeleknél köszöntenek bé, még pedig elébb fenn a' magasban mutatják magukat, 's úgy szállnak alá*”. Ha elfogadjuk az előző gondolatmenetet, akkor ez egy melegfront (?).

Berde néhány adatot közöl a Buda, Kolozsvár és Királyfejevárv állomásokon mért csapadékmennyiségekről. Az értékek áttekintése nagyon nehéz, mivel Buda esetében hüvelykben és vonalban, az erdélyi állomásokon „*kőb-hüvelyk*” per „*négyszegláb*” (négyzet-láb) egy-

ségekben vannak kifejezve. Buda esetében a tizenkét éves középérték átszámítva 533 mm-el egyenlő, ami ke-reken 100 mm-el alacsonyabb, mint a XIX. század végén, illetve a XX. század elején mért harmincéves átlagok (Róna, 1909; Bacsó, 1957).

**Égiháború viszonyok.** „*Az ezen osztályba tartozó tűnemények a légköri műfolyamatoknak legrettebbjei és legmeghatóbbjai közé tartoznak ...*”<sup>5</sup> Nincs kizárva, írja Berde: „*... hogy ez lopta az első tüzet a' földnek*”, pontosabban az embernek. Az égiháború „*... oly csodálatos gyermeke a' természetnek, melynek szülője viz maga pedig tűz...*”. A légtűnemény eredetét akkor magyarázhatjuk meg: „*... ha az égiháború és eső azonagy értékét elismerjük, 's mindkettőnek okát a gőzsűrűsödésben keressük*”. Végül: „*... a gőzsűrűsödésnek nagyon hirtelen kell megtörténnie, hogy égiháború jöjjön létre*”. Vagyis a „*... ritka égiháborúk a felhágó légfolyamnak szüleményei*”.

A szerző megállapításai tulajdonképpen ma is helytállóak. A „tulajdonképpen” szó arra utal, hogy a felhők elektromosságát, pontosabban a különböző előjelű töltések szétválását nem a gyors kondenzáció („gőzsűrűsödés”), hanem az intenzív csapadékképződés idézi elő. Ez viszont függ a feláramlás és a kondenzáció erősségétől. Egyetérthetünk viszont azzal a következtetéssel, hogy a „*... villanyos tűnemények honunkbani elterjedésében oly viszonyok nyilatkozatát várhatjuk, minők az esők elterjedésében mutatkoznak...*”. Más szavakkal az villanyos tűnemények idő- és térbeli eloszlása a csapadék mennyiségének az eloszlását követi.

Ennek megfelelően, mint a Budán és Királyfejevárvon végzett megfigyelések bizonyítják, „*... a' nyár azon évszak, melyben a tulsulyra kap a villanyos erő, legnagyobb számmal foganszanak a villámok, 's innepélyesítik az égboltozato*”. Sajnos a táblázatban lévő adatok abszolút értékelése nehéz, mivel nem derül ki, hogy pontosan mit is jelentenek. Egy egység egy villámot vagy egy zivatart jelent. Mindenesetre a szöveg nagyszerű magyarsággal íródott. Így nem szerepelnek benne olyan idegen szavak, mint az elektromosság vagy a zivatar.<sup>6</sup>

**Légnymás.** A légnymás az egyik legfontosabb meteorológiai elem. Mégis Berde nem a szelek bemutatása előtt, hanem könyve második részének utolsó fejezetében tárgyalja. Ennek ellenére a légsúlymérő felfedezését nevezetes felfedezésnek tekinti. Segítségével lehetett kimutatni a levegő súlyát valamint azt „*... hogy a' lég nem egyenlő sullyal nyom*”, és a légsúlymérőt „*időjóslo eszköznek*” lehet tekinteni (Ez utóbbit inkább előítéletnek, nem teljesen valósnak tartja). Megállapítja továbbá: „*Ha kísérleteinket kérdjük, koránt sem mondják azt, hogy légkörünk nyomása éveken át folyvást fogyott vagy pedig nőtt volna...*”, valamint: „*Sőt inkább az ingadozások bi-*

<sup>2</sup> Felhágó légfolyam: feláramlás.

<sup>3</sup> „Ezért mondja a' régi nota: Bécs városától nyugotról keletre Hidegen fu a' szél Zivatart hoz a' magyar nemzetre Mert szárnján felhő kél.”

<sup>4</sup> Érdekes, hogy Berde több helyen használja az „erős” szót, amikor ma „esőt” mondanánk.

<sup>5</sup> Műfolyamatok, értsd folyamatok.

<sup>6</sup> Mint közismert, az elektromos a görög „elektron” (borostyánkő) alakra vezethető vissza. A zivatar szó eredete kevésbé világos. Mégis az a legvalószínűbb, hogy a „zli vetar” horvát-szerb kifejezésből származik, ami „rossz, gonosz szelet” jelent (Zaicz, 2006).

zonyos állandónak tetsző évi közép körül látszának mozogni...”. Sőt az ingadozások évi menete alkalmas az éghajlat jellemzésére. Így Budán az ingás kettős (télen és ősszel), Kolozsvárott és Királyfejérváron egyetlen maximumot (télen) mutat.

Kettős maximum jelentkezik Budán a légnyomás abszolút értékének évi menetében is (az értékek télen, kisebb mértékben ősszel alacsonyabbak), amelyet Berde a vízgőz feszültsége (nyomása) járásának a hatásával magyaráz és adatol. A kettős maximumot a XIX. század második (Róna, 1909) és a XX. század első felére (Bacsó és munkatársai, 1953) vonatkozó harmincéves adatok feldolgozása is igazolja. A probléma az, hogy Berde jóval kisebb nyomásértékeket közöl, mint a későbbi szerzők.

Végül a fejezetben a napi menetről is találhatunk információkat. „A légszűrő napi ingadozásaiban oly viszonyokra találunk, amelyek megegyeznek az évi ingadozásoknál már kifejtettekkel”.

**Égaljunk befolyása a' növényekre.** Berde Áron könyvének harmadik része „Égaljunk befolyása a' létműves világra” címet viseli.<sup>7</sup> Ezt a részt az éghajlat és az élővilág („létműves világ”) kapcsolatának szenteli. A rész első fejezetének első mondatában leszögezi: „A' növénytenyésztés tüneteit mindig bizonyos hőmérték föltételezi; ezen kívül, mellözve a létműtlen anyagokat, levegő, nedv, 's világosság lényeges befolyást gyakorló tényezők ugyan a' növényfejlődés műfolyamában, de csak azon föltétel alatt, ha velük illő hőmérték párosul, mely azonban a különböző növényfajokra nézve igen-igen különböző lehet”. Ebből következik: „... hogy ugyanazon meglevonalnál az egész földön ugyanazon létműves lények fordulnak elő.”

Magyarországgal kapcsolatban az erdélyi polihisztor felveti a kérdést: „... ha vajon azon eredmények melyeket a légtünetekre vonatkozóan honunkra nézve kifejtettünk, a' növények elterjedésében igazolást nyernek-e...”. A kérdéssel kapcsolatban egyebek között megállapítja: „Mivel honunk égalja nagy előszeretettel bir a' kicsapongásokra, 's ennél fogva szigorú jellemű tél mellé hevülő nyár párosul, minőt nyugoton hasonló szélességben fekvő vidékek nem képesek felmutatni; ennek igen természetes következtése a' növénytenyésztésben abban nyilvánul, hogy a' künn telelő vagy több éves növények közül jóval északibbak a' nyári vagy egy évesek közül pedig délibb égaljhoz szokottak tenyészhetnek honunkban...”.

Nagyon fontos probléma annak eldöntése, hogy adott éghajli feltételek mellett milyen hasznos növények termesztethetők. A probléma általánosságban a következő számítással oldható meg: „... a növénytenyésztés tartóssága a tenyésztés idejének közép hőmértékével visszas arányban van, úgy, hogy ha megszorozzuk a' közép hőmértékkel azon napok számát, melyek alatt ugyanazon növény bizonyos égaljak alatt tenyészett, közel egyenlő mekkora-

ságokat kapunk.” Ennek a közel állandó számnak a segítségével eldönthetjük, hogy adott éghajli vidéken adott növény haszonnal tenyészhető-e. Ezt a tételt különböző növények esetén (búza, árpa, törökbúza, rizs, indigó) számszerűen illusztrálja. Álljon itt a búza példája. Kolozsvárott a tenyészidő 132 nap, a középhőmérséklet 12,5° (valószínűleg Réaumur), szorzatuk 1650. Elászában a két érték rendre 137 nap, illetve 12°. A szorzat ez esetben 1644. Királyfejérváron a 137 napos tenyészidőből és a 12,2° hőmérsékletből 1671-es érték adódik. Talán meglepő, hogy a fentebb felsorolt növények között az indigó is szerepel. Ez arra utal, hogy a XIX. század közepén ez a növény a festékgyártás fontos alapanyaga volt.

Berde az éjjeli fagy, harmat és eső növényekre gyakorolt hatásaival kiemelten foglalkozik. Abból a jól ismert tényből indul ki, hogy „Tiszta éjszakákon, midőn nem fátyolozzák fellegek az eget; a' földdel 's annak minden tárgyaival együtt a' növények is hülnek, még pedig annyira, hogy rendszeren jóval kisebb hőmértékkel bírnak, mint a' környező levegő.” Tekintve, hogy „Az éjjeli melegsugárzás által okozott hülés... szinte mindig nedvesség leülepedésével van kapcsolatban, mely a' földfelszínre 's a tárgyra cseppekben rakodik le, 's melyet mi harmatnak nevezünk”.<sup>8</sup> A harmat a növények számára igen hasznos, különösen azokon a vidékeken, „... hol nyárban az esők hosszasan kiszoktak maradni.” Probléma akkor van, amikor a hőmérő higanyszála fagypontra alá csökken: „Kiváltképpen ősszel és tavasszal fordul elő, hogy az éjjeli fagyok a' legártalmasabb hatást gyakorolják a növényekre, minthogy az éjjeli melegsugárzás ezen évszakok hőmértékét képes inkább a' fagypontra leszállítani.” A védekezés, mint a perui indiánok csinálják: „Midőn az éj olyannak mutatkozik, hogy fagytól lehet félni, és az: midőn a csillagok élénk fényrel ragyognak 's a' levegő semmi vagy kevés nyugtalanságot mutat, az induk nedves növényroncsalékok hordanak össze, 's meggyújtják a' végett, hogy füstöt csináljanak 's általa a' levegő átlátszóságát megzavarják.”

A szerző arra is rámutat, hogy „A melegen kívül kiváltképpen az esőviszonyok azon föltételek, melyek a' növények életére, tenyészésére igen nagy befolyást gyakorolván, a' növényelterjedésben igen változatos módosulásokat hoznak létre.” Ennek megfelelően, a hőmérséklettel együtt, a csapadék eloszlása alapvetően módosítja Magyarországon a növényzet jellegét. Így: „Azon különbség, mely a déli 's a' többi Magyarhon növényzete közt létezik az esőelterjedésben egyszerű magyarázatát tanálja”.

Végül a fejezetben arról olvashatunk, hogy a levegő, részben a felhők és csapadékok közreműködésével, a növények és állatok nitrogénfelvételében fontos szerepet játszik. Szerző abból indul ki, hogy a levegő 20,8%-ban élelnt (oxigén) és 79,25%-ban lélelnt (nitrogén) tartal-

<sup>7</sup> Létműves: élő; létműtlen: élettelen.

<sup>8</sup> A melegsugárzást ma kisugárzásnak mondanánk.

maz. Ezen kívül kimutatható még a szénsavany (széndioxid: 2-5 ezredrészben), valamint az ammóniak-gőz (ammónia) jelenléte is. Egyértelmű, hogy az állatok a nitrogént a növényekből nyerik. A növények viszont a levegőből: „Ugyan is az újabb vegytan nyomozásaiból megtanultuk, hogy valahányszor erős villanyszikrák mennek keresztül nedves levegőn, mindig salétromsavany (salétromsav) és ammóniák képződik.” Ennek megfelelően „... az égháboruval lehulló esővíz egyszer mint más-kor mindig salétromsavanyos ammóniakat tartalmaz.”<sup>9</sup> Bár mai nézeteink szerint az ammónia nem villámláskor kerül a levegőbe (hanem állatok vizeletéből), Berde megragadja a folyamat lényegét. Akár a levegőkémia előfutárának is tekinthetjük.

**Égaljunk befolyása az állatokra.** A fejezet bemutatását azzal kell kezdenünk, hogy a címe nem egészen pontos, mivel elsősorban a levegő emberre gyakorolt hatásaival foglalkozik. Az első kérdés, ami felmerül, hogy honnan származik az állatok (és az ember) belső melege. A válasz: a belső meleget, a kemencéhez hasonlóan, égéssel állítjuk elő: „A' tűzégés pedig, vagy általában az „elégés” a' tudomány tanubizonyossága szerint nem egyéb, mint bizonyos vegytani műfolyam, mely alatt a' ... légkörnyi éleny vagy oxygen egyesül a' tűzhelyre rakott fa egyik alkatrészével, az úgy nevezett szénennyel vagy carboniummal, a' más két alkatrész pedig (amelyeket a tudomány köneny vagy hydrogén és éleny vagy oxygennek nevez) a' viz elemeit képezvén, az égés alatt vízzé lesznek”. Pontosan ez történik a szervezetünkben is, mivel a „... legnagyobb része azon eledelnek, melyeket mi és állataink felhasználnak, tökéletesen azon anyagokat tartalmazzák, melyeket a fa...”. Mivel télen a levegő sűrűsége nagyobb, testünk ebben az évszakban „... több eledelt igényel”. Nyáron viszont fordítva: „... jóval kevesebbet kellene enni”.

A csecsemők hőmennyisége kisebb, mint a felnőtteké, így „...a hideg tehát rájuk nézve nagyon ártalmas.” Ugyanakkor „... pontos statistikai számítások világosan mutatják, miképp a' nemzésosztón legmagasabb fokra akkor emelkedik, midőn a meleg tetőpontra hág, vagy másképpen a' legmelegebb hónap után körülbelül hét-kilencz hónappal születik legtöbb gyermek...” (a megálapítást táblázatos adatok igazolják).

Végül Berde a betegségek és az égalji állapot összefüggésével is foglalkozik, különös tekintettel a váltólázra. Egyebek között arra a következtetésre jut, „... hogy a' váltóláz okait ne a' posványok kigőzölgésében, hanem inkább a' nem egyforma hőmértékingadozásokban keressük.” Sőt „Az időjárás, a' fejünk felett emömlő légtengerben mutatkozó tünemények igen nagy befolyást gyakorolnak még a' szellemi életre is. Ha az eget hetekig borítja fellegtakaró, végre mi magunk is borultak leszünk, 's ha fen kiderül az ég, vele mi magunk is felderülünk”.

A Nagy Előd így azt sugallja, hogy étkezésünk, nemi életünk, testi és szellemi állapotunk mind az égaljtól, a légkörtől függnék. A könyv olvasójában önkéntelenül is felmerül a kérdés: lehet, hogy a meteorológia a legfontosabb tudomány?

**Záró megjegyzések.** Talán e rövid ismertetéssel is sikerült érzékeltetnünk, hogy Berde Áron kora egyik legnagyobb magyar tudósa, az utána következő meteorológus/klimatológus nemzedékek előfutára volt. Merem remélni, hogy cikkem elolvasása egyeseket arra serkent, hogy a könyvbe belenézzenek.<sup>10</sup> Olvasása valóban szellemi élvezetet nyújt, és tudományunk kialakulásának megértéséhez számos fontos adalékkal járul hozzá. Közvetve azt is bizonyítja, hogy a légtüneménytan, a légkör-tan az elmúlt százötven évben mekkorát fejlődött. Képzeljük el, hogy amikor a könyv íródott, az elméleti (dinamikus) meteorológia teljesen ismeretlen volt. Mint minden új dolog esetén, valószínű, hogy Berde Áronnak sok nehézséget kellett legyőznie ahhoz, hogy könyve elkészüljön és megjelenhessen. De, mint mondja: „... az akadályok remélhető fontos eredményü dolgoknál a' cselekvőségnek oltószerei nem lehetnek...”. Gondolata a mai utódok számára is példaértékű.

## Irodalom

- Bacsó, N., 1959: Magyarország éghajlata. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bacsó, N., Kakas, J. és Takács, L., 1953: Magyarország éghajlata. Országos Meteorológiai Intézet, Budapest.
- Berde, Á., 1847: Légtüneménytan s a két Magyarhon égaljviszonyai 's ezek befolyása a növényekre és állatokra. II. kötet. özv. Barráné és Stein, Kolozsvár.
- Mészáros, E., 2013: Meteorológia a XIX. század közepén. A nagy előd: Berde Áron. Benyújtva a Magyar Tudomány c. folyóirat-hoz.
- Péczely, Gy., 1979: Éghajlattan. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Réthly, A., 1937: Magyarország éghajlata. Magyar Királyi Országos Meteorológiai és Földmágnességi Intézet, Budapest.
- Róna, Zs., 1909: Éghajlat. II. Rész: Magyarország éghajlata. Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.
- Zaicz, G., 2006: Etimológiai szótár. Magyar szavak és toldalékok eredete. Tinta Könyvkiadó, Budapest

<sup>9</sup> Salétromsavanyos ammóniák: ammónium-nitrát.

<sup>10</sup> A könyv digitális formában az Országos Meteorológiai Szolgálat Könyvtárában és a Széchenyi Könyvtárban is megtalálható. Itt mondok köszönetet Puskás Mártának (OMSz), aki a könyvet digitalizálta és rendelkezésemre bocsátotta.