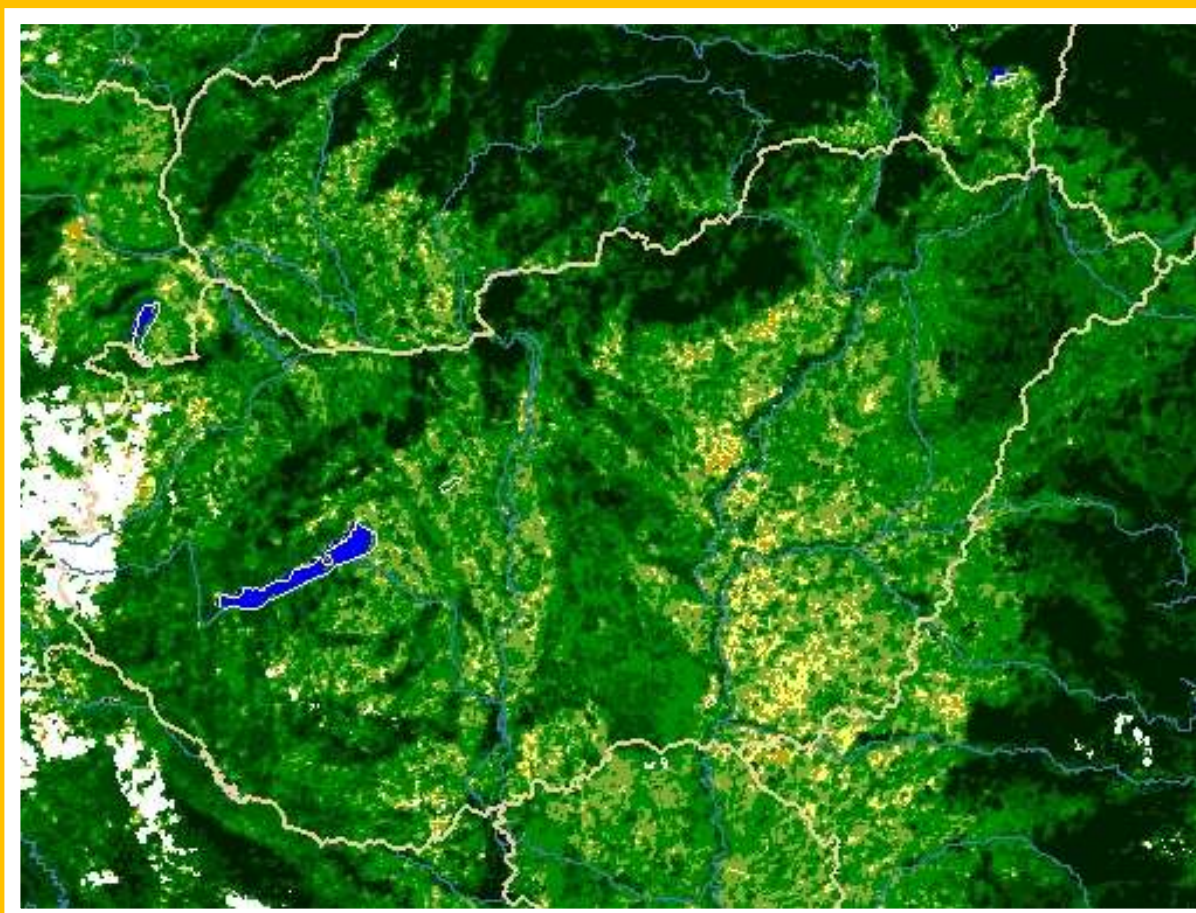


L É G K Ö R

58. évfolyam

2013. 3. szám



KATKÓ BERTALAN

1932 – 2013

Kerekes András

MH GEOSZ, *kerekesa58@gmail.com*



Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán megindított önálló meteorológus képzés keretében szerzett 1954-ben diplomát. Az Országos Meteorológiai Intézetben 1954. szeptember 15-én helyezkedett el. Szakmai érdeklődése, munkaköre mindig a meteorológia egyik alapfeladatához, az időjárás előrejelzéséhez kötötte. Szűkebb érdeklődési területe a repülésmeteorológia volt. Egész pályafutása során mindig a prognózis részlegén dolgozott különböző beosztásokban és szakterületeken. 1988. január 1-től az OMSZ Központi Előrejelző Intézet Repülésmeteorológiai Osztálya vezetésére kapott megbízást, amit nyugállományba vonulásáig, 1990. szeptember 15-ig töltött be. Nyugdíjasként szakmai megbízásokat teljesített a katonai meteorológia és egyes privát repülőterek számára. Egyetemi éveim vége felé találkoztam először Katkó Bertalannal, Bercivel. Repülésmeteorológiát oktatott számunkra, a földtudományi közös képzés utáni első önálló meteorológus szakos hallgatónak. Megragadott nyugodt, tárgyilagos, gyakorlati tapasztalatok sorát felvonultató előadása és növelte az érdeklődésemet a meteorológia e szakterülete irányába. Egyetem után Ferihegyen elhelyezkedve pá-

lyakezdőként pedig megismerkedhettem a kollégával, az osztályvezetővel, a szakmáját szerető emberrel. Sokat tanultam tőle a napi operatív munkában és a közös kutatási-fejlesztési munkák során. Mai napig megmaradt bennem az a nyugodt, higgadt, türelmes viselkedés, megfontolt gondolkodás, ami jellemezte Katkó Bertalant. Osztályvezetőként ez is nagyban segítette a kisebb-nagyobb munkahelyi gondok, problémák megoldásában, rendezésében. Jó páran szívesen, akár nosztalgiával is emlékezünk azokra a ferihegyi időkre, az ottani közös munkával töltött napokra. A hír, hogy eltávozott „való” világunkból, szomorú gondolatokat ébresztett. Olyan ember ment el közülünk, aki életével, munkájával, szakmája szeretetével sokat tett azért, hogy a meteorológia fejlődjön, előrébb lépjen. Szomorú szívvel értesülünk róla, hogy mielőtt 2013. július 10-én utolsó útjára indult, búcsút vettek tőle szerettei, barátai, kollégái.

Kedves emlékét szeretettel megőrizzük. Katkó Bertalan, nyugodjál békében!

SZERZŐINK FIGYELMÉBE

A LÉGKÖR célja a meteorológia tárgykörébe tartozó kutatási eredmények, szakmai beszámolók, időjárási események leírásának közlése. A lap elfogad publikálásra szakmai úti beszámolót, időjárási eseményt bemutató fényképet, könyvismertetést is.

A kéziratokat a szerkesztőbizottság lektoráltatja. A lektor nevét a szerzőkkel nem közöljük. Közlésre szánt anyagokat kizárólag elektronikus formában fogadunk el. Az anyagokat a **legkor@met.hu** címre kérjük beküldeni Word-fájlban. A beküldött szöveg ne tartalmazzon semmiféle speciális formázást. Amennyiben a közlésre szánt szöveghez ábra is tartozik, azokat egyenként kérjük beküldeni, lehetőleg vektoros formában. Az ideális méret 2 MB. Külön Word-fájlban kérjük megadni az ábraalíráásokat. A közlésre szánt táblázatokat akár Word-, akár Excel-fájlban szintén egyenként kérjük megadni. Amennyiben a szerzőnek egyéni elképzelése van a nyomtatásra kerülő közlemény felépítéséről, akkor szívesen fogadunk PDF-fájlt is, de csak PDF-fájllal nem foglalkozunk.

A közlésre szánt szöveg tartalmazza a magyar és angol címet, a szerző nevét, munkahelyét, levelezési és villanypostacímét. A *Tanulmányok* rovatba szánt szakmai cikkhez kérünk irodalomjegyzéket csatolni. Az irodalomjegyzékben csak a szövegben szereplő hivatkozás legyen. Az egyéb közlemények, szakmai beszámolók esetében is kérjük lehetőség szerint angol cím és összefoglaló megadását.

Felelős szerkesztő:
Dunkel Zoltán
a szerkesztőbizottság elnöke

Szerkesztőbizottság:
Bartholy Judit
Bihari Zita
Haszpra László
Hunkár Márta

Sáhó Ágnes technikai szerkesztő
Somfalvi-Tóth Katalin kislexikon
Szudár Béla

Térey János olvasószerkesztő
Tóth Róbert főszerkesztő-helyettes

ISSN 0 133-3666

A kiadásért felel:
Dr. Radics Kornélia
az OMSZ elnöke

Készült:
HM Zrínyi Térképészeti Kft.
nyomdájában
800 példányban
Megjelent: 2014. május

Felelős vezető:
Dr. Bozsonyi Károly
igazgató

Évi előfizetési díja 1760 Ft
Megrendelhető az OMSZ
Pénzügyi és Számviteli Osztályán
1525 Budapest Pf. 38.
E-mail: legkor@met.hu

TARTALOM

CÍMLAPON

Vegetációs index kép, OMSZ Műholdas Kutató Laboratórium	
Kerekes András: Megemlékezés Katkó Bertalanról	90
Szerzőink figyelmébe	90

TANULMÁNYOK

Mészáros Ernő: Az éghajlatkutatás kezdetei Magyarországon.	
A nagy előd: Berde Áron	92
Hunkár Márta, Vincze Enikő és Németh Ákos: A tavaszi felmelegedés néhány vadnövény fenológiai reagálásában	98
Ács Ferenc, Breuer Hajnalka, Skarbit Nóra és Krakker Dávid: Magyarország éghajlata a XX. században különböző éghajlat-osztályozási módszerek alapján	106
Gerhátné Kerényi Judit és Gróbné Szenyán Ildikó: 2012. év száraz időszakának vizsgálata műholdas adatok alapján	111
Hágen András: A pestisjárvány és az éghajlatváltozás a XIV. században	115
Varga György: A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során	119

KÖZLEMÉNYEK

Somfalvi-Tóth Katalin: Kislexikon	124
Roszik Róbert és Kiss Márton: Zivataros július Sopronban és környékén	125

KRÓNIKA

Vincze Enikő: 2013 nyarának időjárása	129
A norvégok megbecsülik meteorológusaikat	131

LIST OF CONTENTS

COVER PAGE

Vegetation index map, 1 September 2013 by OMSZ Satellite Research Laboratory	
András Kerekes: Memory of Bertalan Katkó	90
Instructions to authors of LÉGKÖR	90

STUDIES

Ernő Mészáros: Beginning of Climate Research in Hungary.	
The Great Pioneer: Áron Berde	92
Márta Hunkár, Enikő Vincze and Ákos Németh: Spring Warming in Response of Some Wild Plant Phenology	98
Ferenc Ács, Hajnalka Breuer, Nóra Skarbit and Dávid Krakker: Climate of Hungary in the 20th Century according to Different Climate Classification Methods	106
Judit Gerhátné Kerényi and Ildikó Gróbné Szenyán: Examination of Dry Period of 2012 using Satellite Pictures	111
András Hágen: The Plague and the Climate Change in the 14th Century	115
György Varga: Pleistocene Variations of the Aeolian Dust Concentration in the Carpathian Basin	119

COMMUNICATIONS

Katalin Somfalvi-Tóth: Pocket Encyclopaedia	124
Róbert and Márton Kiss: Stormy July in Sopron and Its Neighbourhood	125

CHRONICLE

Enikő Vincze: Weather of Summer 2013	129
Norwegians Respect Their Meteorologists	131

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 éghajlattan 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 mindenre 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 ismérvét, 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*”.¹ 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.

¹ 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!). Károlyfejevár: 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 Péczeli-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 égálgal befolyása alatt tavasszal nagyobbak mint ősszel; a' földközi égálgal 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 égálgjú 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 térítők 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 (Királyfejeváron) 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 órakor történtek. Érdekeségük, egyebek mellett, hogy vonalban vannak kifejezve (12 vonal=1 hüvelyk=2,54 cm). Így egy nyári délidőre jellemző 4 vonal érték kereken 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 légfolyam² 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 Austriából jönnek Magyarországra...³. Azonban ezen erős⁴ 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-

ségeket 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 legrettentőbbjei és legmeghatóbbjai közé tartoznak ...*”⁵ 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 azonegy 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 „*... villamos tűnemények honunkbani elterjedésében oly viszonyok nyilatkozatát várhatjuk, minők az esők elterjedésében mutatkoznak...*”. Más szavakkal az villamos 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 villamos 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.⁶

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 „*időjósító 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-*

² Felhágó légfolyam: feláramlás.

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

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

⁵ Műfolyamatok, értsd folyamatok.

⁶ 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 Királyfejlérváron 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.⁷ 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 hevílő 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. Királyfejlérváron 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”.⁸ 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-

⁷ Létműves: élő; létműtlen: élettelen.

⁸ 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.”⁹ 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' nemzésösztön 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.¹⁰ 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

⁹ Salétromsavanyos ammóniák: ammónium-nitrát.

¹⁰ 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.

A TAVASZI FELMELEGEDEÉS NÉHÁNY VADNÖVÉNY FENOLÓGIAI REAGÁLÁSÁBAN

SPRING WARMING IN RESPONSE OF SOME WILD PLANT PHENOLOGY

Hunkár Márta¹, Vincze Enikő², Németh Ákos²

¹Pannon Egyetem Georgikon Kar, 8360 Keszthely Deák Ferenc u. 16. hunkar@georgikon.hu

²Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024 Budapest Kitaibel Pál u. 1. vincze.e@met.hu; nemeth.a@met.hu

Összefoglalás. Az időjárás és az éghajlat változását jól reprezentálja a növények fejlődési üteme. Ennek tudományos megfigyelése, a növényfenológiai adatgyűjtés, mintegy 250 éve kezdődött. A dolgozatban az 1961-2000 közötti időszakra rendelkezésünkre álló vadnövény fenológiai megfigyelések statisztikai feldolgozás eredményeit mutatja be. A feljegyzett adatok közül a virágzás kezdetének tanulmányozását jelöltük ki elsőként. A megfigyelt fenofázisok a fák és cserjék esetében: virágzás kezdete; mely tömegesen, esetleg állományban megfigyelhető virágzásnál azt jelenti, hogy a virágok 10%-a kinyílt, a lágyszárúaknál: virágzás, mely a szórványosan megjelenő virágok megjelenésének első megfigyelhető időpontját jelenti. Az eredmények izovonalas térképeken kerülnek bemutatásra.

Abstract. The developmental beat of the plants represents the change of the weather and the climate well. The scientific watch of this, the plant phenological data collection some 250 years ago was beginning. In the paper onto the period between 1961-2000 wild plants being at our disposal phenological watch present the results of statistical processing. From among the noted data we assigned the examination of the beginning of the blooming firstly. The observed phenological phases in case of trees and bushes: the beginning of blooming; which one in mass, blooming which can be observed in substance possibly reports it, that the flowers 10%-a opened up, the plants with soft stem: blooming, which means his first observable time to the appearance of the flowers appearing sporadically,. The results they are presented on maps with isolines.

Bevezetés. A növényfenológiai megfigyelések mintegy kétszázötven éves története arról tanúskodik, hogy a megfigyelések célja a természettudományos érdeklődéstől fokozatosan fordult a gyakorlati alkalmazásig, majd az utóbbi évtizedben a klímaváltozás paradigmájának uralkodóvá válásával ismét a természettudományos érdeklődés a meghatározó (Hunkár *et al.*, 2012).

A növények fejlődési ütemének időjárástól való függése már a kezdetektől nyilvánvalóvá vált, így a meteorológia tudományába és megfigyelési rendszerébe beépült a növények fenofázisainak megfigyelése is. Az OMSZ 1871-1885 évkönyveiben 57 helyről vannak megfigyelések. Hosszabb, legalább 7 évi adatsor az alábbi megfigyelőhelyekről áll rendelkezésre: Eger, Törökbecse, Nagyszeben, Oravicza, Bakonybél, Gospic, Kőszeg, Pécs, Körmend. A megfigyelt növények főként a természetes vegetáció élőlíkjai közül kerültek ki, így az egyes helyeken eltérnek egymástól. 1885 után megszakad a megfigyelések sora. Ezt követően 1910-ben a Magyar Földrajzi Társaság, később pedig 1934-ben az Erdészeti Kutató Intézet létesített növényfenológiai hálózatot. Az OMSZ-ban 1951-ben kezdték megszervezni a fenológiai megfigyelő hálózatot. Ennek céljairól és szervezeti változásairól Dunay (1984) számolt be a Légkör hasábjain. Elkészítették az „Útmutatás növényfenológiai megfigyelésekre” c. kiadványt, amelyben Csapody Vera rajzaival 75 vadon termő növény szerepel. A hálózatban túlnyomórészt a vadon termő növények fenológiai megfigyelését végezték – mintegy 200 helyen –, főként a csapadékmérő állomások észlelői. A mezőgazdasági növények megfigyelését 13 helyen, mezőgazdasági kutatóintézetekben, fajtakísérleti állomásokon kezdték meg.

Sajnos az OMSZ időről időre történő átszervezése és az Agrometeorológiai részleg teljes felszámolása következtében a növényfenológiai feljegyzések korábban nem kerültek be a digitális adatbázisba és a papíron lévő feljegyzések jó részének rendszerezése is csak napjainkban történt meg.

1. táblázat: A megfigyelt vadon termő növények

	Latin név	Magyar név
Fák	<i>Tilia cordata</i>	Kislevelű hárs
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fehér akác
Cserjék	<i>Syringa vulgaris</i>	Orgona
	<i>Sambucus nigra</i>	Fekete bodza
Lágyszárúak	<i>Taraxacum officinale</i>	Gyermekláncfű
	<i>Convallaria majalis</i>	Gyöngyvirág
	<i>Cichorium intybus</i>	Mezei katáng

A hosszú távú fenológiai megfigyelések az egyik legjobb indikátorai a klímaváltozás hatásának. Számos vizsgálat kimutatta, hogy a kora tavaszi fajok reagálnak leginkább – korábban hajtanak, virágoznak, míg a később virágzó lágyszárúak és a fák kevésbé reagálnak. (Post és Stenseth 1999). Hazánkban is több fenológiai vizsgálatot végeztek a klímaváltozással kapcsolatban. Egyik ilyen Walkovszky (1998) akácvirágzás-vizsgálata, mely egy több mint 100 év hosszú adatsort dolgozott fel. Vizsgálata szerint régiótól függően Magyarországon 3-8 nappal korábbra tolódott az akác virágzása. Varga és munkatársai az 1984-

1997 évek vadnövény fenológiai adataiból úgy találták, hogy az akác és a bodza fenológiai adataiban inkább kimutathatók a XX. század végi hőmérséklet-emelkedés hatásai, mint a hárs vagy az orgona esetében (Varga *et al.*, 2009a, 2009b, 2010, 2012). A klímaváltozás hatását legjobban a fenofázisok elcsúszása jelzi. Ennek kimutatása olyan hosszú távú fenológiai megfigyelések feldolgozásából lehetséges, mint a Nemzetközi Fenológiai Kertek megfigyelési adatai (Menzel, 2000). Sajnos Magyarországon, noha régóta folynak fenológiai megfigyelések, több évtizedes, azonos helyről származó adatsor kevés van. Kutatásunk célja a klímaváltozás nyomán követező növényfenológiai megfigyelések alapján, ezért a rendelkezésre álló adatokból a vadnövény fenológiai megfigyelésekre koncentráltunk, mivel a természetben a növények esetében a fajta, a vetés időpontja és az agrotechnika jelentős mértékben meghatározza a fenológiai fejlődés és az időjárás kapcsolatát. Dolgozatunkban azt mutatjuk be, hogyan próbáltuk áthidalni a megfigyelőhelyek változékonyságából eredő inhomogenitási problémákat.

A vizsgálatokban felhasznált adatok. A megfigyelt növények. Tekintettel arra, hogy az 1983-2000 között működő megfigyelő hálózatban csak 7 vadnövény szerepelt (1. táblázat), a korábbi időszakból (1961-1982) is az ezekre vonatkozó adatokat gyűjtöttük ki. Jelenlegi feldolgozásunkban az 1961-2000 közötti időszak eredményeit mutatjuk be. A feljegyzett adatok közül a virágzás kezdetének tanulmányozását jelöltük ki elsőként. A megfigyelt fenofázisok a fák és cserjék esetében: virágzás kezdete; mely tömegesen, esetleg állományban megfigyelhető virágzásnál azt jelenti, hogy a virágok 10%-a kinyílt, a lágyszárúaknál: virágzás, mely a szórványosan megjelenő virágok megjelenésének első megfigyelhető időpontját jelenti.

A megfigyelőhelyek. Az Országos Meteorológiai Szolgálat Évkönyveiben 1951-1981 között megjelent fenológiai adatokhoz minden évben λ , φ koordinátákat tartalmazó mellékletben számoltak be a megfigyelések pontos helyéről. A helymeghatározást illetően csak az 1983-2000 közötti időszak adataival volt térinformatikai feladatunk. A megfigyelés rendszere ebben az időszakban a MÉM-NAK Növényvédelmi Szakszolgálatával való együttműködésen alapult (Dunay, 1984). Megyénként 1-2 helyen növényvédelmi szakemberek végezték a fenológiai megfigyeléseket. A megfigyelések földrajzi helyének azonosítása a MÉM-NAK által használt rácshálózat alapján történt, mely az országot 6 x 6 km-es négyzetekre osztva NY-K irányban 0-90 egység, illetve É-D irányban 0-60 egység közötti értékekkel azonosítja a földrajzi helyet; ezt grid kódoknak nevezzük. A grid kódok alapján meghatároztuk a megfigyelés helyének földrajzi (λ , φ) koordinátáit úgy, hogy a megfigyelés helyének a grid-cella középpontját tekintettük. Az egyes évekből rendelkezésre álló megfigyelések száma és helye változó volt (2. táblázat).

A fenofázisok tér- és időbeli alakulásának megjelenítése. A fenofázis bekövetkezésének időpontjait a naptári dátumról átalakítottuk az adott nap éven belüli sorszámára – ezt a változót DOY-ként (day of the year) jelöljük. A digitalizált adatokat tételesen ellenőriztük, az előforduló elírásból származó hibákat korrigáltuk, de a kiugró adatokat

nem távolítottuk el, hanem az eredeti feljegyzések alapján visszakerestük az adat érvényességét, mivel az észlelők a fenológiai jelentőlapokon rendszeresen megjegyzésekkel látták el a megfigyeléseiket, különösen akkor, ha egy fenofázis a szokásosnál jóval hamarabb vagy később következett be. A kiugró adatok vizsgálata különösen érdekes lehet a meteorológiai hatások elemzésében. A hosszú távú vizsgálatok alapfeltétele az egy helyről származó

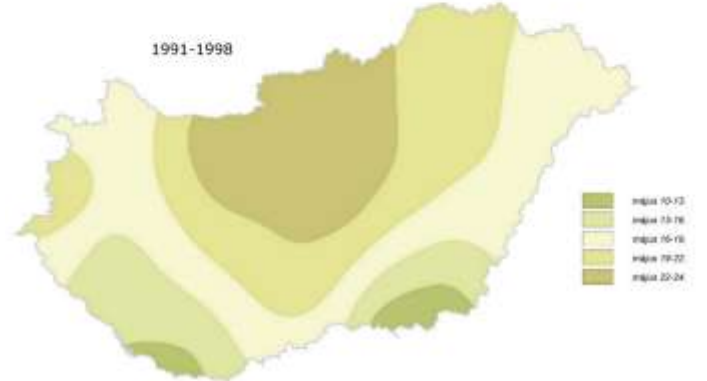
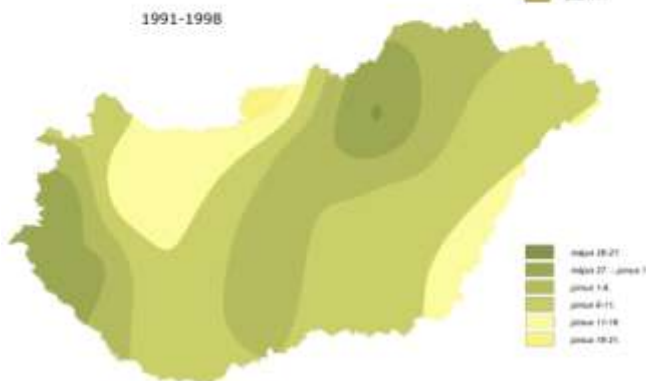
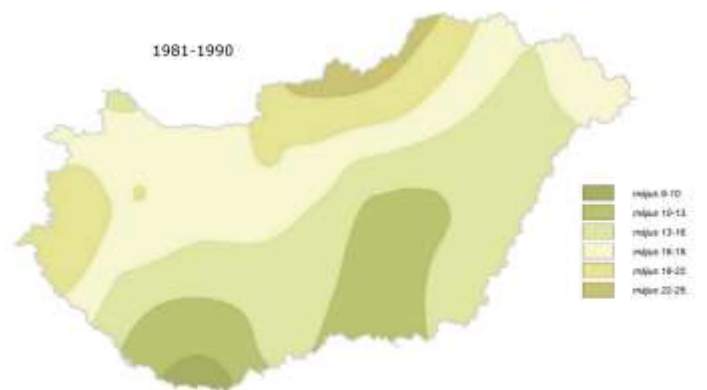
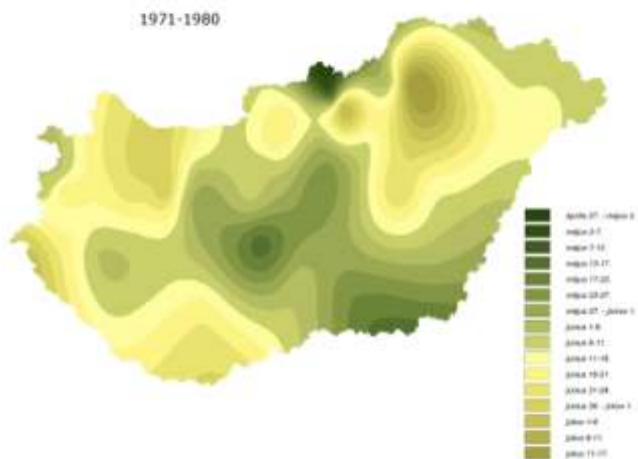
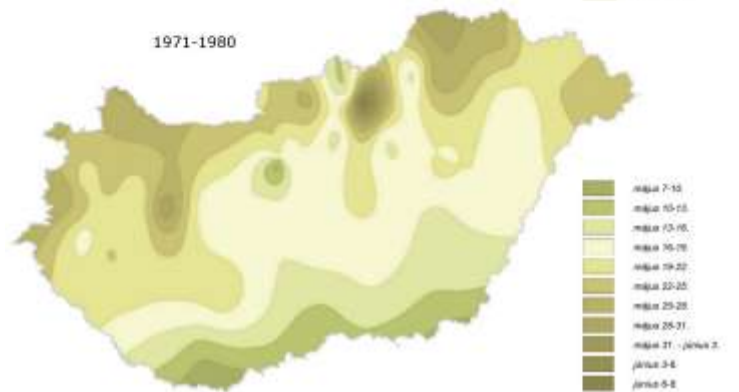
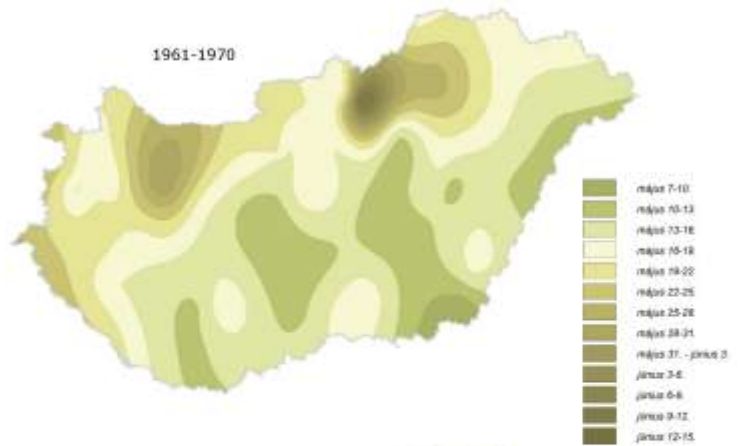
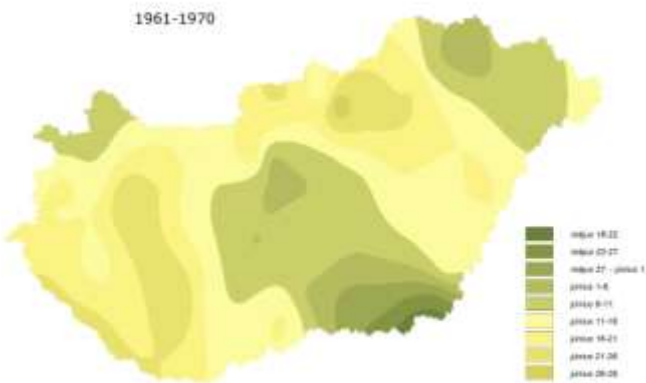
2. táblázat: A megfigyelőhelyek száma az egyes években

Év	Kisle- velű hárs	Fehér akác	Orgo- na	Fekete bodza	Gyer- mek- láncfü	Gyöngy- virág	Mezei katáng
1961	34	45	49	43	44	41	0
1962	38	40	46	42	45	36	0
1963	38	49	44	48	50	38	0
1964	38	50	46	49	50	43	0
1965	41	66	60	65	65	61	0
1966	36	48	46	43	40	41	0
1967	37	47	44	48	51	43	0
1968	37	63	59	57	56	47	0
1969	48	61	60	59	59	55	0
1970	43	59	57	55	32	53	0
1971	40	59	56	52	39	47	0
1972	39	55	57	47	42	43	0
1973	40	56	54	48	0	46	0
1974	40	53	55	46	36	44	0
1975	46	68	68	52	47	52	19
1976	44	69	65	56	50	61	22
1977	39	59	64	54	46	58	19
1978	46	64	70	55	42	57	20
1979	38	62	64	51	45	55	20
1980	42	54	60	50	46	50	23
1981	29	47	46	40	40	38	17
1982	0	0	0	0	0	0	0
1983	24	24	24	24	23	23	23
1984	24	24	24	24	24	24	24
1985	24	24	24	24	24	24	24
1986	24	24	24	24	24	24	24
1987	24	24	24	24	24	24	24
1988	24	24	24	24	24	24	24
1989	24	23	24	24	23	23	23
1990	23	23	23	23	23	23	23
1991	22	22	22	22	22	22	22
1992	17	17	17	17	17	17	17
1993	15	15	15	15	15	15	14
1994	22	22	22	22	22	22	21
1995	17	17	17	17	10	17	17
1996	16	16	16	16	16	15	15
1997	0	0	18	7	0	0	0
1998	9	8	10	9	8	8	7
1999	0	0	8	4	0	0	0
2000	0	0	4	3	0	0	0

hosszú sorok megléte; ugyanakkor a hazai fenológia számára a mérőhálózatok periodikus újraszervezése és szét-hullása miatt éppen ennek a sokéves adatbázisnak a hiánya a legnagyobb probléma. A rendelkezésre álló adatok felhasználásának érdekében tehát más módszerhez folyamodtunk. Az évente változó számú megfigyelési helyet egyszerre ábrázolni, majd a pontonként változó hosszúságú adatsorokat interpolálni hibás eredményre vezetett volna. Éppen ezért szükséges volt az egyes éveket külön-

Kislevelű hárs (*Tilia cordata*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek

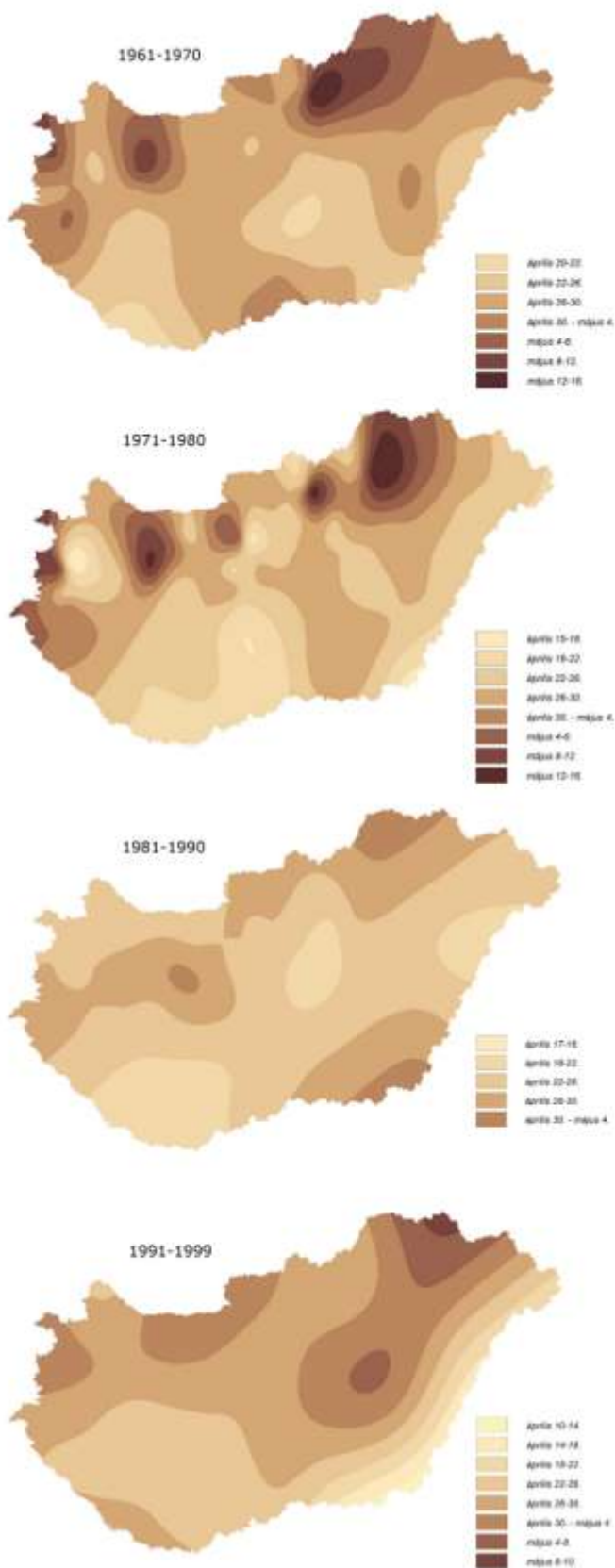
Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



1. ábra: A kislevelű hárs (*Tilia cordata*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1998 között

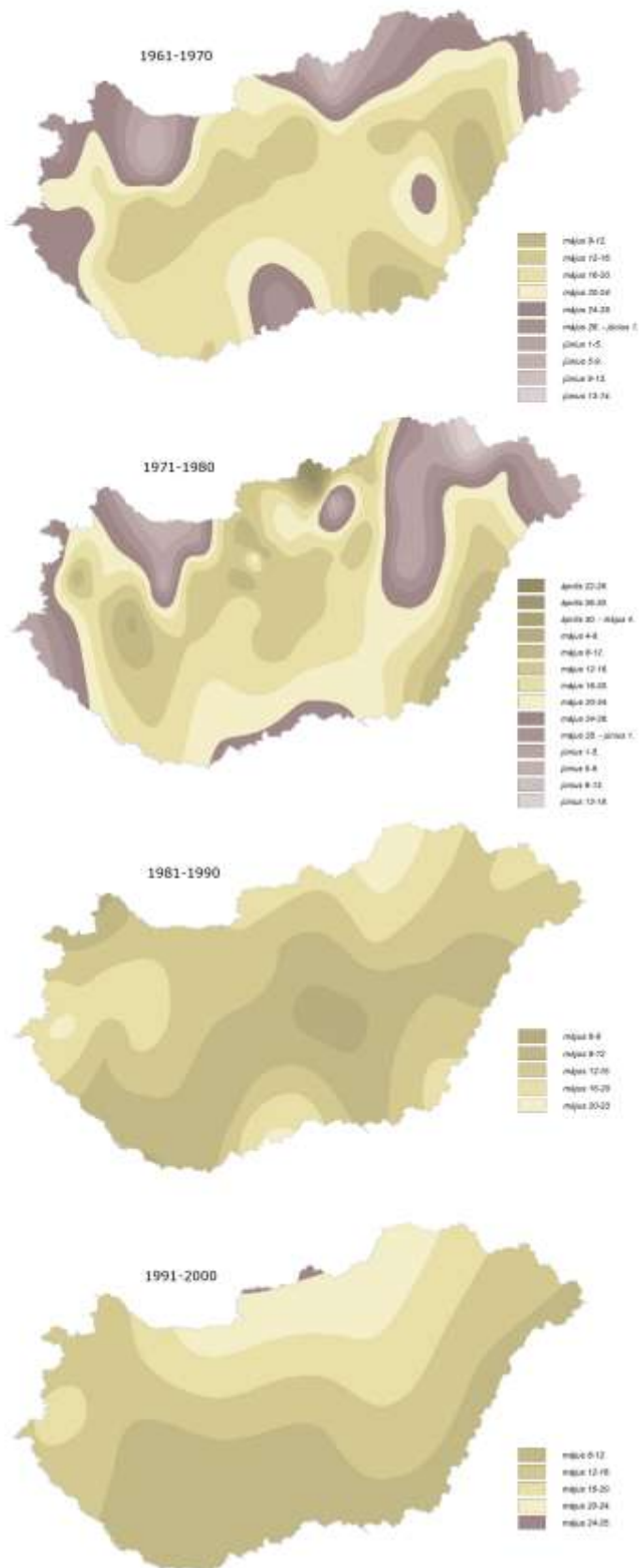
2. ábra: A fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1998 között

Orgona (*Syringa vulgaris*) - Virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



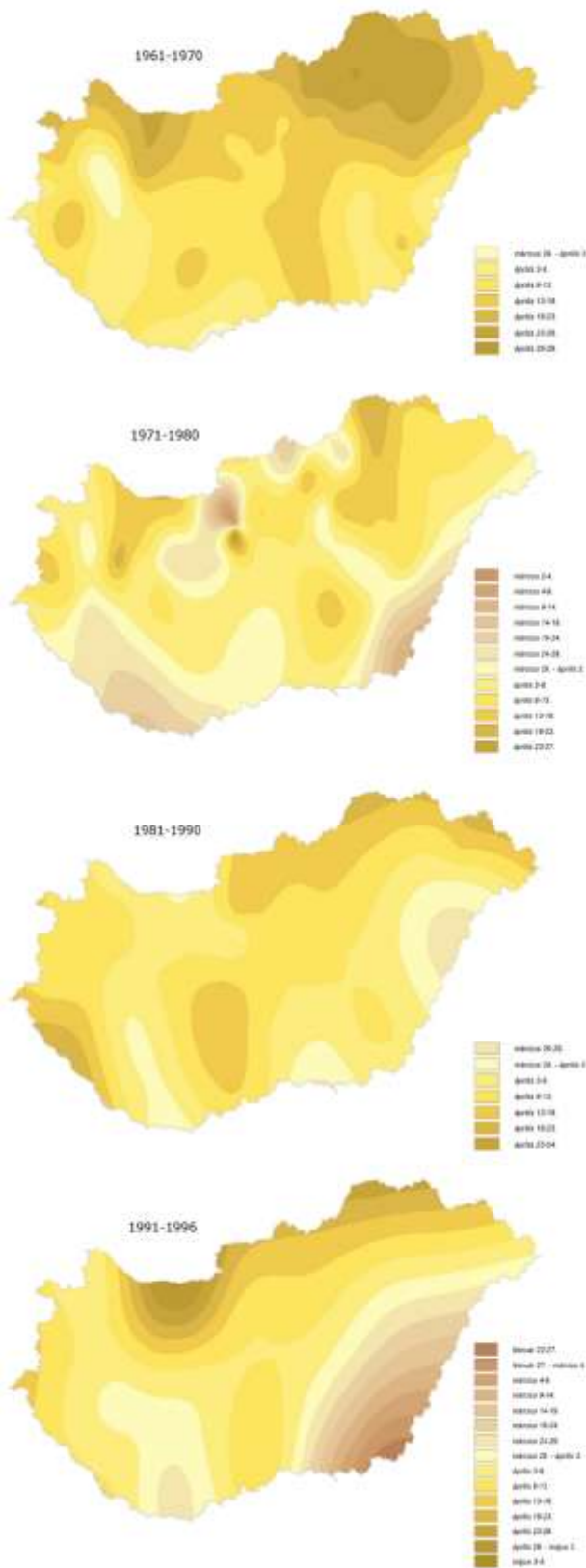
3. ábra: Az orgona (*Syringa vulgaris*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-1999 között

Fekete bodza (*Sambucus nigra*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



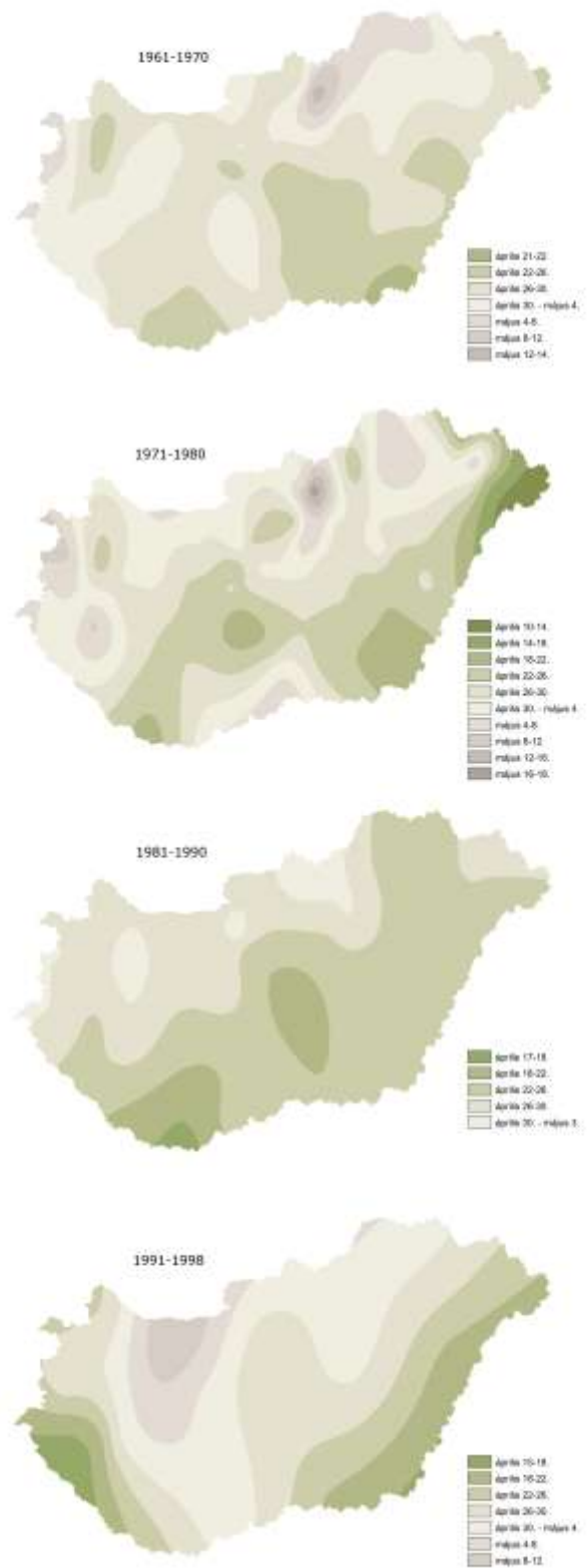
4. ábra: A fekete bodza (*Sambucus nigra*) virágzás kezdete fenofázisának tízéves átlagtérképei 1961-2000 között

Gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



5. ábra: A gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*) virágzásának tízéves átlagtérképei 1961-1996 között

Gyöngyvirág (*Convallaria majalis*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



6. ábra: A gyöngyvirág (*Convallaria majalis*) virágzásának tízéves átlagtérképei 1961-1998 között

külön megjeleníteni, majd az így kapott rácspontri adatokat 10 éves periódusokban átlagolni.

A pontszerű adatok térbeli kiterjesztéséhez a spline módszert alkalmaztuk. A spline módszer egy olyan interpolációs eljárás, amely az ismert pontokra folyamatos, (leggyakrabban) harmadfokú polinomfüggvényeket illeszt oly módon, hogy a keletkező „felszín” teljes görbületét minimalizálja. A spline interpolációs technika előnye tehát, hogy sima felületet ad, és az interpoláció végrehajtásához kevés számítási idő szükséges.

Hibája ugyanakkor, hogy ritka adatsűrűség esetén olykor kiugró, torz értékeket adhat – elsősorban a vizsgált terület peremén. Bár ma már léteznek olyan interpolációs technikák, melyek esetében lehetőség van a magassági korrekcióra, az elsődleges elemzésekre ez a viszonylag egyszerű módszer is alkalmas. A térbeli elemzéseket és a vizualizációt az ArcGIS 9.3 szoftvercsomag ArcMap moduljának és Spatial Analyst eszköztárának segítségével végeztük.

Eredmények. Térképeinken a fenológiai törvényszerűségek mellett a két adatbázis eltérései is láthatóvá válnak: az 1961-1980 közötti időszakot jellemző kiterjedt állomáshálózatnak köszönhetően ebből a periódusból látványosan részletesebb térképek állhattak elő, mint a későbbi időszakról, mikor a vadnövény-fenológiáról a mezőgazdasági növények megfigyelésére tevődött a hangsúly és emellett a megfigyelőhelyek számában is nagy változások történtek. A térképek részletességétől függetlenül a teljes időszakot vizsgálva számos következtetést levonhatunk a vizsgált növényekre vonatkozóan. Eredményeinket az 1-7. ábrákon mutatjuk be.

Kislevelű hárs (*Tilia cordata*); 1. ábra

20–25 méter magasra növe, kissé szabálytalan, lekerekedően oszlopos koronájú, többnyire tövétől ágas fa. Viszonylag igénytelen, szárazság- és árnyéktűrő, de lassan nő. Legjobban a mély, nem túl száraz talajban érzi jól magát. Szerte Európában elterjedt, csak északon és délen ritkul meg, majd tűnik el teljesen. A Kárpát-medencében jellegzetesen elegyfa: gyertyános-tölgyesekben, ártéri ligeterdőkben és sziklás, törmelékes élőhelyeken gyakori. (*More és Fitter*, 1986).

A kislevelű hárs-virágzás kezdete május harmadik dekádjától június végéig figyelhető meg az ország területén, a 70-es években voltak területek, ahol július közepe volt csak jellemző. A hosszú távú változást illetően a legszembetűnőbb, hogy az idő előrehaladtával a későbbi virágzás kezdete dátumok mind kisebb területre szorulnak, sőt, a legkésőbbi időpontok el is tűnnek az utolsó tízéves periódusra.

Emellett ugyanakkor a legkorábbi dátumok sem jelennek meg, az adatok alapján a virágzás kezdetének időpontja egyre kevésbé tér el egymástól az ország egyes pontjain. A magasabban fekvő területeket illetően nem adhatunk egyértelmű választ: míg az 1961-1980 közötti időszakban az Északi-középhegységben később kezdődött a kislevelű hárs virágzása az ország többi pontjához képest, az utolsó két évtized átlagai szerint korábbi időpontok jellemzők éppen ezen a területen. Ugyanakkor az ország középső terüle-

tein egységesen korábbi időpontok mutatkoznak mind a négy időszakban.

Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*); 2. ábra

12-20 méter magasra növe fa; a hazai erdőterületek csaknem 20%-át alkotja, noha nem őshonos, hazája Észak-Amerika, ahonnan az 1600-as évek elején hozták be Európába. A XVIII., de még inkább a XIX. században Európaszerte nagy területeket telepítettek be akáccal. Ebben a telepítésben Magyarország haladt az élen. A síkság és az enyhe dombvidékek fája. Nagyon fényigényes, és a meleg, napsütéses tájakat kedveli. Fagyra érzékeny, különösen a korai és a kései fagyok okoznak számottevő kárt. Legjobban az üde, laza, jól szellőző talajokon nő, de megél a jobb homokon, a sziken és a vízmosásos területeken is.

Az akác virágzása különösen fontos a méhészek szempontjából, mivel az akácméz az egyik legkedveltebb mézünk. A vándor méhészek követik az akác virágzását az országon belül. Ennek időpontja a 60-as években május első dekádjától június közepéig tartott, de a 90-es évek május végéig befejeződött. A fehér akác átlagtérképein meglehetősen egyöntetű É-D irányú trend rajzolódik ki mind a négy időszakban; az északi területeken későbbi, míg délen korábbi virágzás kezdeti időpontok figyelhetők meg. Magasabban fekvő területeinket későbbi dátumok jellemzik. A teljes 40 évet tekintve a legkésőbbi időpontok elmaradása itt is szembetűnő, a virágzás kezdetének korábbra tolódása tehát továbbra is jellemző hazánk területén.

Orgona (*Syringa vulgaris*); 3. ábra

3-7 méterre növe nagyobb cserje vagy kistermetű fa. Az orgonák fő elterjedési területe Ázsia és Kelet-Európa. Díszcserjeként sok fajukat ültetik világszerte. Melegkedvelő, szárazságtűrő és fényigényes.

Az orgona virágzása a tavasz beköszöntét jelzi. Az ország területén ez április közepétől május közepéig következik be. A 80-as és 90-es évtizedekben némileg szűkült ez az intervallum és a legkésőbbi időpontok is május elejére tevődtek. Az orgonánál a 4 vizsgált évtizedből 3 esetben a délkeleti országgrészen figyelhetők meg a legkorábbi virágzás kezdeti időpontok. Az első két időszak részletesebb térképei a magasabban fekvő területek későbbi dátumait is megmutatják.

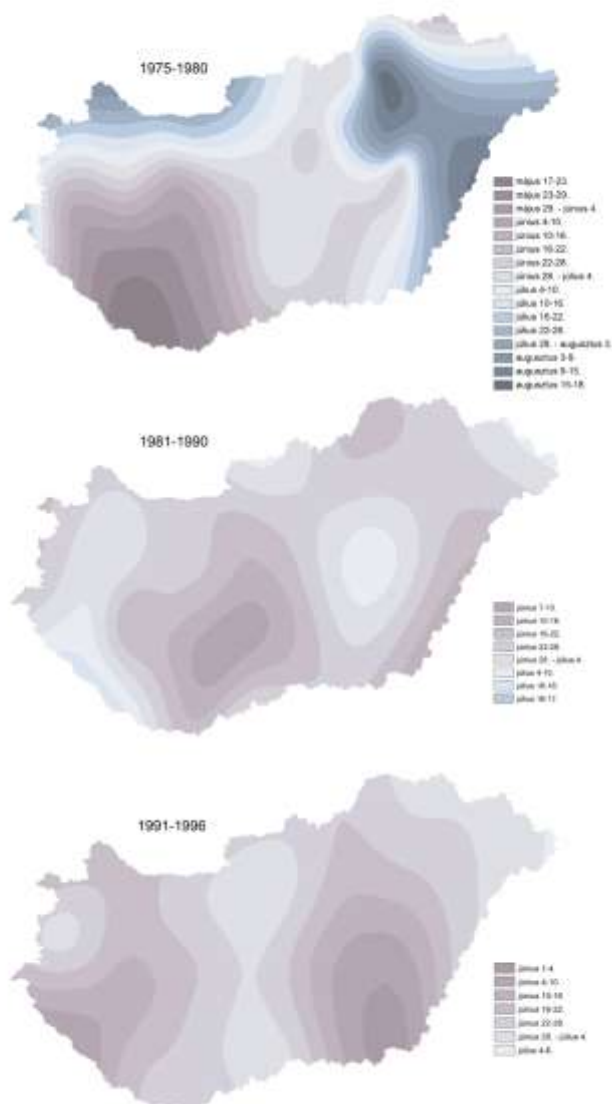
Fekete bodza (*Sambucus nigra*); 4. ábra

3–10 méter magasra megnöve terebélyes cserje vagy fa. Egész Európában előfordul. Kedveli a sok tápanyagot, főleg nitrogént tartalmazó talajokat, de gyengébb talajokon is megél a nyirkostól a mérsékelt száraz, a napfénytől a félárnyékosig változó viszonyok közt. Rendszeresen megtalálhatjuk az árokpartokon, útszéleken, az akácosokban, a bolygatott talajokon, az erdőszéleken és – mivel a szennyezett levegőt jól tűri – a városokban is. A fekete bodza virágzása április végétől június közepéig figyelhető meg a 70-es években, míg a 60-as, illetve 80-as és 90-es években május első dekádjában kezdődő virágzás volt jellemző, és a legkésőbbi időpontok is május harmadik dekádjában jelentek meg.

Gyermekláncfű (*Taraxacum officinale*); 5. ábra

Kissé nyirkos, füves helyeken, kertekben, mezőkön, réteken mindenütt előfordul, és gazdagon terem. 1613-ban

Mezei katáng (*Cichorium intybus*) - virágzás kezdete fenofázis
Időszakos átlagtérképek



7. ábra: A mezei katáng (*Cichorium intybus*) virágzás fenofázisának tízéves átlagtérképei 1975-1996 között

már ismert zöldségnövényként írták le. Európában úgyszólván mindenütt előfordul. Hazánkban vadon szintén igen közönséges és gyakori gyomnövény. A gyermekláncfű virágása az ország területén igen tág időintervallumban volt megfigyelhető. A 60-as és 80-as években március végétől április harmadik dekádjáig, a 70-es években a legkorábbi időpontok március elejére estek, míg a 90-es évekre bizonyos területeken már a február végi időpontok voltak jellemzőek. Megállapítható, hogy az ország jelentős részén egyre korábbra tolódik a gyermekláncfű virágása.

Gyöngyvirág (*Convallaria majalis*); 6. ábra

Európában és Ázsia mérsékelt éghajlatú tájain őshonos, elsősorban tölgyesekben fordul elő, de megterem lombos erdőinkben, ligetekben és bárhol, ahol a talaj nyirkos. Még meszes talajon is tenyészik, ha árnyékba telepítik, és a föld nem szárad ki hamar. A gyöngyvirág virágzása

jellemzően április közepétől május közepéig várható az ország területén. A gyöngyvirág esetében a megfigyelhető változás tendenciája nem töretlen. A virágzás korai időpontjait jelző zöld és sötétzöld területek a 60-as évekig enyhe növekedést mutatnak, de a 90-es évekre inkább a későbbi virágzás jellemző.

Mezei katáng (*Cichorium intybus*); 7. ábra

A parlagon hagyott területeken és az utak mentén elterjedt mezei katáng lágú szárú, évelő növény, amely az 1 m magasságot is elérheti. Tőlevelei öblösen hasogatottak, karéjosan fogasak. Szárlevelei lándzsásak vagy tojásdadok. Szárának felső levelei pillás élűek. Kék, néha rózsaszín vagy fehér virágai a száruk végén fészekvirágzatot alkotnak, és a levélhóraljakban csoportosulnak. Mezei katángról csak a 70-es évek közepétől álltak rendelkezésre adatok. A mezei katáng virágzása a nyár beköszöntét jelzi. Az 1975-1980 időszakból igen széles időintervallumban, május közepe, augusztus közepe volt megfigyelhető, míg a későbbi időszakokban a június eleje-július közepe közötti időben volt jellemző.

Az időszak elejére jellemző határozott DNY-ÉK irányultságú térszerkezet a későbbi időszakokban mintegy keletebbre tolódik és az országot lefedő időintervallum kisebb lesz.

Összegzés. Az esetek többségében megfigyelhető, hogy a virágzás kezdetének legkorábbi időpontjai az ország délkeleti sarkában jelennek meg, a legkésőbb pedig az északi-északnyugati részen következik be a fenofázis. Az interpolációs módszer nem tartalmaz magassági korrekciót, ugyanakkor a magasabban fekvő területek későbbi virágzási időpontjai kirajzolódnak a térképeken. A legtöbb vizsgált vadnövény esetén a virágzás kezdetének korábbra tolódását is egyértelműen kijelenthetjük. Leghatározottabb tendencia a gyermekláncfűnél és a fekete bodzánál figyelhető meg.

Most megjelentetett eredményeinken túl jövőbeli terveink között szerepel a térképes vizsgálatok kiterjesztése az 1951-től kezdődő tízéves időszakra, valamint a virágzás kezdete fenofázis mellett az egyéb, rendelkezésre álló fázisok térképes vizsgálata is. További kutatásainkat a 81979 számú OTKA pályázat támogatja.

Irodalom

- Dunay, S., 1984: Növényfenológiai megfigyelések Magyarországon. *Légekör* 29(1), 2-9.
- Hunkár, M., Vincze, E., Szenyán, I. and Dunkel Z., 2012: Application of phenological observations in agrometeorological models and climate change research. *Időjárás* 116. 195-209
- Menzel, A., 2000: Trends in phenological phases in Europe between 1951-1996. *Int. J. of Biometeorology* 44, 76-81.
- More, D. és Fitter, A.: Fák. Fürkész Könyvek. Gondolat Kiadó, Budapest, 1986. p. 210
- Post E, and Stenseth, N.C., 1999: Climatic variability, plant phenology, and northern ungulates. *Ecology* 80:1322-1339
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsölné Gerencsér, E. és Milics, G., 2009: A kislevelű hárs (*Tilia cordata* L.) fejlőd-

- désének bioklimatológiai elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis*. 51 (2), 21-38.
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsölné Gerencsér, E., Lantos, Zs. és Milics, G., 2009: A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Kertgazdaság* 41 (4), 66-79.
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsölné Gerencsér, E., Lantos, Zs. és Milics, G., 2012: A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis* 54 (1). 35-52.
- Varga, Z., Varga-Haszonits, Z., Enzsölné Gerencsér, E., Lantos, Zs. és Milics, G., 2010: A májusi orgona (*Syringa vulgaris* L.) fejlődésének fenológiai és bioklimatológiai elemzése. „Klíma-21” Füzetek 60. 22-35.
- Walkovszky, A., 1998: Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. *International Journal of Biometeorology* 41, 155-160.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

folytatás a 124. oldalról

Bjerknes, Vilhelm Friman Koren (1862. március 14, Krisztília – 1951. április 9, Oslo) norvég fizikus és meteorológus a modern meteorológiai előrejelzési gyakorlat megalkotója. Nevéhez fűződik a mai napig érvényes ~féle ciklonmodell. (*A norvégok megbecsülik meteorológusaikat*)

calvus <lat.>, *kopasz* olyan →*zivatarfelhő* kiegészítő jelzője, amelynek felső részén a gomolyok egy része már nem éles körvonallú, de a →*cirrusra* emlékeztető kitüremkedések, az →*incus* még nem jelent meg. Jele: *cal*. (Roszik, R. és Kiss, M.: *Zivataros július Sopronban és környékén*)

castellanus <lat.>, *kastélyszerű, bástyás felhő*, egyes fő felhőfajta kiegészítő megnevezése, amelynek felső részén toronyra emlékeztető kidudorodások láthatók. A tornyok közös alapból indulnak ki. A *cirrus*, *cirrocumulus*, *altocumulus* és a *stratocumulus* felhők esetében használt kiegészítő jelző. Jele: *cast*. (Roszik, R. és Kiss, M.: *Zivataros július Sopronban és környékén*)

fenofázis <gör.>, *életszakasz* a növény egyedfejlődésében bekövetkező, az egyes időszakokat elválasztó jelenség. Két ~ közötti időszak a periódus. Egy perióduson belül a növény életműködése viszonylag egynemű, többnyire felhalmozódás jellegű vagy nyugalom jellemzi. A ~ gyors minőségi változás. (Hunkár, Márta., Vincze, E. és Németh, Á.: *A tavaszi felmelegedés néhány vadnövény fenológiai reagálásában*)

fenológia <gör.>, *jelenségtan* a növények és az állatok szakaszos életritmusához kapcsolódó növekedési és fejlődési jelenségek bekövetkezési időadataival, az élőlények dinamikus állapotváltozásainak a folyó idő függvényében mutatkozó törvényszerűségeivel foglalkozó tudományág. (Hunkár, Márta., Vincze, E. és Németh, Á.: *A tavaszi felmelegedés néhány vadnövény fenológiai reagálásában*)

incus <lat.>, *üllő*, olyan zivatarfelhő kiegészítő jelzője, amelynek felső része üllőszerűen szétterül. Szerkezete hasonlít a cirrus szerkezetére. Jele: *inc*. (Roszik, R. és Kiss, M.: *Zivataros július Sopronban és környékén*)

löss <ném.> laza szerkezetű, fakósárga, törmelékes üledékes kőzet. Elsősorban a pleisztocén kor glaciális időszakaiban képződött az eljegesedett területek előteréből kifújt por leülepedéséből. Ritkábban, száraz-meleg klímán is kialakulhat. (Varga, Gy.: *A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során*)

mediocris <lat.>, *közepes*, a gomolyfelhő kiegészítő jelzője, amely közepes kiterjedésű, felső részén viszonylag kis dudorokkal. Jele: *med*. (Roszik, R. és Kiss, M.: *Zivataros július Sopronban és környékén*)

paleotalaj a pleisztocén kor meleg és nedves felmelegedési időszakaiban képződött talaj, mely a későbbi löszképződési időszakokban eltemetődött. A löszfeltárásokban sötétebb sávokként jelzik számunkra az egykori enyhébb klímát. (Varga, Gy.: *A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során*)

pleisztocén <gör.> földtörténeti kor, amely mintegy 2,6 millió évvel ezelőtől a holocén kor kezdetéig, kb. 11700 évvel ezelőttig datálható. Földünk utolsó nagy eljegesedési és felmelegedési ciklusai jellemzik ezt a kort. (Varga, Gy.: *A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során*)

porfluxus egységnyi idő alatt, egységnyi területegységen áthaladó poranyag tömege. Mértékegysége: $\text{kgm}^{-2}\text{s}^{-1}$. (Varga, Gy.: *A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során*)

potenciális evapotranspiráció, *evapotranspiráció* a növényállománnyal borított talajfelszín párolgása korlátlan vízellátás esetén. A szabad vízfelszín párolgása potenciális. (Ács, F., Breuer, H., Skarbit, N. és Krakker, D.: *Magyarország éghajlata a XX. században különböző éghajlat-osztályozási módszerek alapján*)

szedimentációs ráta <lat.> az egységnyi idő alatt felhalmozódott üledékanyag vastagsága. Sűrűséggel vett szorzatából származtatható a porfluxus. Mértékegysége: ms^{-1} , a gyakorlatban mm/év . (Varga, Gy.: *A Kárpát-medence légköri ásványi porkoncentrációjának alakulása a pleisztocén során*)

MAGYARORSZÁG ÉGHAJLATA A XX. SZÁZADBAN KÜLÖNBÖZŐ ÉGHAJLAT-OSZTÁLYOZÁSI MÓDSZEREK ALAPJÁN

CLIMATE OF HUNGARY IN THE 20TH CENTURY ACCORDING TO DIFFERENT CLIMATE CLASSIFICATION METHODS

Ács Ferenc¹, Breuer Hajnalka¹, Skarbit Nóra¹ és Krakker Dávid

¹ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
E-mail: acs@caesar.elte.hu, breuer.hajni@gmail.com

Összefoglaló: E tanulmány rövid áttekintést ad Magyarország XX. századi éghajlatáról a különböző biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek alapján. Köppen (1936), Holdridge (1947), Thornthwaite (1948), Feddema (2005) és Péczeley (1979) módszerét vettük számba, de ezek közül csak a Feddema (2005) és Péczeley (1979) módszerével kapott eredményeket taglaltuk részletesebben. A kapott éghajlati képek igen változatosak. Köppen adta a legegyszerűbb, míg Péczeley a leg-részletesebb képet. Megemlítendő, hogy Péczeley és Feddema éghajlati képei sok helyütt egymással ellentmondásosak. Az éghajlati képek változatossága ellenére, a módszerekkel becslült éghajlatváltozás folyamatának tendenciái között nincsenek jelentős különbségek. Az éghajlatváltozás folyamata Magyarországon a XX. században a Dunántúl délnyugati területein a legszembetűnőbb.

Abstract: A brief overview of the climate in Hungary in the 20th century is given according to different biophysical climate classification methods. Köppen(1936)'s, Holdridge(1947)'s, Thornthwaite(1948)'s, Feddema(2005)'s and Péczeley (1979)'s methods are used in the analysis, nevertheless only results after Feddema (2005) and Péczeley (1979) are considered with more details. The climate pictures obtained are very diverse. Köppen's method gave the most simple, while Péczeley's method the most complex picture. It is to be mentioned that methods of Péczeley and Feddema are many times in contradiction to each other. Though the climate pictures are different, there is no difference in the tendency of the climate change obtained by different methods. The climate change in Hungary in the 20th century is most expressive in the south-west region of Transdanubia.

Bevezetés. Magyarország domborzata meglehetősen homogén, és területe sem akkora, hogy világviszonylatban változatos klímája legyen. Fábián és Matyasovszky (2010) – Köppen módszerét (1936) használva – igazolták ezt az állítást. Magyarország éghajlatának mezoléptékű változékonysága azonban egyértelműen észrevehető (pl. Drucza és Ács, 2006). Elég, ha végigmegyünk a Bakony erdőiben, a Hortobágy pusztáin, a Kiskunság mozgó homokbuckáin vagy a Fertő-tó nádas partjain. E mezoléptékű változatosságot kisebb-nagyobb sikerrel adták vissza az eddig alkalmazott globális léptékű éghajlat-osztályozási modellek (Ács és Breuer, 2013).

E tanulmány célja ezen alkalmazások (Köppen 1936, Holdridge 1947, Feddema 2005, Péczeley, 1979) rövid át-

tekintése, valamint két kiválasztott módszer egymással kevésbé összeegyeztethető eredményeinek ismertetése.

Módszerek, adatok. A módszerek közül Köppen (1936), Holdridge (1947), Thornthwaite (1948), Feddema (2005) és Péczeley (1979) módszerével foglalkozunk. Köppen (1936), Holdridge (1947) és Thornthwaite (1948) módszerének részletes leírása Ács és Breuer (2013) munkájában tekinthető meg. Feddema (2005) módszerének teljes körű bemutatása Skarbit (2012) tanulmányában látható. Mi ezúttal csak a víz- és a hőellátottsággal kapcsolatos kategorizálási kritériumokat ismertetjük. Péczeley éghajlat-osztályozása Péczeley (1979) könyvében olvasható. Kategóriarendszerét az alábbiakban szintén szemléltetjük.

1. táblázat. A Feddema (2005) féle nedvességi kategóriák

A nedvesség mértéke	Nedvességi index (I_m)
Nagyon nedves	0,66–1,00
Nedves	0,33–0,66
Nyirkos	0,00–0,33
Száraz	-0,33–0,00
Szemiarid	-0,66– (-0,33)
Arid	-1,00– (-0,66)

2. táblázat: A Feddema (2005) féle hőellátottsági kategóriák

Hőmérsékleti kategóriák	Évi PET ($\text{mm}\cdot\text{év}^{-1}$)
Forró	>1500
Nagyon meleg	1200–1500
Meleg	900–1200
Hűvös	600–900
Hideg	300–600
Fagyos	0–300

3. táblázat: A Péczely (1979) féle nedvességi kategóriák

A nedvesség mértéke	Nedvességi index (H)
Nedves	$H < 0,85$
Mérsékelten nedves	$0,85 \leq H \leq 1$
Mérsékelten száraz	$1 \leq H \leq 1,15$
Száraz	$H > 1,15$

4. táblázat: A Péczely (1979) féle hőmérsékleti kategóriák

Hőmérsékleti kategóriák	Vegetációs időszak átlagos hőmérséklete ($^{\circ}\text{C}$)
Meleg	$T_v > 17,5^{\circ}\text{C}$
Mérsékelten meleg	$16,5^{\circ}\text{C} \leq T_v \leq 17,5^{\circ}\text{C}$
Mérsékelten hűvös	$15,0^{\circ}\text{C} \leq T_v \leq 16,5^{\circ}\text{C}$
Hűvös	$T_v < 15,0^{\circ}\text{C}$

Feddema kategorizálása. Feddema a vízellátottságot az I_m nedvességi index alapján kategorizálta. Feddema a hőellátottsági kategóriákat a Thornthwaite módszerével számított potenciális evapotranspiráció, *PET* alapján becsülte. A kategóriarendszert az 1. és a 2. táblázat tartalmazza.

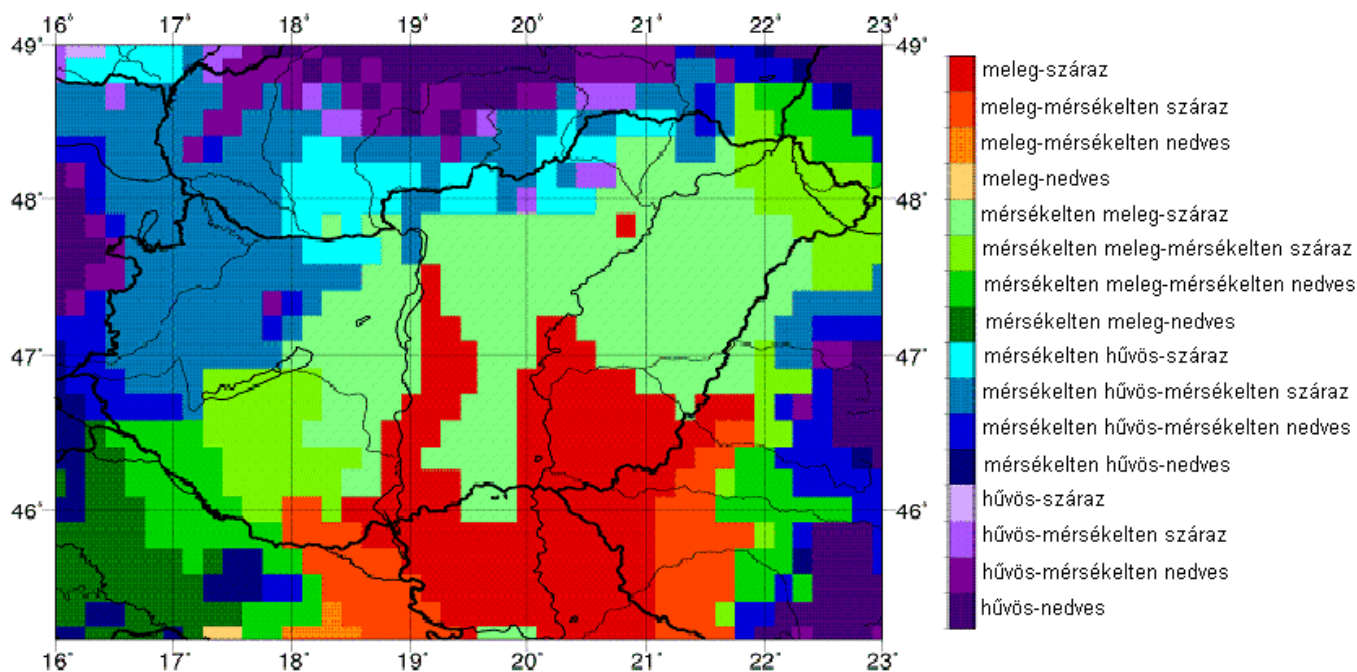
Péczely kategorizálása. Péczely a vízellátottságot Budyko nedvességi indexe, H alapján határozta meg. Módszerében a következő kategóriarendszert használta: Péczely a terület hőellátottságát a tenyészidőszak (áprilistól szeptemberig terjedő időszak) átlagos hőmérséklete, T_v alapján ítélte meg. Kategóriarendszerét a 3. és a 4. táblázat tartalmazza.

Adatok. Munkánkban a CRU TS 1.2 adatbázis hőmérséklet és csapadék adatait használtuk. Az adatbázis gazdája a Kelet-Angliai Egyetem Éghajlatkutató Osztálya (Climatic Research Unit; Mitchell et al., 2004). Az adatok havi léptékben és $10'$ -es horizontális bontásban (kb. 18 km-es rácsávolság) álltak rendelkezésre lefedve Európát és a XX. század időszakát. A tartomány, amelyben vizsgáltunk, a 16° – 23° keleti hosszúsági és a $45,17^{\circ}$ –

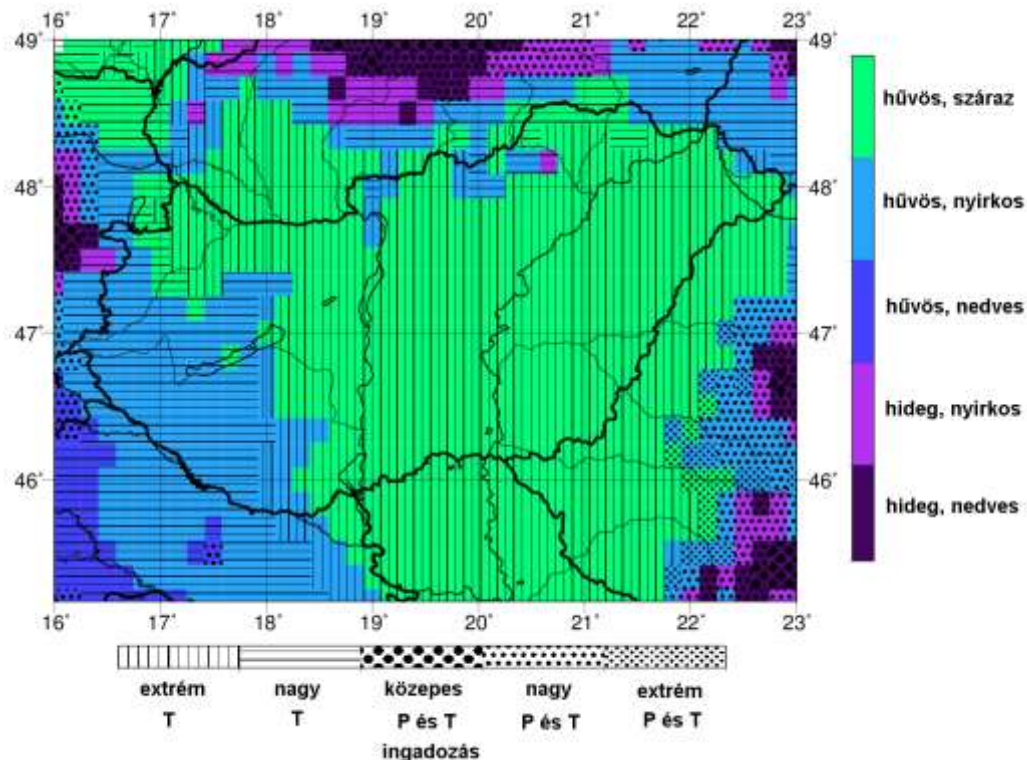
49° északi szélességi körök által lefedett tartomány. E tartomány összesen 1032 rácpontot tartalmaz. A száz éves idősor (1901–2000) hőmérséklet és csapadék értékeiből harminc éves átlagokat képeztünk, így összesen 71 db. harminc éves P , T átlagokat tartalmazó mezőt kapunk.

Eredmények. A Péczely (1979) és Feddema (2005) módszerével kapott eredményeket az 1901–1930, valamint az 1971–2000 közötti időszakokra vonatkozóan hasonlítjuk össze. Az éghajlattípusokat hő- és vízellátottságuk szerint fogjuk jellemezni, az adott kombináció eredeti neve alapján. Hangsúlyozandó, hogy az éghajlat leírás (hő- és víz ellátottsági kombináció) az eredeti elnevezéseken alapul, ezek helyes/helytelen voltát nem firtatjuk. Feddema (2005) módszere a szezonalitásról is ad információt. E leírást ezúttal mellőzni fogjuk, mert Péczely módszere ilyen vonatkozású információt nem ad.

1901–1930: Péczely szerint (1. ábra) országunk éghajlata legnagyobb részét (ez az Alföld, a Mezőföld, a Zselic és a Külső-Somogy térségét jelenti) meleg, száraz (Maros-Körös köze és a Dunamenti síkság); mérsékelten meleg,



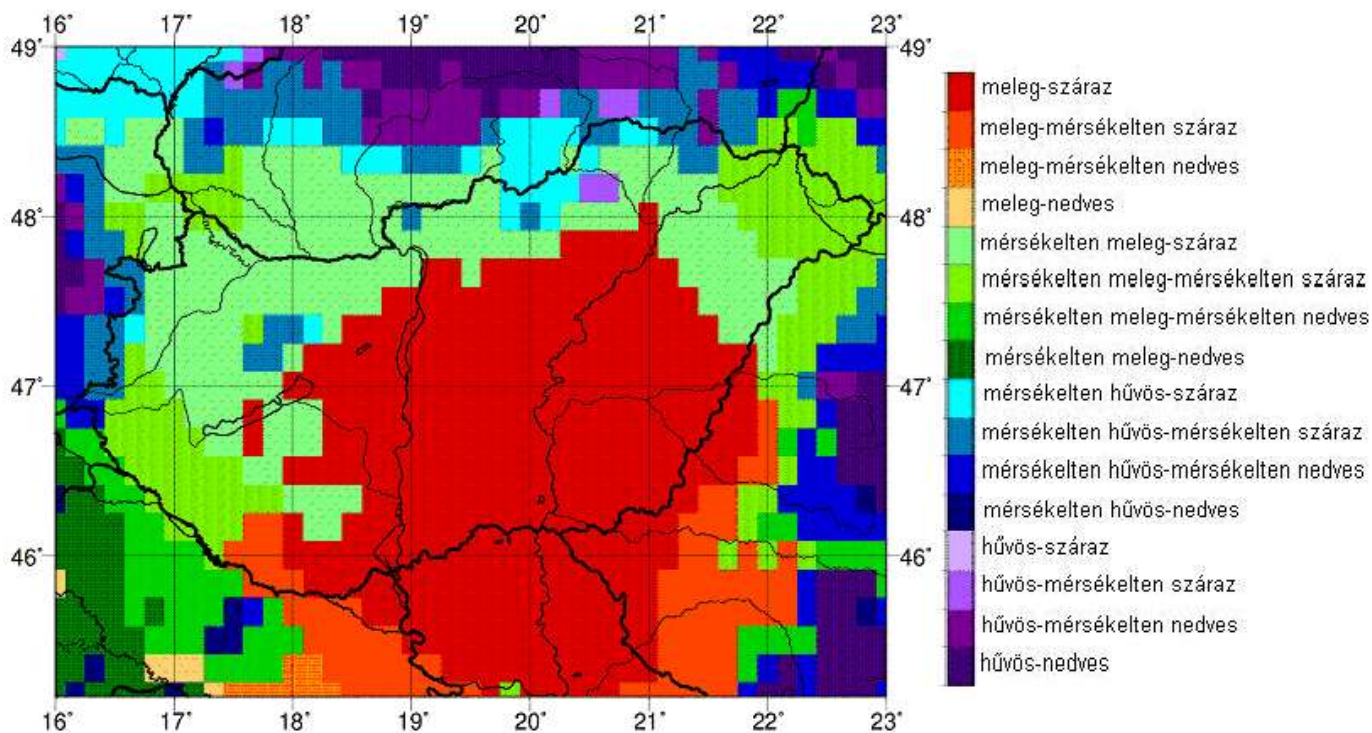
1. ábra: Magyarország éghajlata Péczely alapján az 1901–1930 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan



2. ábra: Magyarország éghajlata Feddema alapján az 1901–1930 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan

száraz (Nyírség, Hajdúság, Nagykunság, Kiskunság, Jászság) és mérsékelt meleg, mérsékelt száraz (Felső-Tisza síksága, Zselic, Belső-Somogy, Külső Somogy térsége) az 1901–1930 közötti időszakban. Hazánk Dráva-menti, délnyugati része mérsékelt meleg, mérsékelt nedves; a Zalai-dombság, Szentgotthárd, Bakony és a

Zempléni-hegység térsége mérsékelt hűvös, mérsékelt nedves, míg a Kisalföld mérsékelt hűvös, mérsékelt száraz. Magasabb hegyeinkben, így pl. a Mátrában és a Bükkben az éghajlat hűvös, mérsékelt száraz, míg a Bakonyban megtalálható még a hűvös, mérsékelt nedves éghajlat is.



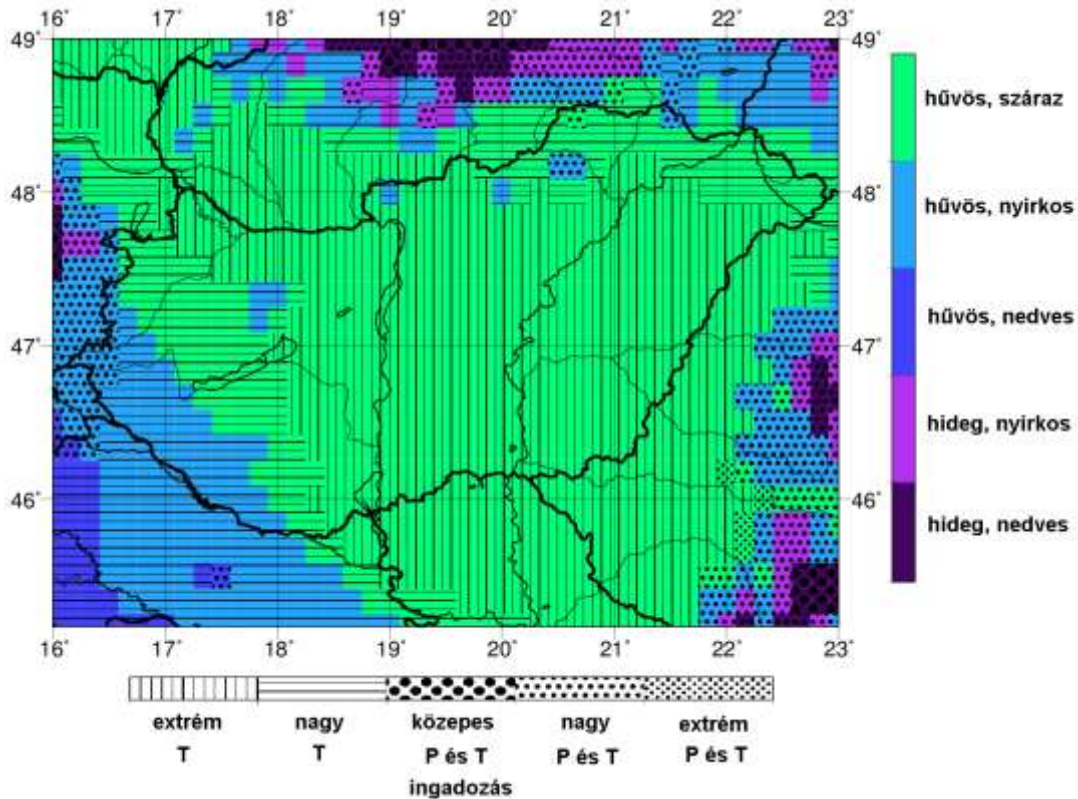
3. ábra: Magyarország éghajlata Péczy alapján az 1971–2000 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan

Summázva: hazánk hőellátottsága a melegtől a hűvösig, míg vízellátottsága a száraztól a mérsékelten nedvesig terjed.

Magyarország éghajlatát Feddema alapján az 1901–1930 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan a 2. ábra

itt – hűvös, mérsékelten nedves. A hőellátottság ezúttal is a melegtől a hűvösig, a vízellátottság pedig a száraztól a mérsékelten nedvesig terjed.

Magyarország éghajlatát Feddema szerint az 1971–2000 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan a 4. ábra



4. ábra: Magyarország éghajlata Feddema alapján az 1971–2000 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan

szemlélteti. Feddema szerint országunk éghajlata legnagyobb részt (ez Alföld, Mezőföld, Vértes, Kisalföld és a Baranyai-dombság térségét jelenti) hűvös, száraz; a Dunántúl nyugati, délnyugati és középső részében, valamint a Mátrában és a Bükkben hűvös, nyirkos. Csak a Bükkben, egy helyütt, található hideg, nyirkos klímát. Ebben az esetben – leszámítva a Bükkben előforduló egyetlen egy hideg esetet – a hőellátottság változatlan, Feddema hűvösként jellemezte. A vízellátottság vagy száraz vagy nyirkos, de a nyirkosnak jellemzett területek nagysága 3–4-szer kisebb a száraz területekhez képest.

1971–2000: Magyarország éghajlatát Péczely szerint az 1971–2000 közötti időszak átlagos évére vonatkozóan a 3. ábrán láthatjuk. Meleg, száraz éghajlat uralkodik hazánk igen nagy területén (Mezőföld, Baranyai-dombság, Duna-Tisza köze, Maros-Körös köze, Nagyunság, Hajdúság). A mérsékelten meleg, száraz területek kiterjedése (Kisalföld, Vértes, Gerecse, Pilis, Cserhát, Cserhát, Nyírség) szintén nagy. Délnyugat-Magyarország mérsékelten meleg, mérsékelten száraz. Ezzel szemben Szentgotthárd térsége mérsékelten hűvös, mérsékelten nedves. A Bakony, Börzsöny és Máttra részei a mérsékelt szárazság mellett már mérsékelten hűvösek. A Bükkben még hidegebb van; éghajlata hűvös, száraz. A Zempléni-hegység északkeleti lejtőin az éghajlat – egyes egyedül

szemlélteti. Az éghajlati kép hasonlít az előbbi eset (2. ábra) éghajlati képéhez, csak egy éghajlattípussal kevesebb van: a hideg, nyirkos kategória hiányzik. Hazánkban a hűvös, száraz éghajlat dominál. Magasabb hegyekben (Bakony, Börzsöny, Máttra, Bükk és a Zempléni-hegység), valamint országunk nyugati és délnyugati részeiben az éghajlat hűvös, nyirkos, azaz a hőellátottság változatlan, csak a nedvesség lett egy fokozattal nagyobb.

Éghajlatváltozás. Az éghajlatváltozás folyamatát nyomon követhetjük mindkét módszernél az 1901–1930 és az 1971–2000 közötti időszakok éghajlati képeinek összehasonlításával. Péczely (1979) módszere egyaránt jelzi a melegedést és a szárazodást. A melegedés észlelhető mind az Alföldön, mind a Dunántúlon. Az Alföldön és a Dunántúl keleti részein nő a meleg/mérsékelten meleg területek aránya. A Dunántúl nyugati és délnyugati részeiben pedig nő a mérsékelten meleg/mérsékelten hűvös területek aránya. E területeken ekkor a nedvesség is csökken. A mérsékelten nedves területek mérsékelten száraz területekké válnak.

Feddema (2005) módszere alapján az éghajlatváltozás folyamata szintén megfigyelhető, de a folyamat képe egyszerűbb, mint Péczely esetében. Feddema esetében csak

a szárazodás folyamata figyelhető meg a Mecsekben, Külső-Somogyban és Balaton-felvidéken. A melegedés folyamata nem vehető észre, még a hegyekben sem.

Összefoglalás. Hazánk éghajlata igen változatos képet mutat a biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek eredményei alapján. Köppen (*Fábián és Matyasovszky*, 2010) alapján hazánk éghajlata nagy területi homogenitást mutat. Jellege: mérsékelt meleg és az éven belüli csapadékeloszlás egyenletes. Holdridge nem éghajlat, hanem vegetációtípusok szerint osztályoz. Holdridge (*Szelepcsényi et al.*, 2009) szerint Magyarország éghajlata az üde és a száraz erdő, valamint a füves puszta éghajlat-igényének kedvez. A füves puszta és az üde erdő a mérsékelt hideg, míg a száraz erdő a mérsékelt meleg éghajlatot kedveli. Hangsúlyozandó, hogy a száraz erdők többnyire csak a Duna-Tisza közén és a Maros-Körös közén fordulnak elő. Thornthwaite (*Ács és Breuer*, 2013) alapján Magyarország éghajlata hő-ellátottság vonatkozásában nem, míg vízellátottság vonatkozásában igen nagy területi változatosságot mutat. A vízellátottság területi változatossága a hegyekben és a Dunántúlon a legnagyobb. A változások mértéke általában délnyugat-északkelet irányban a legnagyobb. Gyakorlatilag ugyanezt a képet adja Feddema (*Skarbit*, 2012) módszere is. Magyarország Feddema (*Skarbit*, 2012) féle hidroklimája azonban kevésbé változatos, mint Thornthwaite esetében. A legváltozatosabb éghajlati képet Péczely (1979) módszere adja. Péczely esetében észrevehető mind a hőellátottság, mind a vízellátottság mezoléptékű változatossága. A mezoklimák hő- és vízellátottsága a melegtől a hűvös, valamint a száraztól a mérsékelt nedvesig terjed. Hangsúlyozandó azonban, hogy e hőellátottságot jellemző kategóriák ellentmondásban vannak a Feddema (*Skarbit*, 2012) féle kategóriákkal, melyek világviszonylatban lettek kialakítva.

A hazánkra vonatkozó Péczely és Feddema (*Skarbit*, 2012) féle éghajlati képek között a legnagyobbak a különbségek. E különbségek sok helyütt ellentmondásosak. Szembetűnő az Alföld példája: Feddema szerint éghajlata hűvös, száraz, míg Péczely szerint meleg, száraz. Az ellentmondások ellenére nincsenek jelentős különbségek a módszerek által becsült éghajlatváltozási folyamatok tendenciái között.

A módszerek: Thornthwaite (*Szelepcsényi*, 2012), Feddema (*Skarbit*, 2012), Péczely eredményei alapján – Köppen (*Fábián és Matyasovszky*, 2010) és Holdridge (*Szelepcsényi*, 2012) kivételével – az éghajlatváltozás folyamata, ami a mi esetünkben szárazodás és melegedés, leginkább a Dunántúl délnyugati területein vehető észre.

Irodalomjegyzék.

- Ács, F., és Breuer, H.*, 2013: Biofizikai éghajlat-osztályozási módszerek. *Elektronikus könyv (eBook)*, Budapest, 244 pp.
- Druza, M., and Ács, F.*, 2006: Relationship between soil texture and near surface climate in Hungary. *Időjárás* 110, 135-153.
- Fábián, Á.,P., and Matyasovszky, I.*, 2010: Analysis of climate change in Hungary according to an extended Köppen classification system, 1971 – 2060. *Időjárás* 114, 251 – 261.
- Feddema, J.J.*, 2005: A revised Thornthwaite-type global climate classification. *Physical Geography* 26, 442-466.
- Holdridge, L.R.*, 1947: Determination of world formulations from simple climatic data. *Science* 105, 367-368.
- Köppen, W.*, 1936: Das geographische System der Klimate. *Handbuch der Klimatologie*, Band 1, Teil C, eds.: W. Köppen und R. Geiger, *Gebüder Borntraeger*, Berlin, 44 pp.
- Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M., and New, M.*, 2004: A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed records (1901 - 2000) and 16 scenarios (2001 - 2100). *Working Paper 55, Tyndall Centre of Climate Change Research*, Norwich UK, 25 pp.
- Péczely, Gy.*, 1979: Éghajlat. *Tankönyvkiadó Vállalat*, Budapest, 336 pp.
- Skarbit, N.*, 2012: Magyarország éghajlata a XX. században Feddema módszere alapján. *BSc szakdolgozat*, ELTE, Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, 34 pp.
- Szelepcsényi, Z., Breuer, H., Ács, F., és Kozma, I.*, 2009: Biofizikai klímaklasszifikációk. 2. rész: magyarországi alkalmazások. *Léggör* 54(4), 18-24.
- Szelepcsényi, Z.*, 2012: A Kárpát-medence várható éghajlata ENSEMBLES szimulációk korrigált adatai alapján Thornthwaite szerint. *MSc dolgozat, Eötvös Loránd Tudományegyetem*, Budapest, 52 pp.
- Szelepcsényi, Z.*, 2012: A Kárpát-medence éghajlata a XX. században Holdridge életforma rendszere alapján. *XIII. Országos Felsőoktatási Környezettudományi Diákkonferencia*, Veszprém, 2012. április 6-7., 33 pp.
- Thornthwaite, C.W.*, 1948: An approach toward a rational classification of climate. *Geogr. Review* 38, 55-93.

2012. ÉV SZÁRAZ IDŐSZAKÁNAK VIZSGÁLATA MŰHOLDAS ADATOK ALAPJÁN

EXAMINATION OF DRY PERIOD OF 2012 USING SATELLITE PICTURES

Gerhátné Kerényi Judit, Gróbné Szenyán Ildikó

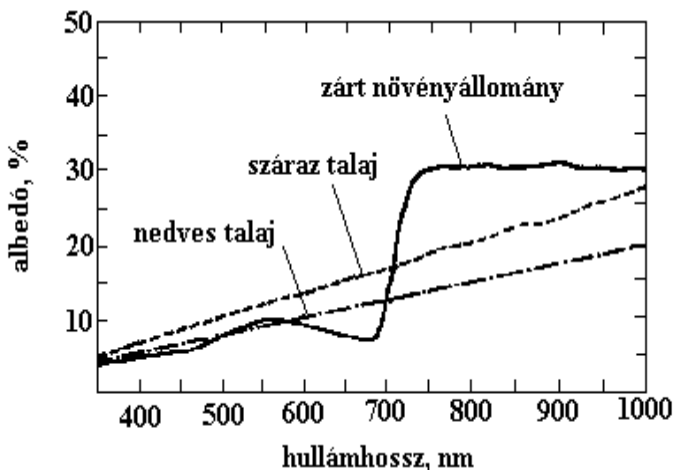
Országos Meteorológiai Szolgálat, 1024. Budapest, Kitaibel P. u. 1, kerenyi.j@met.hu, szenyan.i@met.hu

Összefoglalás: A 2012 év vegetációs időszakában lehullott csapadék több hónapban jelentősen elmaradt a sok éves átlagtól. Ugyanakkor többször hőszélsőséget kellett elrendelni. E szélsőségesen száraz és meleg idő a növényzet fejlődésében jelentősen megmutatkozott. 10 éves műholdas mérésekből számított vegetációs index adatsor felhasználásával végzett növényzet megfigyelés jól mutatja az elmúlt hónapok száraz időjárását.

Abstract: In the vegetation period of 2012 the measured rain values were well below the long term mean value. In the same time in more cases heat alarm was alerted. This extreme dry and warm weather affected significantly the growing of the vegetation. Analysis of the vegetation cover based on the 10 year satellite data base shows very well the dry weather of the latest months.

Bevezetés: A műholdak megjelenésével új lehetőség nyílt a felszíni vizsgálatok területén. A meteorológiai műholdak előnye, hogy időben folyamatos, homogén megfigyelési adatokat szolgáltatnak nagy területről. Tekintettel arra, hogy a növényzetről kapott bármilyen információ területileg változó, a pontszerű mérések csak a vizsgált terület közvetlen közelére vonatkoznak, míg a műholdas megfigyelések olyan területekről is szolgáltatnak adatokat, ahol felszíni megfigyelések nem állnak rendelkezésre. A meteorológia számos területén, de elsősorban az agrometeorológiai vizsgálatokban, a klímakutatásban a növényborítottság igen fontos tényező, mely szoros összefüggésben áll a növényi szerves-anyag

A műholdon elhelyezett műszerek egyrészt a felszínről, felhőzetről visszaverődő napsugárzást, másrészt a felszín, felhőzet, légkör által kibocsátott sugárzást mérik. Poláris pályán keringő műhold, amely közel a hosszúsági körök mentén halad, az egész Földről tud felvételeket készíteni. Legfontosabb műszere a nagy felbontású sugárzásmérő (Advanced High Resolution Radiometer – AVHRR). A radiométer öt különböző hullámhosszú csatornában végez méréseket, egy látható, egy közeli infravörös és három infravörös tartományban. A térbeli felbontás a nadír pontban minden egyes sávban 1 km. Derült időben a növényborítottság számításához a látható és a közeli infravörös tartományban mért adatokat használják fel.



1. ábra: A zárt növényállomány, a száraz és a nedves talaj sugárzás visszaverése

mennyiséggel. Közvetlen információt hordoz a növény állapotáról, szemben a hagyományos agrometeorológiai jellemzőkkel (hőmérsékleti értékek, csapadék, párolgás együttes vizsgálata, aszály index).

Felhasznált adatok. Az Országos Meteorológiai Szolgálatnál (OMSZ) a kvázipoláris NOAA, a geostacionárius MSG műholdak által sugárzott adatok vétele és feldolgozása folyik. A növényborítottság meghatározásához a NOAA műholdak adatai alkalmasabbak, mivel térbeli felbontásuk jobb, mint a geostacionárius műholdaké.

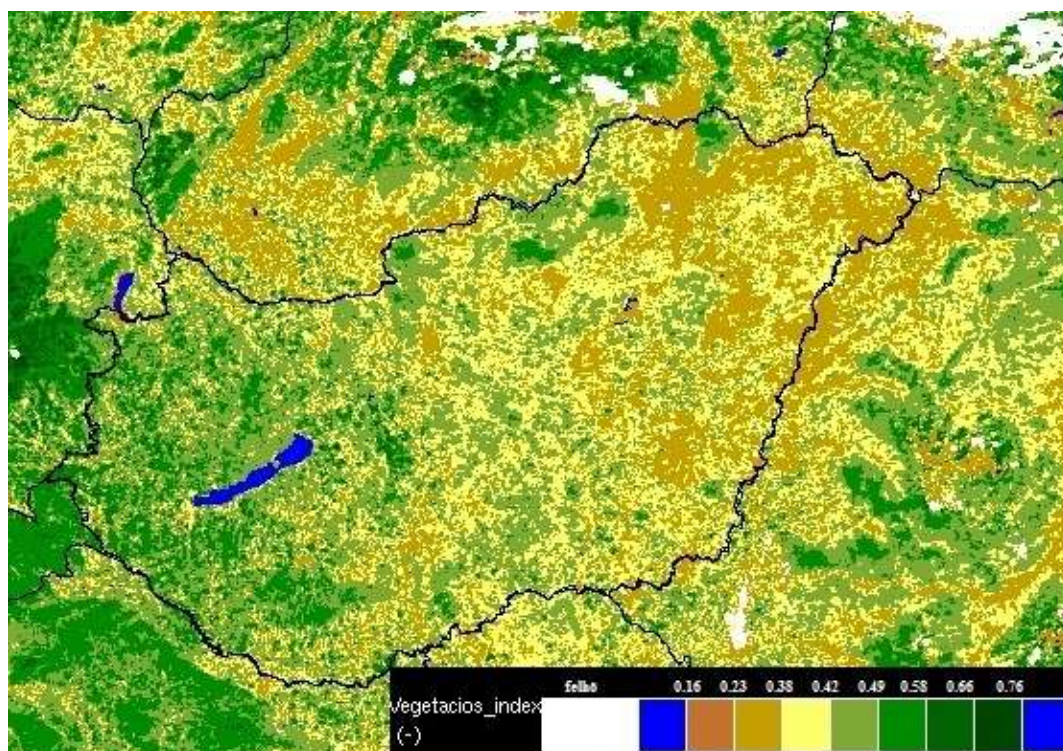
A növényállományról és a talajfelszínről visszavert sugárzás hullámhossz szerinti változása eltérő a látható (VIS) és a közeli infravörös (NIR) tartományban. Míg a különböző talajtípusok sugárzás visszaverése lineárisan növekszik a hullámhossz növekedésével, addig a zárt növényállomány esetében 700 nm-nél hirtelen ugrás figyelhető meg, amit az 1. ábra mutat. A növényállomány visszaverése a látható tartományában (400 – 700 nm) alacsony egy 550 nm körüli lokális maximummal.

A különbség oka elsősorban a növény klorofilltartalmával függ össze, ugyanis a klorofillsugárzás elnyelése a látható tartományban nagy, míg az NIR tartományban kicsi. Az egyes növények leveleinek elnyelése közötti eltérések a levelek különböző felépítésének, pigment- és víztartalmának a következményei. Ez azt jelenti, hogy a levélfelület növekedésével és elhalásával párhuzamosan változik a növényállomány sugárzás visszaverő, sugárzás elnyelő és sugárzás áteresztő képessége. Ha a növényállományt vízhiány sújtja vagy a vegetációs periódus a vége felé közeledik, amikor kisebb a klorofilltartalom, gyengül az elnyelés és a közeli infravörös visszaverés aránya a látható tartományban történő visszaveréshez képest csökken.

Az 1. ábrán látható eltérő reflektivitást használják fel a műholdas vizsgálatokban a növényállomány mennyiségi jellemzésére oly módon, hogy a közeli infravörös tartományba eső sáv adatait – ahol a növényállomány és a

növényzettel nem borított felszín reflektivitása eltér – és a látható tartomány adatait – ahol a növényzet és a talaj reflexiója összemérhető – vetik össze. A kettő aránya segítségével számos vegetációs index definiálható derült pixelekre.

napos térképeket készítünk. Erre azért van szükség, hogy a felhő alatti pixelek szűrése is megtörténjen. A felhőzet jelenléte csökkenti a vegetációs index értékét, így, ha minden egyes képpontra a 10 nap legmagasabb értékét vesszük, akkor már a derült vegetációs indexértékek fog-



2.ábra: 10 napos vegetációs index térkép Magyarország területére

A különböző földrajzi szélességeken és eltérő besugárzási viszonyok mellett is használható index, az NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index*),

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{VIS}}{R_{NIR} + R_{VIS}},$$

ahol R_{NIR} , a reflektivitás a közeli infravörös, R_{VIS} a reflektivitás a látható tartományban.

NDVI értéke -1 és 1 között változhat. Fejlett növényzet esetén $0,5$ fölött van, csupasz talaj esetén $0,2$ körüli értéket vesz fel.

A vegetációs érték számítása előtt a következő feladatokat kell megoldani:

- Több csatorna együttes felhasználásával kiszűrjük a különböző vastagságú, szintű felhőket, mivel a vegetációs indexértéket csak derült/felhőmentes területre lehet meghatározni
- El kell végezni a légköri korrekció számítását. Ehhez sugárzásátviteli modellt használunk fel.
- Térképvetületre transzformáljuk a képeket, hogy a műholdpályájából adódó különböző területű és felbontású műholdképek feldolgozhatók legyenek. A felhasznált térképünk térbeli felbontása $2,5 \text{ km} \times 2,5 \text{ km}$.

Minden napra – a déli képekből- a derült területekre kiszámított vegetációs index képekből ezek után egy 10

napos térképre állni. A 2. ábrán minél magasabb a vegetációs indexérték, annál sötétebb zöld az adott terület.

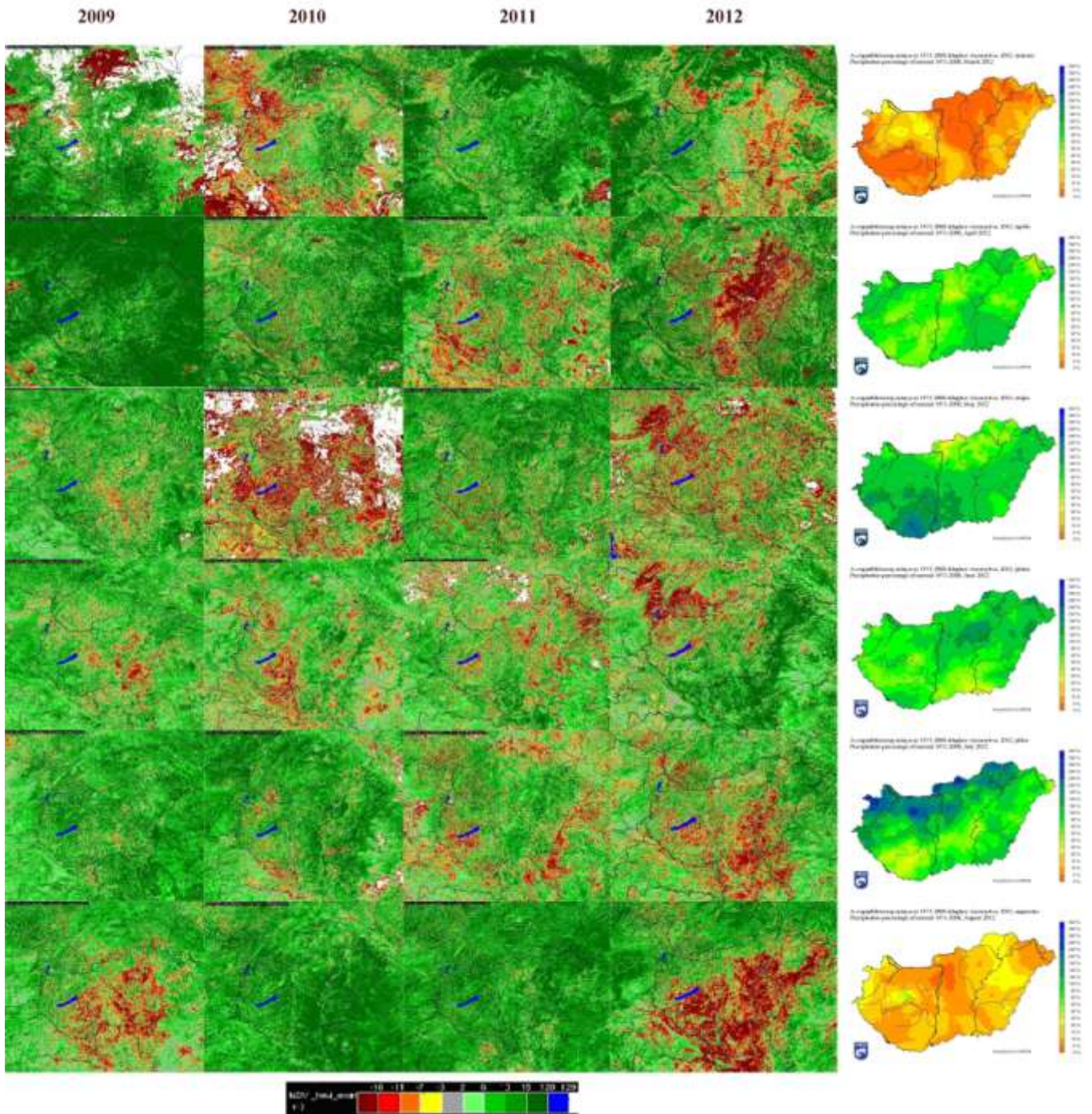
Egy adott időszak vizsgálatához azonban a vegetációs anomália-térképek nagyobb segítséget nyújtanak. A 10 napos vegetációs index képekből először havi térképek készítenek, majd az így elkészült havi térképek alapján az elmúlt 10 éves adatsor felhasználásával határozzuk meg ezeket az anomália-térképeket (3. ábra). Az anomália azt mutatja, hogy az aktuális hónapban az illető földrajzi pontban a vegetációs index érték mennyire tér el a sokéves átlagtól. A negatív anomáliák azt mutatják (*sárga, piros szín*), hogy az adott időszakban alacsonyabb volt a növényborítottság, mint az előző években, és fordítva.

2012 év időjárásának hatása a vegetációs index mezőre.

A 2012. áprilisi NDVI anomália-képen jól megfigyelhető, hogy főleg Tiszántúl térségében a csapadékhiány következtében a növényzet fejlődése jelentősen elmaradt az elmúlt évekhez képest. Március hónapban a lehullott csapadék összeg országos átlagban nem érte el az 5 mm -t, sok helyen nem is esett. Inkább a több napon át tartó erős, néhol viharos szeles időjárás dominált, melyek hatására lényegesen csökkent a talaj víztelítettsége, pedig mind az ősszel elvetett, mind a tavaszi vetések számára szükséges lett volna a csapadék. Március során ugyan előfordultak felhősebb időszakok, de összességében kiemelkedően napos hónap volt. Budapesten, a pestszentlőrinci obszervatóriumban a nap-

fényes órák száma 270-et is felülmúlta, ami – az OMSZ meteorológiai adatbázisának jelenlegi feldolgozottsága szerint – rekordnak számít.

tegekben, amely szintén hozzájárult a növényzet lassúbb fejlődéséhez. A márciusi, szélsőségesen alacsony csapadékmennyiségek után az április már kedvezőbb képet mutató



3. ábra: 2009-2012. március-augusztus időszakra vonatkozó vegetációs index anomália-térkép. A függőleges oszlopokban az egyes évek havi vegetációs index anomália-képei láthatók, az utolsó oszlop a 2012 évi csapadék anomália-térképeket mutatja

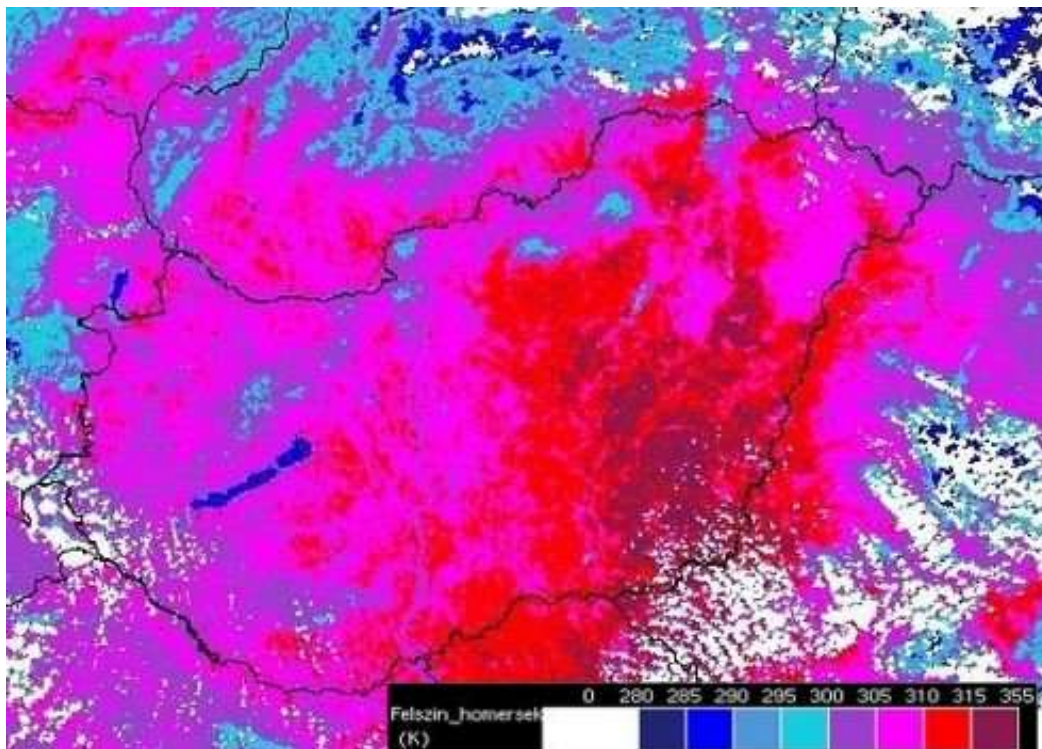
A hónap második felében több nap a 2 méteren mért levegő hőmérséklet napi maximuma 24 fokot is elérte. A műhold által mért talajfelszín hőmérséklet több napig 34 fok körüli értékeket (4. ábra) mutatott. E szélsőséges száraz idő a növényzet fejlődésében jelentősen megmutatkozott. E meleg, napos időszak következtében tovább csökkent az addig is alacsony talajnedvesség mind a felső, mind az alsóbb ré-

tött, azonban a sokéves átlagnál alacsonyabb mennyiségeket mértek még akkor is. Az értékek 13 és 70 mm között mozogtak, ami nem igazán segítette elő a növényzet fejlődését. Ekkor azonban az április 9-én bekövetkezett jelentős éjszakai fagy okozott jelentős károkat a gyümölcsösökben (kajszi, őszibarack, cseresznye, meggy), ez a vegetációs index térképeken nem kimutatható.

Májusban a havi csapadékösszeg térbeli eloszlása igen változékony képet mutatott, az állomási összegek 7,1 és 176,7 mm között alakultak. A legcsapadékosabb az ország nyugati, délnyugati része volt, a legtöbb eső

enyhébb intenzitású.

A harmincéves átlaghoz viszonyítva 2012 júniusa szárazabb volt a megszokottnál, az ország legnagyobb részén az átlagos csapadékmennyiségnek mindössze 70%-a hullott. Ha-



4. ábra: Talajfelszín hőmérséklet, 2012. március 25. 12 UTC

(150 mm feletti összegek) ezen belül is a Mecsek területén hullott. A legkevesebb csapadékot a Dunakanyartól északra, északkeletre fekvő térségben regisztrálták, itt sok helyen a 15 mm-t sem érték el a havi értékek. A hirtelen lehulló csapadék pedig nem tud úgy hasznosulni a növényzet számára, mint a több napig tartó

zánk egész területén pozitív hőmérsékleti anomália volt megfigyelhető, több helyen. Június végén sokfelé 35 fok feletti értékeket mértek. Ez a meleg július közepéig tartott, csapadék alig hullott, ami tovább nehezítette a növényzet fejlődését. Végül az augusztusban jelentkező meleg és száraz periódus végleg tönkretette sok helyen a növényzetet.

A kukoricatermés jelentős százaléka semmisült meg országszerte a nagy meleg, rendkívül száraz időjárása miatt. Az Alföldön sok helyen a termőterület 20-25 százaléka kopárra égett (4. ábra). Augusztus 29-én országos aszályhelyzetet hirdettek.



5. ábra: 2012 augusztusában készült kép a kukorica állapotáról

Dél- és Közép Európa területén is hasonló helyzet alakult ki, ott is jelentős károkat okozott az aszály. A ciprusi soros EU-elnökség az ülésen az éghajlatváltozás és a vízgazdálkodás kérdését állította középpontba, valamint a fenntarthatóságot a mezőgazdaságban. Tekintettel arra, hogy az elkövetkező években feltehetően többször várható ilyen száraz, meleg nyári időszak ezért a mezőgazdaságnak fel kell készülni erre.

A jövőben előtérbe kell helyezni a hatékony és takarékos öntözőrendszerek elterjesztését, a vízmegtartást segítő talajművelési módszerek alkalmazását, szárazságtűrő növények mind szélesebb körű beillesztését a termelési szerkezetbe, a talajvédelem alaposabb figyelembe vételét, az ellenálló növényfajták termesztését.

A PESTISJÁRVÁNY ÉS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS A XIV. SZÁZADBAN

THE PLAGUE AND THE CLIMATE CHANGE IN THE 14TH CENTURY

Hágen András

Újvárosi Általános Iskola, 6500, Baja, Oltványi u. 14. *hagen13@freemail.hu*

Összefoglalás. A környezet történeti kutatások során sok olyan korabeli feljegyzést találtak, melyek a „kis jégkorszak” jeleit őrzik. A középkor eleji klímaoptimumot követően egy másfél évszázados (kb. 1300-1450) átmeneti időszak következett, extrém időjárási eseményekkel. Az éghajlat változékonysága a mezőgazdaságra nem volt pozitív hatással, különösen az adott kor alkalmazott mezőgazdasági technikájában. Súlyos hiányok léptek fel az élelmiszerellátásban. Ez különösen akkor fontos, ha a népességszám a korábbi klímaoptimumnak köszönhetően megsokszorozódott. Tehát minél kevesebb élelmiszer jut a megnövekedett népességnek, annál alultápláltabb lesz a társadalom. Ennek következménye pedig a középkori pestisjárvány. A tanulmányban rámutattam az éghajlat változékonysága – és az ennek hatására kevesebb élelmiszer – és a járványok közötti kapcsolatra. A kutatásnak köszönhetően nyolc ciklust sikerült elkülönítenem. Ezeknek a ciklusoknak a záróakkordja az egymást követő rossz termésű évek után minden esetben pestisjárvány volt.

Abstract. Many historical records have found that the "little ice age" signs kept. In the early Middle Ages after the climate optimum with a century and a half (about 1300-1450), there was a transitional period with extreme weather events. Climate variability on agriculture did not have a positive effect, owing to the primitive agriculture technique of that age. Serious food shortages have occurred. This is particularly important when the population has multiplied in the past due to climate optimum. So, the less food enters the population increased, the more they will starve to society. As a consequence medieval plagues broke out. The study pointed out the variability of climate - and the result is less food - and the relationship between epidemics. Thanks to the research of eight cycles were identified. At the end of these cycles, yielding successive bad years a plague was in any case.

Bevezetés. Mint szót, vagy kifejezést, a *betegséget* gyakorlatilag minden rosszul, gyengélkedés vagy az egészségéstől eltérő állapot jelölésére használják. A legtöbb esetben ez valamelyik szerv (pl. szív) elégtelenségét, vagy egy idegen anyag által előidézett rendellenességet jelent. Az elmúlt századok legjelentősebb betegségei a ragályos betegségek. Ezek többsége hosszú múltra tekinthet vissza. Ha visszatekintünk a történelemben, láthatjuk, hogy majdnem minden kornak megvolt a maga betegsége. A VI. és a XVII. századnak a pestis, a XIX. századnak a kolera, a XX. századnak a spanyolnátha és még lehetne sorolni. Ezek közül sok még ma is meghatározó betegség, a két legjelentősebb a tuberkulózis és a malária, melyek közül az előbbi közel négymillió ember életét követeli évente, míg az utóbbi 2,5 millió emberét (Haggett 2006). A tanulmány szempontjából indokolt azzal a kifejezéssel is megismerkedni, hogy mi is pontosan a *járvány*? A járvány ugyanazon betegségnek sokszoros, egyidejű fellépése, bizonyos, kisebb-nagyobb terület lakói között. Olyan vírusos, bakteriális megbetegedések, melyek gyorsan és könnyen képesek emberről emberre terjedni. Léteznek olyan járványszerűen fertőző betegségek, melyek nemcsak hogy nem különösképpen veszélyesek, de azok akár az életünk szerves részei is lehetnek. Járványnak nevezünk minden olyan megbetegedési hullámot, mely egyszerre, gyorsan képes, akár nagy területen is elterjedni. Napjaink társadalmának egészségét is meghatározza az, hogy elegendő élelmiszer és ivóvíz álljon az emberek rendelkezésére, ugyanis tudományosan bizonyított tény, hogy az alultáplált, legyengült szervezet könnyebben fertőződik meg és kap el valamilyen végzetes betegséget. A XX. század éhínségkríziseivel foglalkozó ENSZ publikációk rámutattak a járványbetegségekre (tuberkulózis, a tífusz és a vérhas) és az éhe-

zések közötti kapcsolatra. Az még a jövő titka, hogy a tudományos tényekkel alátámasztott globális klímaváltozás milyen hatással lesz a mezőgazdaság alakulására, de hogy a történelmi múltban milyen hatással volt a szélsőséges időjárás a mezőgazdaságra, és ebből következően az emberiségre, azt már közvetve tudjuk korabeli feljegyzésekből. Történelemóráinkon már tanultunk arról, hogy a XIV. században (1348-50 között) a végzetes „fekete halál” söpört végig Európa országain. A következőkben ennek a századnak a bemutatása következik abból a szempontból, hogy az éghajlat és mezőgazdaság változásai milyen szerepet játszottak a betegségek kialakulásában.

A középkori agrárkultúra. A középkori klímaoptimum (900-1300-ig) idején kialakult kezdetleges agrárkultúra elegendő élelmet biztosított a lakosságnak. Kiugróan magas termelés jellemezte Észak-Itáliát, Flandriát, Ile-de-France-t, Artois-t és Norfolkot, de Európa többi része is bőségesen megélt ebben az időszakban. A lakosság nem volt rákényszerítve a fejlesztésekre, így a földesuraknak sem állt érdekükben az innováció. A következő kép jellemezte a feudális társadalmat: a földesurak alanyi jogon elvették a rájuk eső részt, a többi pedig megmaradt a termelőnek, a jobbágnak. A középkori klímaoptimumnak köszönhetően jelentős többletet tudtak termelni a jobbágyok, mely „demográfiai robbanást” indukált, vagyis a szülők már el tudták tartani gyermekeiket (Epstein 2000).

Ez a folyamat egészen 1315-ig tartott, amikor is egy hétéves ínséges periódus köszöntött Európa lakosaira. Az éhínség különösen a Brit-szigetek, Oroszország, Skandinávia és a Földközi-tenger lakosait tizedelte meg. E népességcsökkenés egyik oka a klímaoptimum idején fel-

duzzadt lakosság volt, ugyanis a kezdetleges agrárkultúra nem tudta táplálékkal ellátni a társadalmat. A másik ok a raktározás hiánya volt, a harmadik pedig az élelmiszer elosztásból eredő különbségek, vagyis az, hogy a háborúk és polgárháborúk főszereplőinek – a katonáknak – ellátására fordították a legtöbb terményt (*Behringer* 2010). Mindezen tényezők együttesen járultak hozzá az éhínség kialakulásához, amelyet a XIV. században egy régi-új járvány felbukkanása tetézett: a „fekete halál”.

Mi az a pestis? A pestisnek négy formája ismert. Az első a legismertebb: a bubópestis, a második a szeptémiás pestis, a harmadik a tüdőpestis, míg a negyedik az enyhe tünetekkel járó pestis. A középkorban a bubópestis volt, ami megkeserítette az emberek életét. Hordozói a patkányokon élő egyszerű bolhák voltak. Némely rágcsáló immunis a pestisre (pl. az Afrikai szavannákon élő gerbil egér), de a patkány – és az ízeltlábúak osztályához tartozó – bolha nem. A bolhák elpusztulnak a pestistől, de éppen halálukkal terjesztik. Amikor a bolha megbetegszik, a szaporodó pestisbaktérium a bolha emésztőrendszerében a megalvadt vérrel keveredve elzárja a bélesatorna egy szakaszát. A rovar éhezni kezd, és mindenre ráugrik és megharapja, hogy bárhol is, de vérhez jusson. Természetesen mindegy, hogy honnan szerzi be táplálékát, ugyanis az elzáródott bélesatorna révén, ez éhségét nem csillapíthatja. Így, ahogy egyik gazdáról a másikra költözik, csípésével terjeszti a kórt. Európában az első nagy pestisjárvány a VI. században volt, amikor is az 535-ben (az Indonéziai Szunda-szoros vulkánjának kitörése) bekövetkezett globális klímaváltozás miatt 540 után kitört a járvány (lásd. *Történelemalakító vulkánkitörések* című fejezet). Ezután Konstantinápoly 500000 lakójából 100000 maradt életben (*Keys* 2002). A járvány újból kitört a XIV. században, amikor is 1346-ban a Krímfélszigeten található Kaffa erődjébe az ostromló kipcákok katapultjaikkal pestisben elhullott katonáikat lőtték be. A járvány megjelent a városban, ahol több ezer genovai lakos is tartózkodott. A járvány miatt sokan elmenekültek Kaffa várából és így a pestis eljutott Konstantinápolyba, majd Velencébe, Messinába, Genovába és Marseille-be, és onnan szétterjedt az egész kontinensre, köztük Magyarországon is.

Történelemalakító vulkánkitörések. A Föld kialakulását követően a vulkáni működés az egyik legfontosabb természeti építő folyamat. A vulkáni aktivitásnak léteznek építő és pusztító hatásai. Az építő hatása többek között abban fejeződik ki, hogy kitörésével gyarapítja a földkérget, hoz létre szárazföldeket, amit gyorsan birtokba vesz az élet. Pusztító tevékenységei például elsőként a lávaömlés szárazföldekre, vagy a robbanásos kitörés során a troposzféráig jutó hamuanyag, amely visszahullva mezőgazdasági területeket tehet terméketlenné, vagy a vulkán parazita kráteréből kitörő „izzófelhő” (piroklasztár), amely Pompei városának pusztulását is okozta. A vulkáni működésnek nemcsak földtani és morfológiai tulajdonságai ismeretesek, hanem éghajlat-módosító hatásai is. Egy-egy vulkánkitörés során megbomlik a légkör kémiai és dinamikai egyensúlya, a légkörbe jutó vulkáni gázok hatására. E vulkáni gázok vízgőz, szén-dioxid,

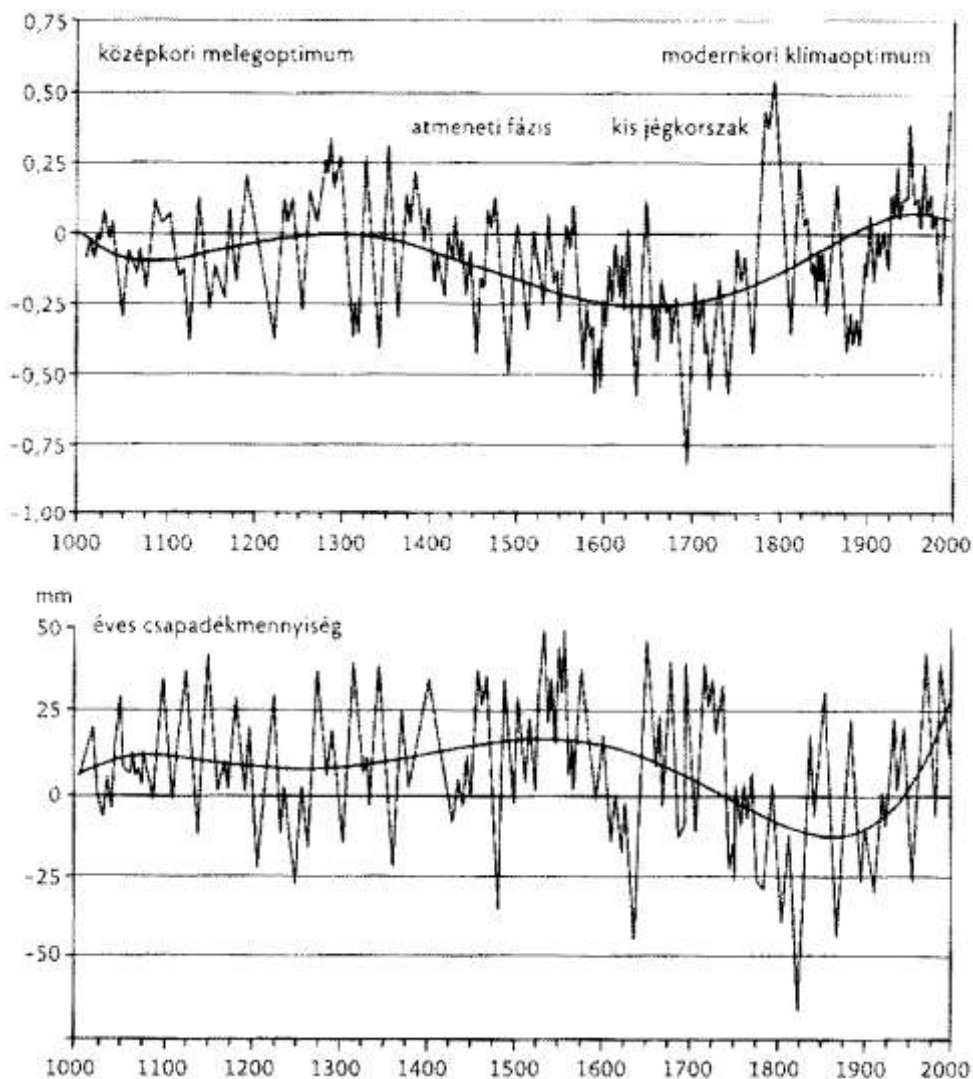
kén-dioxid, hidrogén-klorid és hidrogén-fluorid elegyből állnak. Ezek közül a kén-dioxid kémiaiilag a legaktívabb és egyben ezáltal a legpusztítóbb is. A robbanásos vulkánkitörés során a vulkáni gázok az atmoszférába jutnak, ahol a troposzférában reakcióba lépnek a vízgőzzel és kénsav-aeroszol jön létre. A kénsav-aeroszol elnyeli a földfelszínről érkező infravörös sugarakat is, ami a sztratoszféra felmelegedését idézi elő. Ennek hatására megváltoznak az Északi-sark és az Egyenlítő feletti légrétegek hőmérsékleti különbségei, ezáltal a troposzféra felső részén jelentősen gyengülnek a nyugatias áramlatok. A kiterjedt aeroszol felhők alatt kevésbé melegszenek fel a szárazföldek, így csökken a szárazföldek és az óceánok közötti hőmérséklet különbség. Ennek a folyamatnak tudható be, hogy a monszunáramlatok gyengültek, amelynek a következménye az lett, hogy nagy területeken alakult ki szárazság (*Harangi* 2010). Ennek a felhőnek a másik negatív tulajdonsága, hogy visszaveri a bejövő napsugárzást (*Harangi* 2010). Ezért van az, hogy nagyobb vulkánkitörések (Szunda-szoros vulkánjainak kitörése 535-ben) során néhány évig hőmérséklet csökkenés jelentkezik. Ezt a folyamatot nevezzük „vulkáni télnek”. A geofizikusok csoportja *Hammer* (1980, 1981) vezetésével rámutatott a jégben található két olyan rétegre, amely erős vulkanizmusra utaló jeleket tartalmaz. A késő ókor legaktívabb vulkanizmusra utaló szulfátindexet mutatták ki 1250 és 1500, majd 1550 és 1700 között ismét. A megváltozó hőmérséklet, az elmaradó csapadék miatt a termés nem érett be, ami éhínséghez vezetett, társadalmi káoszhoz.

Éghajlat-ingadozások a középkorban. A pleisztocén jégkorszak lezárultával meglehetősen stabil éghajlat köszöntött a Földre. Az éghajlati stabilitás persze nem jelentette az éghajlat abszolút változatlanágát. Történelmet alakító tényezők a középkorban is megfigyelhetőek voltak. Ilyen volt a X-XIII. századot jellemző klímooptimum és az ezt követő átmeneti fázis a XIV-XV. században (*Behringer* 2010), amely a XVI-XIX. században, kis jégkorszakká alakult (*Haszpra* 2011). A középkori klímooptimumban a telek változatlanul zordak voltak, de a növénytársulások számára fontos tavaszi időszak 3 fokkal magasabb volt a megszokottnál. Ez az enyhe éghajlat 1310-ig folytatódott, amikor is az addigi pozitív anomália negatív előjelűvé vált át. A lehűlés az 1300-tól 1330-ig terjedő időszakban, valamint az 1342-47-es években érte el csúcspontját az átmeneti fázisban. A meleg éghajlati időszakban sem volt mentes az időjárás szélsőséges kilengésektől. 1302-ben elfagytak a szőlőtőkék Elzász-Lotharingiában. Rá egy évre hatalmas szárazság dúlta Európa földjét. Száraz lábbal lehetett átkelni a Rajnán Basel és Strassbourg között. A feljegyzésekből az is kitűnik, hogy a XIV. század kezdetén megszorodtak a kedvezőtlen aratási periódusok, és ebből következően magasabb lett az éhezők száma is. A XIV. századi középkorban Nyugat- és Közép-Európát ilyen éghajlati kilengések sokkolták, de a középkori optimum és a kis jégkorszak közötti váltást különböző európai régiókban nem azonos időpontra teszik (*Rácz* 2008). A történelmi korok klimatológiai kutatásai alapján kijelenthető, hogy az évezred első felének globális hőmérsékleti viszonyait egy

meleg periódus jellemezte (középkori klímaoptimum). Az utóbbi 500 évet a meleg ciklus utáni lehülés uralta. Megközelítőleg az 1850-es évekig húzódtott el e lehülés (1. ábra).

Magyarország éghajlata a XIV. században. A szélsőséges időjárási események mindig is foglalkoztatták az embereket, melynek ékes példái a ritka természeti jelenségeket megörökítő feljegyzések. Minden szélsőséges

Albert. Ő az 1340-1843 között eltelt időszakról ad feljegyzést. A XIX. század végén pedig Hanusz István és Milhoffer Sándor rendezte gyűjteményét. Végezetül pedig essen szó Réthly Antalról, aki fáradságot nem ismerő módon gyűjtötte és rendszerezte a feljegyzéseket Magyarország éghajlatáról, amelyeket az Országos Meteorológiai Szolgálat neve alatt ki is adtak négy kötetben. A cikknek Réthly (2009) által összegyűjtött és rendszerezett feljegyzései, valamint Kiss (1996) és Rácz (2001, 2008)



1. ábra: Hőmérséklet- és csapadékmennyiségek ingadozása az elmúlt 1000 évben Közép-Európában Rüdiger Glaser környezettörténeti kutatásai alapján (Behringer 2010)

időjárási eseményt és a légkörben jelentkező ritkább tüneményeket régen a bekövetkező háború előjelének tekintették. Ilyenek az üstökösök feltűnése, meteorok, erős északi fények megjelenése is, a Nap és a Hold különösen szép halojelenségei (mellékholdak, fénykereszt stb.), amelyek egykor sorscsapások előhírnökei voltak (Réthly 2009).

Régi krónikákban elszórta találunk érdekes feljegyzéseket, és akadtak szorgalmas kutatók, akik összegyűjtötték és feldolgozták őket. Magyar kutatók közül elsőként Debretzeni Papp István kenderesi református lelképásztor volt az, aki kronológiailag rendszerezte a gyűjteményét. Őt követte a XIX. században az erdélyi szász Bielz

tanulmányai nyújtották az alapot.

A kiegyensúlyozott XIII. századot a szeszélyes XIV. század követte az éghajlatot tekintve. Néhány példa ezek közül:

„1312. Magyarország. Olly későre maradt az idő sokféle viszontagságai miatt a szüretelés, hogy a szőlők tökélen fagytak; a hol elkezdték is a szüretet, a must kádakba fagyott.”

„1316/17. Magyarország. A tél hideg volt és hóban gazdag, mely márciusig tartott, egyesek szerint húsvétig (1317. április 3.). A gabona a hó alatt megfulladt. A talajvíz is igen magas volt. Drágaság és rossz bortertermés.”

„1322/23. Európa. Nagy hidegek, még a tengerek is befagytak, s azokon közlekedtek. November 30-ával kezdődött a tél. A Keleti-, az Adriai- és a Fekete-, valamint a Márvány-tengeren is jég volt.”

„1333/34. Itália. Igen kemény tél. Észak-Olaszország valamennyi folyója és tava befagyott. Április 23-25-e között Közép-Európában nagy havazások. Május 27-én is havazott Szászországban.”

És persze a klímaváltozás mellett feltűnnek még bibliai csapások is sáskajárás formájában.

„1336. Magyarország. Nagyban pusztítottak a vándorsáskák, s innen oly tömegekben vonult Morvaországba, hogy állítólag hét mérföld széles csapást foglaltak el.”

„1338. Leibicz (Szepesség). Óriási mennyiségű sáska pusztított, a termés nagy része elpusztult, - a sáskák innen Bajor-, Sváb és Frankhonba távoztak.”

„1340. Magyarország. Ebben és a következő esztendőben a sáskák Magyar Országban nagy károkat tesznek, mindeneket megemészten.”

A sáskák mellett szeszélyes időjárás is sújtotta Európát, köztük Magyarországot is.

„1340. Európa. A Rajna és a Duna egyes részein és a Szaján és Loire-on át lehetett gyalogolni.”

1342-ben Ausztriát gyakori esőzések sújtották, aminek következtében a Duna sokszor kilépett medréből és megrongálta a szántóföldeket (lásd. Áradások Magyarországon fejezet). Ez évben Magyarországot ismét sáskajárás érte, amely tönkretette a vetést; valamint meglátták a veszély hírnökét, egy üstökös az égbolton.

„1345–47. Európa. Rettenetes ínség Európa-szerte a rossz termés, a sáskajárás és az árvizek miatt.”

„1353. Európa. Nagy szárazság és éhínség.”

„1363. Magyarország. A legszárazabb tél és nyár; oly szűk esztendő lett belőle, hogy a föld népe majd mind éhhalálra jutott.”

„1375/76. Európa. Enyhe tél, melyet igen száraz nyár és száraz ősz követ.”

„1380. Magyarország. Kegyetlen pestis, sáskák és egerék hada pusztította hazánkat.”

Az idézeteknél igyekeztem kiemelni azokat, amelyek hűen tükrözik a XIV. század éghajlati jellemzőit.

Áradások Magyarországon. Az áradások nagy szerepet játszottak a XIV. században. Kiss (1996) cikkében az 1338-1358-ig terjedő időszakot vizsgálta a Magyar Királyságban, és a következő eredményre jutott (1. táblázat). A táblázatban jól látszik, hogy majdnem évről évre áradások jellemezték a Kárpát-medencét. Minden évszakra jutott áradás. Tavasszal kettő, nyáron egy, ősszel négy (ez jól mutatja, hogy a nyár, esetleg az ős csapadékban gazdag volt) és télen három. A téli három áradás mind a Tiszán volt. Ez nem újdonság, ugyanis napjainkban is előfordul olyan év, hogy a Kárpátok ÉK-i részén lehullott hó enyhe hőmérséklet következtében elolvad és a Tiszán egy téli áradást indít el.

Éghajlati ciklikusság a XIV. században. Aprólékosan megismertük a XIV. század társadalmi és éghajlattani hátterét, amelyekben szembeűnő a természeti csapások ciklikussága. Ezek végét mindig rendszerint pestisjárvány zárta le. A XIV. században nyolc periódus figyelhető meg (2. táblázat). Ezen időszakokban valamiféle természeti csapás sújtotta a lakosságot, amely által a termés javarészt elmaradt vagy elpusztult. Így a legyengült társadalom kiváló „táptalaja” volt a bolhák által terjesztett pestisbaktériumok elszaporodásához. Az évszázadból visszamaradott húsz évben is történtek klimatikus kilengések, de azok valamilyen okból kifolyólag nem pestisjárvánnyal zárultak. Zárógondolatként megállapíthatjuk, hogy a XIV. században kezdetét vevő „kis jégkorszak” kiváló környezetet teremtett a Krím-félszigetről behurcolt pestisbaktériumoknak a klímaoptimum idején megduzzadt és a régi agrárkultúrában élelmiszerral nem biztosított, legyengült társadalom számára.

Irodalom

- Behringer, W. 2010: A klíma kultúrtörténete. Corvina kiadó, 343 p.
- Bielz, A., 1863: Beitrag zur Geschichte merkwürdiger Naturbegebenheiten in Siebenbürgen (Verhandlungen). – Nagyszeben 1862-63.
- Epstein, S. R., 2000: The late medieval integration crisis. *Economic History*, No. 46.
- Glaser, R., 2008: Klimageschichte Mitteleuropas. – Primus Verlag GmbH, 272 p.
- Hammer, C. U., Clausen, H. B. and Dansgaard W., 1980: Greenland Ice Sheet Evidence of Post-Glacial Volcanism and Its Climatic Impact. *Nature* 288, 234.
- Hammer, C. U., Clausen, H. B. and Dansgaard, W. 1981: Past volcanism and climate revealed by Greenland ice cores. *Journal of Volcanology and Geothermal Reserch* 11, 3-20.
- Haggett, P., 2006: Geográfia. Globális szintézis. *Typotex kiadó*, pp. 614-633.
- Hanusz I., 1892: Régi magyar időjárás feljegyzések. *Kecskeméti Főiskola 1891-92-évi értesítője*, Kecskemét.
- Harangi, Sz., 2010: Történelemformáló nagy vulkánkitörések. *História* 32(4). 10-21.
- Haszpra, L., 2011: Az éghajlati rendszer és mozgatói. *Magyar Tudomány* 2011, 570-580.
- Keys, D., 2002: Katasztrófa. *Vince kiadó*, 494 p.
- Kiss A., 1996: Some weather events from the fourteenth century (1338-1358). *Acta Climatologica Universitatis Szegediensis* 30, 61-69.
- Milhoffer, S., 1897: Elemi csapások a mezőgazdaságban. *Közgazdasági szemle*, Budapest.
- Milhoffer, S., 1899: Az elemi csapások különböző nemeinek megoszlása hazánk mezőgazdaságában. *Időjárás* 3, 110-125
- Pap, I., Debretzeni, J., 1822: A' hajdan, 's közelebb múlt esztendők' külön időjárásának jegyzéke. *Hasznos mulatságok* 1822. I. 162-166, 169-172, 193-198, 217-220, 265-269, 385-391, 393-399, 401-405., Pest.
- Rácz, L., 2001: Magyarország éghajlattörténete az újkor idején. *JGYF kiadó*, Szeged. pp. 53-67.
- Rácz, L., 2008: Magyarország környezettörténete az újkorig. *MTA Történettudományi Intézete*, Budapest. 262 p.
- Réthly, A., 2009: Időjárás események és elemi csapások Magyarországon. *Országos Meteorológiai Szolgálat*, 450 p.

A KÁRPÁT-MEDENCE LÉGKÖRI ÁSVÁNYI PORKONCENTRÁCIÓJÁNAK ALAKULÁSA A PLEISZTOCÉN SORÁN

PLEISTOCENE VARIATIONS OF THE AEOLIAN DUST CONCENTRATION IN THE CARPATHIAN BASIN

Varga György

Pécsi Tudományegyetem TTK Földrajzi Intézet, 7624 Pécs, Ifjúság útja 6. gyoker@gamma.ttk.pte.hu

Összefoglalás. A lösz-palaeotalaj sorozatokat széles körben a pleisztocén éghajlatváltozások legfontosabb mutatóinak tekintik. Az üledékképződés-arány és a méretek (pl. magméret) igen érzékenyek a környezeti és éghajlati ingadozásokra. A Kárpát-medencei pleisztocén lösz-palaeotalaj részecskéire vonatkozó feljegyzéseit nem tekinthetjük teljes sorozatnak, azért nekünk kell össze hasonlítanunk őket a globális éghajlati referenciagörbékkel (a mély üledékek és jégmagok izotópadataival). A késői pleisztocén leletek sokkal több pontos adatot adnak nekünk, hogy meghatározhassuk az üledékképződés-arány értékét a lösz rétegre. A főleg bimodális mag-méret-elosztás-görbék a porleletek esetében két üledékpulációt, képviselnek, amit változó görbe-szelettel lehet elválasztani. A szétválasztott elem-eloszlás a finom felbontású háttérporterhelés és a homokviharak durva szemcséjű hordalékának együttes eredményeként lehet értelmezni. A légkör porkoncentrációja meghatározható a por fluxusból és magméret-feljegyzésekből.

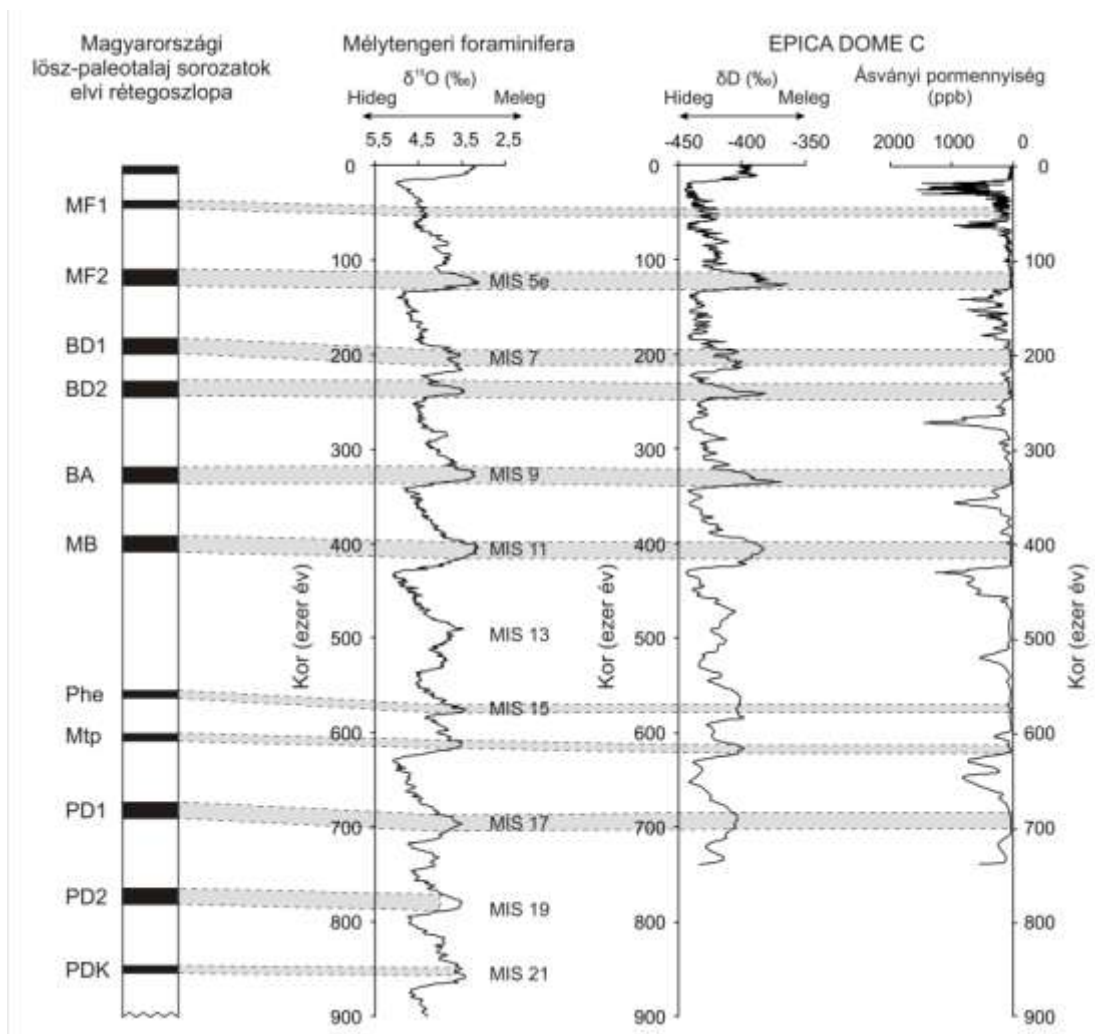
Abstract. The loess-palaeosol sequences are widely considered as the most important terrestrial archive of Pleistocene climate changes. The sedimentation rate and the physical properties (e.g. grain-size) of these aeolian dust deposits response sensitive to the environmental and climatic fluctuations. The records of the Pleistocene loess-palaeosol sections in the Carpathian Basin can not be considered as complete sequences, therefore we have to correlate them with global climatic reference curves (e.g. isotope data of deep sediments and ice cores). But the much more accurate age data of the Late Pleistocene deposits allow us to determine the value of the sedimentation rate of the loess layers, and also the value of the aeolian dust flux in the given time period. The mainly bimodal grain-size distribution curves of the aeolian dust deposits represent two sediment populations, which can be partitioned from each other with parametric curve-fitting. The separated populations can be interpreted as the fine-grained background dust-load and the coarse-grained product of the dust storms. So, the dust concentration of the atmosphere can be determined from the dust flux and the grain-size records.

Bevezetés. Az utóbbi 10–15 év kutatásai rávilágítottak, hogy Földünk arid-szemiarid területeiről szél által elszállított évi 1–3 milliárd tonna ásványi por környezeti hatásai sokkal jelentősebbek, mint korábban gondoltuk (Tegen *et al.* 1996). A porszemcsék hatással vannak többek között a globális besugárzási viszonyokra, biogeokémiai-ciklusokon keresztül az üvegházhatást befolyásoló CO₂ mennyiségére, a felhőfizikai és a talajképződési folyamatokra, valamint az emberi egészségre is (Varga 2010). A földtörténeti múlt egyes időszakában a légköri ásványi por mennyisége a mainak akár 15–20-szorosa is lehetett (Kohfeld és Harrison 2001). A felhalmozódott porból megfelelő környezeti feltételek mellett lösz képződött, melyek Földünk szárazföldjeinek 10%-át, a Kárpát-medencének több mint felét borítják (Pécsi 1968; Pécsi és Schweitzer 1995). A löszkutatás és más hullóporos eredetű üledékek elemzése már évtizedek óta gazdagítják, pontosítják a paleoklimatikus és ösföldrajzi rekonstrukciók eredményeit. A múltbéli klimatikus változások azonosítása révén értékes adatokat nyerhetünk a manapság tudományos kutatások homlokterében álló jövőbeli környezeti események előrejelzésére vonatkozóan. Jelen munka célja a lösz-palaeotalaj sorozatok és a légköri pormennyiség összefüggéseinek, valamint a szemcseeloszlásokból számított szedimentációs sebesség és a porfluxus értékekből történő légköri porkoncentráció meghatározás lehetőségének bemutatása.

Anyag és módszer. A Kárpát-medence területének jelentős részét fedik löszök és löszszerű üledékek, azonban a rétegsorok nem tekinthetők teljesnek, ezért a munka során egy több típusfeltárás sztratigráfiai adataiból készült elvi rétegoszlopot használtam. A löszsorozatok mélytengeri üledékek és antarktisi jégmagok izotóparányainak, illetve pormintáinak adataival való korrelációja korábban publikált koradatok (Pécsi és Schweitzer 1995), valamint Gábris (2007) alapján történt. A felhasznált mélytengeri adatsor Lisiecki – Raymo (2005) munkájának eredménye, melyhez a szerzők 57 fúrás $\delta^{18}\text{O}$ adataiból számították ki kompozitgörbéjük értékeit, melyet így a legteljesebb plio-pleisztocén paleohőmérsékleti referenciagörbének tartunk. A további párhuzamosításokhoz az antarktisi jégtakarón jelenlegi legmélyebb jégmag (EPICA DOME C) deutérium-arány és oldhatatlan, teresztrikus porminta adatait (EPICA community members 2004) elemeztem. A pleisztocén légköri porkoncentráció lehetséges számszerűsítése a leülepedett poranyagból képződött löszök szemcseeloszlása és felhalmozódási sebessége alapján történt. A több száz minta szemcseméret meghatározása gondos előkészítés (Konert és Vandenberghe 1997) után, lézerdiffrakció elvén működő Fritsch Analysette 22 Compact műszerrel történt. Így 0,3–300,74 μm közötti intervallum 62 mérettartományának tömegszázalékos értékeiről nyerhetünk információkat.

Lösz-paleotalaj sorozatok és a légköri porkoncentráció kapcsolata. A pleisztocén mintegy 2,6 millió éves időtartamának utolsó 1–1,2 millió évében beszélhetünk jégkorszakról, melyet hosszabb-rövidebb időre

számunkra a felmelegedési ciklus hatásait. Az utóbbi évek mérés technológiai fejlődése, valamint referencia-görbékkel történő korrelációk következtében a löszsorozatok koradatai egyre megbízhatóbbá váltak. A Kárpát-



1. ábra: Hazai lösz-paleotalaj sorozatok korrelációs lehetősége mélytengeri üledékek, illetve antarktisi jégmagok paleohőmérsékleti és pormennyiség görbéivel. (Pécsi és Schweitzer 1995; Gábris 2007; Lisiecki és Raymo 2005; EPICA community members 2004)

interglaciálisok, interstadiálisok szakítottak meg. A glaciálisok során a felhalmozódó szárazföldi jégtakaró örlő- és a fagyváltozékonyság közetaprózó hatására nagy mennyiségben képződtek a szél által könnyen szállítható, kőzetliszt méretű ásványi szemcsék. A selfek szárazra kerülése következtében fokozódó kontinentalitás és a nagy anticiklonális központok kialakulása miatt az uralkodó szelek ereje, munkavégző képessége megnőtt. A vegetáció, visszaszorulása folytán, pormegkötő hatását kevésbé tudta kifejteni, így hatalmas mennyiségű ásványi por került a levegőbe. A száraz-hideg periódusokban a talajosodási és mállási folyamatok nem tudtak lépést tartani a fokozódó intenzitású porhullással, és a felhalmozódó poranyagból arra alkalmas környezeti viszonyok mellett, törmelékes üledékes közet, lösz képződött. Az interglaciális és interstadiális periódusokban a melegebb és nedvesebb klíma a talajképződésnek kedvezett. Az ekkor kialakult talajok a későbbi löszképző időszakok során eltemetődtek, és mint paleotalajok archiváltak

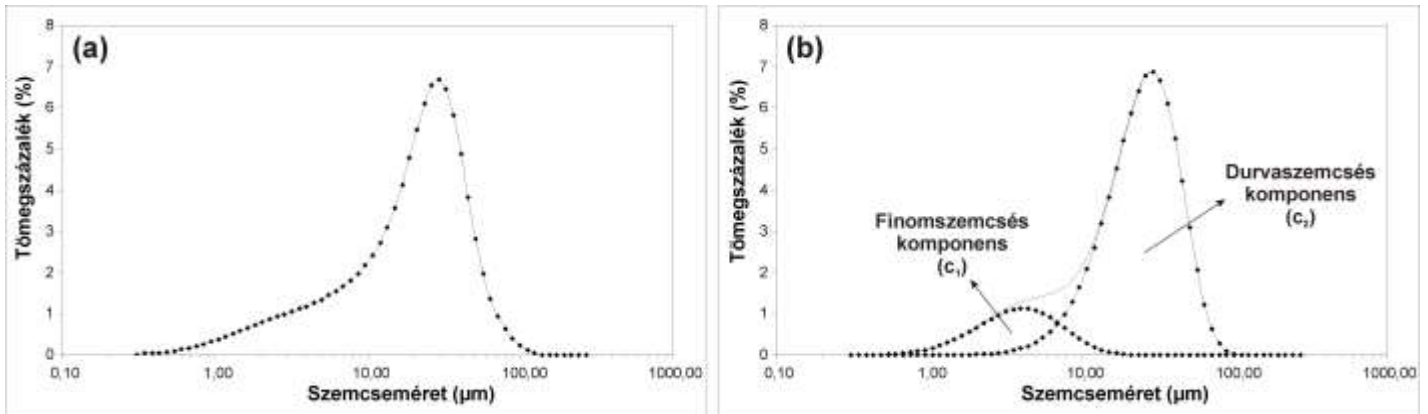
medence lösz-paleotalaj sorozatának mélytengeri mészvázások és antarktisi jégmagok izotópgörbéivel való korrelációja lehetőséget teremt a bizonytalan abszolút koradatok mellett is a korrekt datálásra (Gábris 2007). A párhuzamosítás révén képet szerezhethetünk a hullóporos szedimentáció folyamatáról. Az antarktisi jégmagokban található poranyag mennyisége és a löszminták szemcsemérete egyaránt jó összhangban áll a paleohőmérsékleti görbék adatsoraival (1. ábra). A hideg időszakok monoton hőmérsékletcsökkenését gyors, határozott váltással követik az intenzív felmelegedési periódusok. Ez az asszimmetria megfigyelhető az eolikus szedimentációban is: a jégtakarókon a legtöbb ásványi por közvetlenül a meleg időszakok előtt halmozódott fel, illetve a löszképződés is közvetlenül a talajosodási ciklusok előtt érte el a tetőpontját. A melegebb szakaszból származó jégmintákban az oldhatatlan, teresztrikus eredetű komponensek részaránya csaknem nullára csökkent, a löszterületeinken pedig talajok képződtek. A Kárpát-medence

paleotalajainak képződésében a porhullások szerepe a granulometriai adatok alapján jelentéktelen volt, a talajok a fekjükben található löszökből alakultak ki. Ismerünk azonban olyan régiókat is Földünkön, ahol az interglaciálisok idején is jelentős volt a porfelhalmozódás, és ezek szerepe döntő volt a talajképződésben is.

A Kínai Lösszfennsík területén a talajok csaknem egésze a lehullott por mállásával képződik, így a korábbi időszakok löszrétegeit alig érintik az átalakulási folyamatok. Ezeken a területeken azonban napjainkban is magas por-koncentrációs érték figyelhető meg (Kohfeld és Harrison 2003). A Kárpát-medence pliocén porfelhalmozódá-

mum idejére vonatkozóan számottevően alulbecsülik azt (Mahowald et al. 2006). Ezek a számítógépes kísérletek a jelenlegi megfigyelési adatokra épültek, elsősorban a meleg, arid-szemi-arid porforrásterületek preferálásával. A pleisztocén során azonban a domináns lehordási térségek a hideg-száraz régiók voltak.

A késő-pleisztocén porkoncentráció meghatározásának lehetősége. A löszminták lézerdiffrakciós szemcseméret vizsgálata során meghatározott eloszlásgörbék jellemzően bimodális lefutásúaknak adódtak. Porviharos események recens megfigyelései és mérési eredményei arra engednek következtetni, hogy a kisebb szemcsemé-



2. ábra: (a) Jellemző típusos löszminta mért szemcseeloszlása; (b) A szemcseeloszlás-görbe felbontása üledékpulációkra paraméteres függvényillesztéssel

sai a nedvesebb, melegebb klíma hatására talajosodási és mállási folyamatok révén vörösiszapokká alakultak, melyek hullóporos eredetű paleotalajként történő értelmezése lehetőséget teremt a globális korreláció idősebb rétegsorokra történő kiterjesztésére (Schweitzer és Szőőr 1997; Kovács 2008; Kovács et al. 2008). Jelenlegi ismereteink szerint az interglaciálisok, interstadiálisok alatt a maitól kevésbé eltérő légköri porkoncentrációval lehet számolni. A lehülési szakaszokban azonban a por mennyisége a hullóporos eredetű üledékek tanúbizonysága szerint jelentősen megnőtt. A közepes földrajzi szélességeken kialakult koncentrációnövekedés oly mértékű volt, hogy a számítógépes modellek az utolsó glaciális maxi-

ret-tartományban jelentkező másodlagos maximum kialakulásában a csaknem állandó háttérporok volt döntő szerepe (McTainsh et al. 1997). Típusos löszök esetében a bimodalitást a porviharok során felhalmozódó durvaszemcsés komponens és a finomszemcsés állandó háttérpor együttesen alakították ki. Mállott, áthalmozott vagy infúziós löszök szemcseméretét további, leülepedés utáni folyamatok módosították. Az üledékpulációkat Sun et al. (2002; 2004) alapján paraméteres függvényillesztés módszerével két folytonos, két-paraméteres Weibull-eloszlású függvényre bontva különíthetjük el. (Lásd: vonalak közötti részt.)

$$\text{Szemcseeloszlás} = V_1 + V_2 = \gamma_1 \times \left(\frac{a_1}{\lambda_1^{a_1}} \right) \times \left(\frac{x}{\lambda_1} \right)^{a_1-1} + \gamma_2 \times \left(\frac{a_2}{\lambda_2^{a_2}} \right) \times \left(\frac{x}{\lambda_2} \right)^{a_2-1}$$

ahol a_1, a_2 paraméterek a görbe alakját és csúcsosságát (osztályozottság), b_1, b_2 paraméterek a görbe pozícióját (szemcseméret) határozzák meg, míg c_1, c_2 súlyparaméterként szerepelnek a függvényillesztéskor. A mért szemcseeloszlási adatok és az illesztett függvény közötti lineáris regresszió (r^2) értéke a vizsgált több száz üledékminta esetében 0,98–0,99 közelében alakult (2. ábra).

A porkoncentrációt alapvetően az ásványi por mennyisége mellett a szemcsemérettől függő leülepedési idő határozza meg (3. ábra). A pleisztocén löszképződéskor uralkodó arid klíma a száraz ülepedési folyamatoknak kedvezett, így az ismert szemcseméret függvényében a szedimentációs sebesség (v_s), gömb alakú kvarc szemcséket feltételezve a Stokes-törvény szerint számítható:

$$v_s = \frac{d^2 \times \rho \times g}{18 \times \eta}$$

ahol d a részecske átmérője, ρ a sűrűsége (kvarc: $2,65 \text{ g cm}^{-3}$), g a nehézségi gyorsulás, η pedig a levegő dinamikus viszkozitási együtthatója.

Adott üledékpuláció jellemző szemcsemérete (d) a 62 mérési csatorna adatai alapján számítható:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^{62} x_i \times m_i}{\sum_{i=1}^{62} m_i}$$

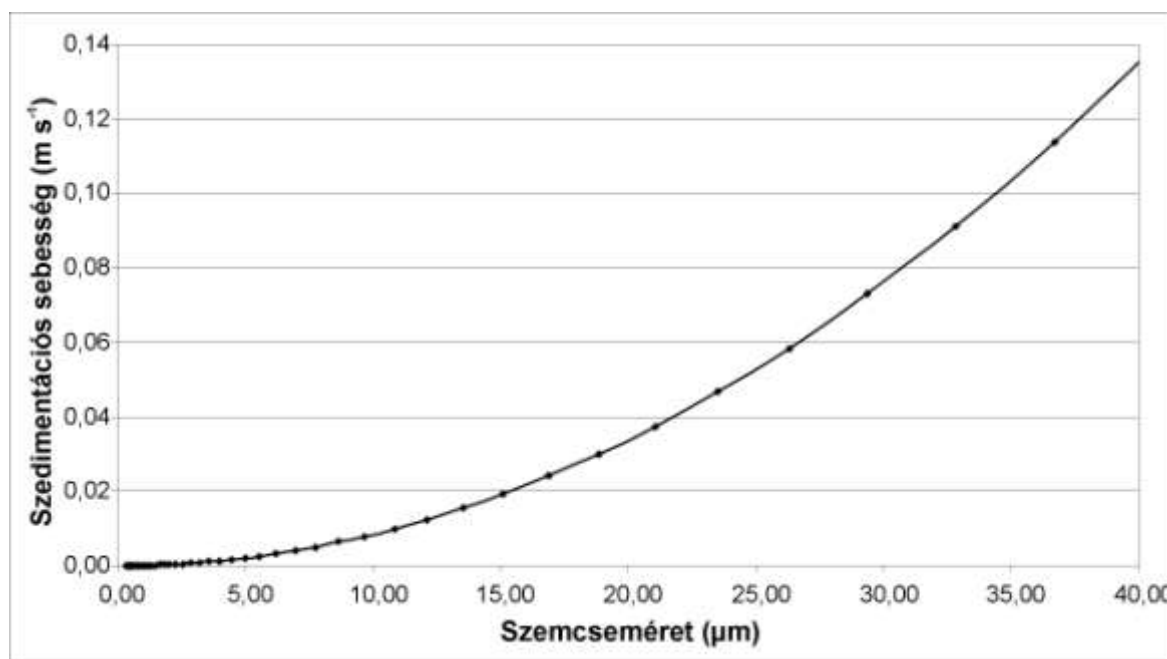
ahol d a szemcseméret, x_i a populáció i -edik mérettartománya, m_i az i -edik mérettartományba eső szemcsék tömegszázaléka. A szedimentációs sebesség meghatározásánál alkalmazott egyszerűsítések (gömbalak, kvarc-szemcsék) a végső eredményt nem befolyásolják döntően.

Az üledékpulációk közül az állandó háttérpor adatai kerültek felhasználásra a porkoncentráció számításakor. Az epizodikus porviharok gyakoriságáról megbízható adatokkal nem rendelkezünk, illetve a nagyobb méretű szemcsék rövidebb légköri tartózkodási ideje és a leülepedés után gyakori újraerodálódása is indokolta a számításokból való mellőzésüket.

bességgel vett hányadosa a légköri ásványi por koncentrációját (C) adja meg:

$$C [\mu\text{g m}^{-3}] = DF / v_s.$$

A légköri por mennyiségének meghatározásához szükséges akkumulációs adatok a számítások legbizonytalanabb tényezői. A hazai lösz-paleotalaj sorozatok nem teljesek, a különböző okokra visszavezethető lepusztulási periódusok során kialakult réteghiányok mértéke az esetek többségében nehezen meghatározható. Ebből kifolyólag a szedimentációs ráta értéke, továbbá a porfelhalmozódás mértéke még viszonylag kis területen belül is jelentős eltéréseket mutathat a geomorfológiai helyzettől függően. A késő-pleisztocén éghajlatának sajátos, gyakori, nagy



3: ábra: A szedimentációs sebesség értékei a szemcseméret függvényében.

A légköri por mennyiségének meghatározása rétegtani adatok alapján valósítható meg. A löszösszletek rétegvastagságának és a lerakódási kornak a hányadosából számított szedimentációs ráta (SR) értéke a por mennyiségével egyenesen arányos:

$$SR [\text{m s}^{-1}] = \text{rétegvastagság} / \text{kor}.$$

A poranyag lerakódás utáni kompaktációjából és a képződött lösz porozitásából adódó pontatlanságot a szedimentációs ráta és az üledék sűrűségének szorzatából számított porfluxus (DF) érték használatával küszöbölhetjük ki:

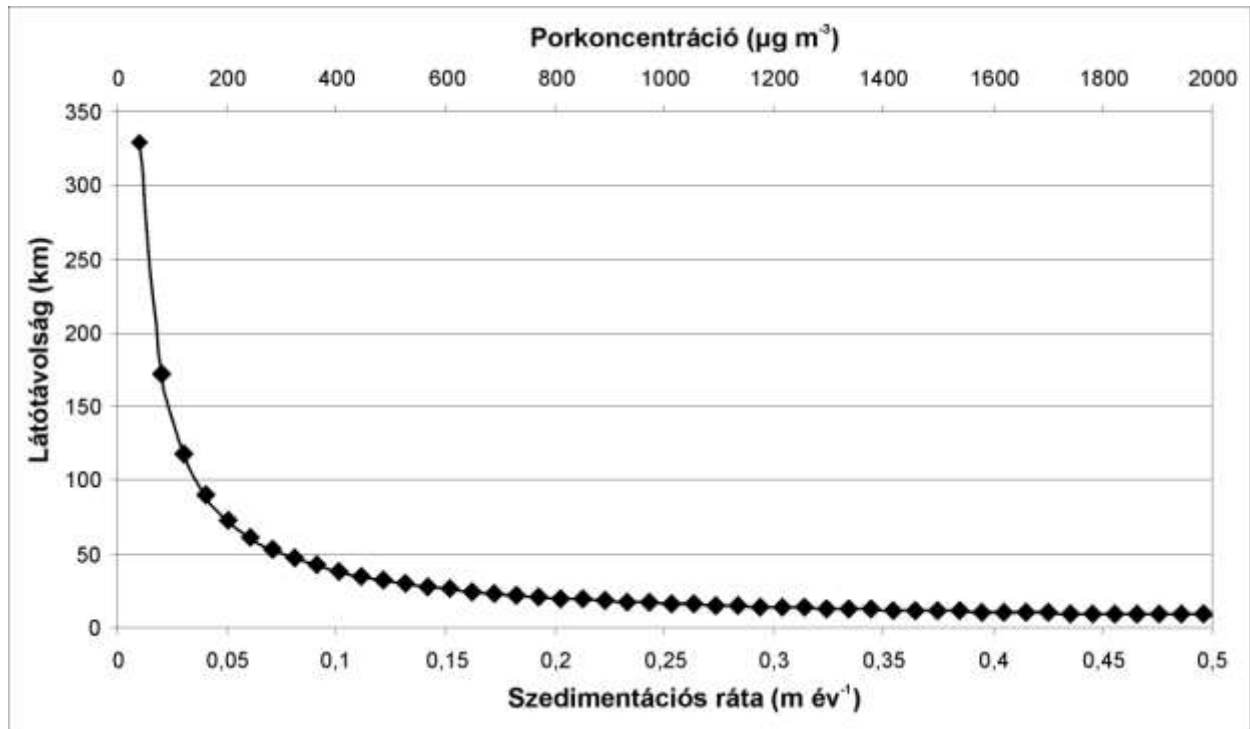
$$DF [\text{g m}^{-2} \text{s}^{-1}] = SR \times \rho.$$

Ezáltal az egységnyi idő alatt egységnyi területre hullott por tömegét kapjuk meg, melynek a szedimentációs se-

amplitúdójú kilengései az eolikus szedimentációt is befolyásolhatták. A Dansgaard-Oeschger ciklusok kimutatása hazai löszsorozatokban eddig teljes bizonyossággal még nem történt meg. Más területek hullóporos rétegsoraiban azonban a rövid távú éghajlat-módosulások üledékképződést módosító hatásai azonosításra kerültek már (Porter 2001; Rousseau et al. 2002). Tehát a szedimentációs ráta egyes periódusokban jelentősen lecsökkenhetett, a löszképződés feltételei a késő-pleisztocén glaciálison belül sem voltak mindig adottak. További problémát jelentenek a nem megfelelő koradatok is, melyek valódi koránál gyakran jelentősen fiatalabbnak tüntetik fel az üledéket. A rétegtani hiátusok és a nem kellően pontos kormodellek a szedimentációs ráta alul-, illetve felülbecsléséhez vezetnek. Mindezek következtében csupán egy viszonylag hosszú időintervallumra vonatkozó átlagos porkoncentráció meghatározására nyílik lehetőség.

Eredmények és következtetések. A légköri por mennyiségével egyenesen arányos átlagos szedimentációs ráta késő-pleisztocén értékének meghatározása a korábban említett okok miatt nehéz kérdés. A szakirodalmi adatok alapján jelentős eltérések mutatkozhatnak már egyetlen

porkoncentráció alapján a látótávolság meghatározására, mely paramétert eddig még szintén nem alkalmaztak az öskörnyezeti rekonstrukciókban. A többféle megközelítés közül, a szakirodalmi adatok alapján *Patterson – Gillette* (1977) által definiált képlet tükrözi leginkább a va-



4. ábra: A porfelhalmozódás sebessége, a légköri porkoncentráció és a látótávolság kapcsolata.

lőszfeltárás esetében is. A hazai és szomszédos országok lőszsorozatainak (pl. *Novothy et al.* 2009; *Galovic et al.* 2009; *Antoine et al.* 2009) adatait is felhasználva a számításokban $0,2 \text{ mm}$ évenkénti szedimentációs ráta került alkalmazásra. Ezt a típusos lősz $1,65 \text{ g cm}^{-3}$ átlagos sűrűség értékével beszorozva a porfluxust határozhatjuk meg, melyre így $330 \text{ g m}^{-2} \text{ év}^{-1}$ -et kapunk. A kiválasztott, Kárpát-medence különböző pontjairól származó típusos lőszök szemcseeloszlási vizsgálataiban során jelentős eltérések nem voltak megfigyelhetők, a számításokhoz felhasznált lőszminták jól reprezentálják a jellemző granulometriai sajátosságokat. A paraméteres függvényillesztés módszerével elkülönített finomszemcsés, háttérpor komponens jellemző szemcsemérete $4,1\text{--}4,4 \mu\text{m}$ -nek adódott, mely szemcseátmérőhöz a Stokes-törvény szerint $1,42\text{--}1,63 \times 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$ szedimentációs sebesség tartozik.

Az átlagos porkoncentrációt a finomszemcsés üledékpuláció részarányaival ($12,65\text{--}17,95\%$) súlyozott porfluxus és a szedimentációs sebesség hányadosaként határozhatjuk meg. A fenti adatok alapján a késő-pleisztocén háttérpor koncentrációja $810\text{--}1240 \mu\text{g m}^{-3}$ közé tehető. Nagyságrendileg tehát ezzel az értékkel számolhatunk az utolsó glaciális időszak idejére vonatkozóan, azonban ki kell emelni, hogy a nagyobb méretű szemcsék lerakódásakor, a heves porviharok során a porkoncentráció a többtízezer $\mu\text{g m}^{-3}$ -t is elérhette. Jelenkori porviharok megfigyelési adatai lehetőséget teremtenek a

lős viszonyokat:

$$\text{Látótávolság [km]} = 10\,507 \times C^{-0,935}$$

Különböző por-felhalmozódási értékek és porkoncentráció mellett a 4. ábra mutatja a látótávolság változását. A késő-pleisztocénre meghatározott átlagos értékek esetében a látótávolság mintegy $13,5\text{--}20 \text{ km}$ közöttinek adódott.

Összefoglalás. A pleisztocén során felhalmozódott lőszök, illetve az ezeket tagoló fosszilis talajok sorozata az utolsó mintegy $2,6$ millió év paleoklimáját nagyszerűen archiválták számunkra. Az éghajlat viszonylag kisléptékű módosulásai is nyomon követhetők a rétegsorokban. Különösen a lerakódott szemcsék mérete tükrözi jól a megváltozott légkördinamikai folyamatokat. A poranyag felhalmozódási sebessége és a szemcsék szedimentációs sebessége révén lehetőségünk van a múltbéli porkoncentráció alakulásának nyomon követésére. A teljes pleisztocénre vonatkozóan lőszsorozataink nem teszik lehetővé az értékek meghatározását, de a globális referenciagörbékkel történő korreláció során az eolikus szedimentáció főbb jellemzői azonosíthatók. A felső-pleisztocén lőszök adatsorai azonban már kellően ismertek ahhoz, hogy bizonyos fokú pontossággal számszerűsíthessük az átlagos porkoncentrációt. A cikkben bemutatott számítások alapján a késő-pleisztocén jellemző porkoncentrációja $810\text{--}1240 \mu\text{g m}^{-3}$ között alakult, melynek függvényében a látótávolság értéke is megbecsülhető. E két paraméter

korábbi ösföldrajzi rekonstrukciókban nem szerepelt még, holott a porviharok által légkörbe juttatott ásványi por jelentős hatással volt a pleisztocén klimatikus és környezeti folyamatokra. Ugyanakkor, ezek az adatok a Kárpát-medencében, a csaknem állandó háttérporra egy viszonylag hosszú, egyes szakaszaiban eltérő klimatikus viszonyokkal jellemezhető időszakra vonatkozó átlagos értékek. A pontosabb, nagyobb felbontású, egy-egy szűkebb területre jellemző koncentráció meghatározásával mindezek további pontosítása szükséges.

Irodalom

- Antoine, P., Rousseau, D. D., Fuchs, M., Hatté, C., Gauthier, C., Marković, S. B., Jovanović, M., Gaudenyi, T., Moine, O. and Rossignol, J., 2009: High-resolution record of the last climatic cycle in the southern Carpathian Basin (Surduk, Vojvodina, Serbia) *Quaternary International* 198(1–2), 19–36.
- EPICA community members, 2004: Eight glacial cycles from an Antarctic ice core. *Nature* 429, 623–628.
- Gábris, Gy., 2007: The relation between the time scale of the Quaternary surface processes and oxygen isotope stratigraphy – according to the loess–paleosol sequences and river terraces in Hungary. *Földtani Közöny* 137, 515–540.
- Galović, L., Frechen, M., Halamić, J., Durn, G. and Romić, M., 2009: Loess chronostratigraphy in Eastern Croatia – A luminescence dating approach. *Quaternary International* 198(1–2), 85–97.
- Kohfeld, K. E. and Harrison, S. P. (2001): DIRTMAP: the geological record of dust. *Earth-Science Reviews* 54(1–3), 81–114.
- Kohfeld, K. E. and Harrison, S. P., 2003: Glacial-interglacial changes in dust deposition on the Chinese Loess Plateau. *Quaternary Science Reviews* 22, 1859–1878.
- Konert, M. and Vandenberghe, J., 1997: Comparison of laser grain-size analysis with pipette and sieve analysis: a solution for the underestimation of the clay fraction. *Sedimentology* 44, 523–535.
- Kovács, J., 2008: Grain-size analysis of the Neogene red clay formation in the Pannonian Basin. *International Journal of Earth Sciences* 97, pp. 171–178.
- Kovács, J., Varga, Gy. and Dezső, J., 2008: Comparative study on the Late Cenozoic red clay deposits from China and Central Europe (Hungary). *Geological Quarterly* 52, 369–382.
- Lisiecki, L. and Raymo, M. E., 2005: A Pliocene–Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography* 20, PA1003.
- Mahowald, N. M., Muhs, D. R., Levis, S., Rasch, P. J., Yoshiooka, M., Zender, C. S. and Luo, C., 2006: Change in atmospheric mineral aerosols in response to climate: Last glacial period, preindustrial, modern, and doubled carbon dioxide climates. *Journal of Geophysical Research* 111, D10202.
- McTainsh, G. H., 1987: Desert loess in northern Nigeria. *Zeitschrift für Geomorphologie* 31, 145–165.
- Novothy, A., Frechen, M., Horváth, E., Bradák, B., Oches, E. A., McCoy, W. D. and Stevens, T., 2009: Luminescence and amino acid racemization chronology of the loess–paleosol sequence at Süttő, Hungary. *Quaternary International* 198(1–2), 62–76.
- Patterson, E. M. and Gillette, D. A., 1977: Measurements of visibility vs. mass concentration for airborne soil particles. *Atmospheric Environments* 10, 83–96.
- Pécsi, M., 1968. Loess. In: R.W. Fairbridge (ed.): *The Encyclopedia of Geomorphology*, Reinhold, New York, pp. 674–678.
- Pécsi, M. and Schweitzer, F., 1995: The lithostratigraphical, chronostratigraphical sequence of Hungarian loess profiles and their geomorphological position. In: Pécsi, M., Schweitzer, F. (eds.): *Loess InForm 3. Concept of loess, loess-paleosol stratigraphy*. MTA FKI, Budapest, pp. 31–61.
- Porter, S. C., 2001: Chinese loess record of monsoon climate during the last glacial–interglacial cycle. *Earth-Science Reviews* 54, 115–128.
- Rousseau, D.D., Antoine, P., Hatté, C., Lang, A., Zöller, L., Fontugne, M., Ben Oothman, D., Luck, J.M., Moine, O., Labonne, M., Bentaleb, I. and Jolly, D., 2002: Abrupt millennial climatic changes from Nussloch (Germany) Upper Weichselian eolian records during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews* 21, 1577–1582.
- Schweitzer, F. and Szöör, Gy., 1997: Geomorphological and stratigraphical significance of Pliocene red clay in Hungary. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband* 110, 95–105.
- Sun, D., Bloemendal, J., Rea, D.K., An, Z., Vandenberghe, J., Lu, H., Su, R., and Liu, T.S., 2004: Bimodal grain-size distribution of Chinese loess, and its paleoclimatic implications. *Catena* 55, 325–340.
- Sun, D., Bloemendal, J., Rea, D.K., Vandenberghe, J., Jiang, F., An, Z. and Su, R., 2002: Grain-size distribution function of polymodal sediments in hydraulic and aeolian environments, and numerical partitioning of the sedimentary components. *Sedimentary Geology* 152, 263–277.
- Tegen, I., Lacis, A.A., Fung, I., 1996: The influence of mineral aerosols from disturbed soils on climate forcing. *Nature* 380, 419–422.
- Varga Gy., 2010: Gondolatok a porviharok és a klimatikus, környezeti folyamatok összefüggéseiről. *Földrajzi Közlemények*. 134 (1), 1–14.

KISLEXIKON

POCKET ENCYCLOPAEDIA

Somfalvi-Tóth Katalin

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38, toth.k@met.hu

folytatás a 105.oldalon

ZIVATAROS JÚLIUS SOPRONBAN ÉS KÖRNYÉKÉN

STORMY JULY IN SOPRON AND ITS NEIGHBOURHOOD

Roszik Róbert¹, Kiss Márton²

¹Országos Meteorológiai Szolgálat, 9099 Pér-Repülőtér *roszik.r@met.hu*,

²Országos Meteorológiai Szolgálat, 9400 Sopron, Kuruc krt. 6. *kiss.marton@met.hu*

Összefoglalás. 2008 júniusa és az azt követő nyári hónapok bővelkedtek nagy zivatarokban és felhőszakadásokban. A 2012-es év júliusa még túl is szárnyalta a négy évvel azelőtti júniust, mert a lehullott csapadék és a zivataros napok száma is több volt. A különlegesség az, hogy e zivatarok némelyike 35 fok körüli maximumok után tört ki heves kísérelésekkel, amit korábban csak nagyon ritkán lehetett tapasztalni, legalább is Sopronban. Ezen írás összefoglalja a júliusi eseményeket, miközben összehasonlítja a tárgyévi zivatarokat néhány korábbi évvel.

Abstract. June 2008 and the following summer months abounded in big thunderstorms and cloudbursts. July of the year 2012 even exceeded it with more rainfall and higher number of stormy days recorded. The speciality of it is that some of these thunderstorms broke out with fervid accompanying phenomena after maxima around 35 degrees that we experienced very rarely earlier, at least in Sopron. This paper summarizes the July events while compares the current year's thunderstorms with some previous years.

Bevezetés. A 2011. év csapadék tekintetében jelentősen az átlag alatt produkált, hiszen az elvárható 670,7 mm helyett mindössze 526,5 mm esett. A 2012. év első hat hónapja nem bővelkedett csapadékban. A féléves csapadékösszeg 225,0 mm volt, szemben az átlagos 300,9 mm-rel. Mivel a téli hótakaró is hiányzott – csak februárban alakult ki néhány napra hótakaró –, így jelentős csapadékhiány keletkezett. A nyár első hónapja is átlag alatti csapadékkal zárult. Jogos volt a kérdés, hogy a július ott folytatja-e, ahol a június és az azt megelőző hónapok tették? Nem folytatta, sőt jelentősen túl is teljesítette az elvárásokat. A lehullott csapadék mennyisége általában 85,8 mm (*Győr*) és 142,6 mm (*Himod*) között változott, nyugat felé fokozatosan növekedett. Ezek az összegek az átlagos érték 166 és 213%-a. A szokásos júliusi mennyiséghez képest kiemelkedő értékek, azonban a Sopron térségében lehullott csapadékhoz képest csekély összegek: Sopronban 280,3 mm-t mértünk, ami a sokévi átlag 408.0%-a, azaz majdnem félévnyi mennyiség egy hónap alatt! Összehasonlításképpen: 2000-ben Szege-

den egész évben mértek 203 mm-t. Megyénkben az aszály jelentősen enyhült, Sopron környékén megszűnt, a talajok telítetté váltak. A Soproni-hegységben még ennél is több eső esett: Brennbergbányán 346,5 mm, Hermesén 373,9 mm-t mértünk, ami a megyében eddig mért 319,2 mm-es 1957. júliusi, Csornán rögzített értéket is jóval meghaladta. A zivataros napok számában egyértelműen rekord volt. Sopronban 1901 óta, Sopronhorpácson és Győrben 1951 óta vezetett adatsorban nem találunk még egy ilyen zivataros hónapot. Sopronban 17, Sopronhorpácson 16, Győr-Péren 15 zivataros napot jegyeztek fel. Megyénkben eddig az egy hónap alatt feljegyzett maximális zivataros napok száma 2008 júniusában volt, amikor Sopronhorpácson 15 napon keresztül volt zivatar. Akkor Sopronban is 14 napon dördült meg az ég.

Egy kis statisztika. Az 1901-2000 közötti átlag Sopronban júniusban 5, júliusban 6 és augusztusban 4 zivataros nap. Ehhez képest a négy évvel ezelőtti júliusi 14 és a 2012. évi júliusi zivatarok száma egészen kiemelkedő.

1. táblázat: Tíz nap feletti zivataros napok Sopronban (1901-2012)

Év	Hónap	Zivataros napok	Havi csapadék (mm)	Zivataros csapadék (mm)	Maximális zivataros csapadék (mm)
1953	május	11	38,0	10,7	6,0
1964	június	11	51,9	40,8	41,2
1965	június	11	112,8	74,1	31,2
1970	augusztus	12	82,7	43,9	19,3
1975	június	12	138,9	40,4	24,6
1975	augusztus	11	48,2	32,6	15,6
1982	augusztus	13	175,6	35,0	18,8
1989	június	12	60,7	14,5	4,0
2008	június	14	248,8	188,9	74,4
2012	július	17	280,3	165,2	60,1

Tíz feletti nap alig található a statisztikákban. Mindössze néhány olyan év van az Országos Meteorológiai Szolgálat adatbázisában, amikor ennél magasabb értéket rögzítettek.

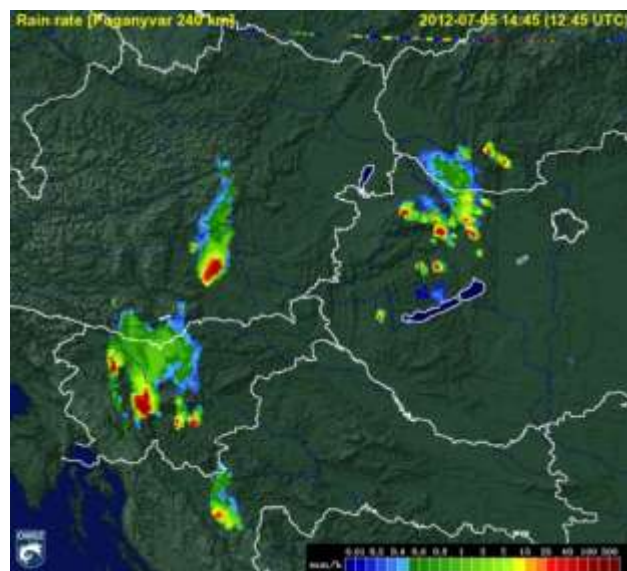
Az 1. táblázatban az évek mellett feltüntettük a havi csapadékösszeget és a zivataros csapadékösszeget is,

2. táblázat: 2012. júliusi zivatarok csapadékai

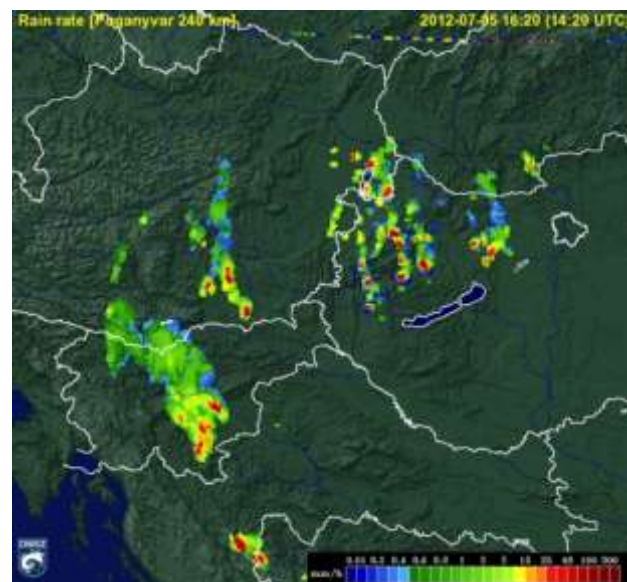
Napok	Napi csapadék	Zivatarból
07.03.	6,0	5,8
07.05.	60,1	55,7
07.06.	0,1	0,1
07.09.	5,1	4,4
07.10.	15,0	13,6
07.11.	31,6	20,0
07.13.	8,0	1,3
07.15.	11,0	0,6
07.19.	4,9	2,3
07.20.	36,4	30,5
07.24.	19,3	2,5
07.25.	38,7	14,5
07.26.	1,3	1,2
07.28.	7,3	7,0
07.29.	6,0	5,7
Összesen	250,8	165,2

sőt a zivatarból leesett maximális csapadékot is. Látható, hogy a korábbi évek meg sem közelítik a 2008. és a 2012. évi mennyiségeket. Ezen kívül a 2012. júliusi zivataros napok csapadékát és a tisztán zivatarból lehullott mennyiségeket is bemutatjuk a második táblázatban. Itt a QLC50 automata által mért összegeket egészen pontosan ki lehetett számolni a jegyzetrotvat alapján (2.táblázat).

2012.07.05. Felhőszakadás és jégeső a hőség után. Ezt a napot mintegy bevezette a július 3-4-i késő estétől kora reggelig tartó zivatar. Akkor a leesett mennyiség 6 mm volt, de látványos villám- és dörgéssparádé „szórakoztatta” az aludni, pihenni vágyókat és a virrasztó észleelőket. Negyedikén a nap csendesen telt, a meleg kissé visszafogottabb volt. Az előző napon mért 36,9 °C helyett „csak” 32,4 °C volt. Másnap reggel *Ac* és *Ci* felhőzet uralkodott. Dél előtt megjelentek bátyafelhők (*Ac cast*), jelezvén, hogy labilis a légállapot és lehet számítani legalább zivatarfelhő kialakulására a nap folyamán. Nyomott, meleg volt és a déli órákra már 35 fok körülire melegedett a levegő. Kora délután megindult a gomolyfelhők képződése, de ekkor még eléggé erőtlennek mutatkoztak. A radarképen először Győrtől délies irányban mutatkoztak csapadéggócok, amelyek erősödve közelítettek a város felé. (1.ábra). Később a



1. ábra: Radarkép 2012. július 5-én 14:45-kor



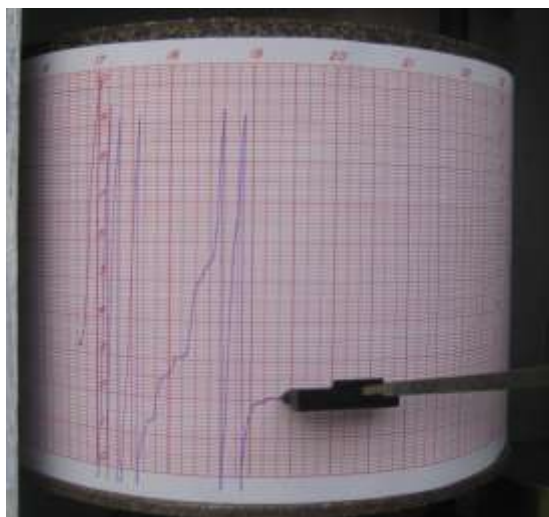
2. ábra: Radarkép 2012. július 5-én 16:20-kor



3. ábra: Gomolyfelhők Sopron felett 2012. július 5-én délután

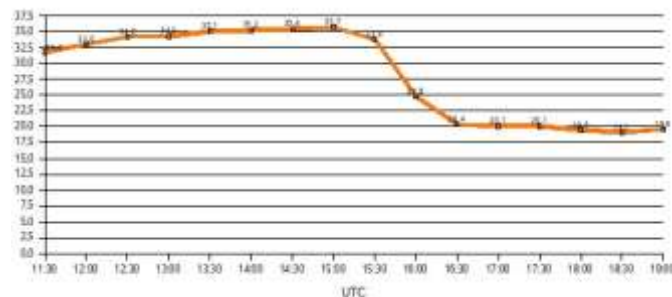
3. táblázat: Havi csapadék Győr-Moson-Sopron-megye, 2012. július (100 mm feletti összegek)

Állomás	Havi csapadék (mm)	Napi maximum	Nap
Brennbergbánya	346,5	69,2	06.
Sopron Görbehalom	339,5	55,2	06.
Sopron Muck-kilátó	308,3	96,9	25.
Kuruc-domb	280,3	60,1	05.
Sopron Kertváros	251,1	55,5	05.
Sopron Egyetem	249,1	58,3	05.
Nagyecenk	229,2	36,3	25.
Fertőújlak	189,5	37,8	25.
Fertőd	187,9	33,8	28.
Fertőszentmiklós	185,3	34,0	28.
Csapod	169,7	33,6	05.
Sopronhorpács	165,3	25,1	24.
Lövő	162,9	24,0	24.
Beled	161,5	29,6	29.
Csorna	151,3	42,0	05.
Himod	142,6	22,5	24.
Veszvény	141,3	31,1	28.
Kapuvár	140,3	22,1	28.
Markotabödöge	119,1	24,6	28.
Vág	115,9	23,0	28.
Bősárkány	115,4	22,7	28.
Árpás	114,9	24,9	11.
Győr Ménfőcsanak	113,1	36,7	28.
Hédervár	110,2	23,2	20.
Mosonmagyaróvár	108,6	22,1	20.
Ravaszd	104,7	14,0	05.



5. ábra: Hellmann-féle csapadékiró 2012. július 5-i szalagja

csapadékot adó zivatarcellák (2. ábra). 14 óra után erőteljes fejlődésnek indultak a gomolyfelhők. Egyre több mérsékelt függőleges kiterjedésű gomolyfelhő (*Cu med* - 3. ábra) képződött és gyorsan alakultak át tornyos gomolyfelhővé (*Cu cong*). A felhők szinte nyílegyenesen törtek felfelé. Az egyes gomolyok továbbfejlődve már el is érték a legfejlettebb, üllős zivatarfelhő (*Cb inc*) foko-



4. ábra: A hőmérséklet változása 2012. július 5-én.

zatot. Közben a délkeleti égbolton a győri zivatarfelhő üllője előtt *Cu con*, *Cb calv*, *Cb inc* képződött (3. ábra). Kisvártatva a hegyek felé már csapadéksávokat (*virga*) is látni lehetett, miközben az ég is megdördült. Ahogy közeledett, a szél megerősödött, majd eleredt az eső is. Először csak permetszerűen, majd több hullámban szinte vízszintesen szakadt a megerősödő szélben. A levegő is gyorsan lehűlt a korábbi 36,0 fokról 19,1 fokra (4. ábra). Az estig leesett csapadék 59,9 mm, a tízperces maximum 11,3 mm volt. A jég szemek cseresznyemag és mogyoró méretűek voltak, legalább is a szerzők megfigyelési pontján a vasútállomás környékén. A csapadékhullás hevességét jól szemlélteti a soproni állomáson még működő Hellmann-féle csapadékiró aznapi szalagja (5. ábra). A látástávolság 100-200 m-re romlott a csapadékhullás leghevesebb szakaszában.

2012.07.19. Hidegfronti zivatar, apró tubával. A zivatar a kora esti órákban érkezett. Zivatar előtt, ezen a napon az átmeneti hűvösebb időszak után ismét 30 fok feletti maximumot (31,4 °C) mért a kurucdombi automata. A zivatar nem volt túl erős, de így is futotta jó néhány lecsapó villámra és hangos dörgésre. A már távolodóban levő zivatarfelhőt fotóztuk, amikor a felhőzet alján egy



6. ábra: Elvonuló felhőzet.

kis nyúlvány jelent meg. Persze egyből senki nem gondolt arra, hogy egy felhőből leereszkedő nyúlvánnyal van dolgunk, de aztán megbizonyosodtunk róla, hogy bizony ez egy kis tuba. Sokáig nem tartott a jelenség, mindössze néhány percig, de ez a néhány perc sokáig emlékezetessé varázsolta ezt a zivatart. A zivatar látványos égképpel és szép naplementével búcsúzott a várostól (6. ábra). A lehullott csapadék 4,9 mm, a szélökés maximuma $18,8 \text{ ms}^{-1}$ volt 276° irányból.

2012.07.25. Szokatlan mozgást tanúsító zivatarcella.

A felettünk örvénylő magassági hidegcsepp következtében a hajnali, reggeli óráktól intenzív esőzés és záporok jellemezték az időjárást. A csapadék megszűnése után fülledt maradt a levegő annak ellenére, hogy a nap még jó ideig nem sütött ki. A párás, meleg levegőben aztán estére erősödött a gomolyfelhők képződése. Este hét után már az ég is megdörrent, csak éppen azt nem tudta az ember, hogy a felhők merre akarnak haladni. Először dél-délkelet felől dörgött, majd egyre határozottabb lett a nyugat-délnyugati irány, miközben a Károly-magaslat felé egyre alacsonyabb és sötétebb felhőzet mutatkozott és erősödő elektromos aktivitás mellett kissé közelített a felhőzet, vagy inkább vánszorgott. Fél kilenc körül látványos csapadéksáv közeledett. Eközben rózsaszínes fényű villámlások és hatalmas dörgések tették még fenye-

getőbbé az amúgy sem nyugalmat keltő égképet. A hirtelen lezúduló nagy mennyiségű csapadék nemcsak rekordot eredményezett, de károkat is okozott. Jól érzékelti ezt a 8. ábra. Nagyon érdekes volt, ahogy a peremfelhő a megszokottal ellentétben nem mozgott gyorsan, inkább araszolt. A délelőtti heves záporok és e zivatar csapadéka összesen 38,7 mm lett.

Összefoglalás. A júliusi csapadékösszeg Sopronban és környékén igen jelentős lett, közel négyszerese az átlagnak, miközben az ország többi részén az egyre súlyosbodó aszály okozott gondokat. A Sopron és környéki valamint a megye legjelentősebb csapadékait a 3. táblázat tartalmazza. A sok csapadék következtében a július elejére majdnem kiszáradó hegyi patakok vize jelentősen megduzzadt és az erdei utakat is kivájta a lezúduló víz. A száraz erdő is újjáéledt. A növények frissek, üdék lettek és a gombák is növekedésnek indultak. A sok csapadéknak köszönhetően valóságos gombadömping alakult ki a hegyvidéken a gombaszedők örömeire.

Az adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat IN-DA adatbázisából származnak.

Köszönetnyilvánítás. A képeket Jóna Gergely, Kovács Péter, Kuti Péter és Schmidt Dávid készítette. A szerzők ezúton fejezik ki köszönetük a közlés jogáért.



7. ábra: Alkonyi égkép a 2012. július 5-i zivatar után



8. ábra: Csapadékhullás miatt megrúszott hegyi patak

2013 NYARÁNAK IDŐJÁRÁSA WEATHER OF SUMMER 2013

Vincze Enikő

Országos Meteorológiai Szolgálat, H-1525 Budapest, Pf. 38., vincze.e@met.hu

Az idei nyár országos átlagban hozzávetőleg másfél fokkal melegebbnek bizonyult a megszokottnál, ezzel az idei lett a 10. legmelegebb nyár 1901 óta a homogenizált, interpolált adatok alapján. Ezen belül augusztus a 7. legmelegebb augusztus, július pedig a 12. legmelegebb július volt hazánkban. A csapadékmennyiségek tekintetében is kiemelkedő volt ez az időszak: a 6. legszárazabb július mellett a 2013-as a 9. legszárazabb nyár 1901 óta.

Június. 2013 júniusában hazánk nagy részén melegebb volt a megszokottnál. A legtöbb helyen 18 – 20 °C között alakult a havi átlaghőmérséklet, ugyanakkor az ország keleti területein és Budapest környékén 20 – 21°C közötti értékek jelentkeztek. Alacsonyabb hőmérsékleteket csak az Északi-közép-hegységben figyelhetünk meg. Az ország legnagyobb területén +0,5-1 °C közötti hőmérsékleti anomália adódott a sokévi átlaghoz képest; a legnagyobb különbségek ÉK-en alakultak ki (+1,5 – 2 °C). A hónap a megszokottnál hűvösebb napokkal indult. 9-11-e között az átlag körül mozogtak az értékek, majd 15-23-a között egy hőhullámnak köszönhetően a hónap legmelegebb periódusa következett. A legmelegebb nap 20-a volt, az országos napi átlaghőmérséklet ekkor a 27 °C-ot is meghaladta. 24-ét követően normál alatti napi átlaghőmérsékletek voltak jellemzőek az ország nagyobb részén. Több országos napi rekordot is jegyeztünk a hónapban: június 19-én és 20-án a napi abszolút maximumhőmérséklet új értékei rendre 37,3 °C (Kelebia) és 37,0 °C (Budapest Újpest). A középhőmérsékletek sokévi napi maximumára is ebben az időszakban született rekord: 19-én a Budapest belterület állomásunkon mért 29,9 °C, 21-én pedig a Dunaújvárosban mért 29,6 °C új rekord. Országos átlagban 15 nyári napot regisztráltunk (napi maximumhőmérséklet, azaz $t_x \geq 25$ °C), mely megegyezik a sokévi átlaggal. Hőségnapból ($t_x \geq 30$ °C) már több, 3 helyett 7 jelentkezett, és forró napból ($t_x \geq 35$ °C) is jegyeztünk egyet, holott a sokévi átlag alapján júniusban nem szokott forró nap előfordulni.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

37,3 °C, Kelebia (Bács-Kiskun megye), június 19.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

4,2 °C, Nagykanizsa (Zala megye), június 28.

Hazánk túlnyomó részén a megszokott csapadékmennyiség 60 – 90%-a hullott le 2013 júniusában; DNy-on 30-50%, ÉK-en pedig 160 – 240% közötti ez az érték. Jellemzően 40 – 60 mm közötti csapadékösszegeket regisztráltunk; a legcsapadékosabb részekben, ÉK-en nem volt ritka a 100-120 mm közötti érték sem, míg a legszárazabb területeken, így például Baján és Csongrádon 10 – 20 mm közötti csapadékösszegeket jegyeztünk. 2013 májusának utolsó és júniusának első napjaiban rövid idő alatt nagy mennyiségű csapadék hullott le a Duna felső vízgyűjtőjében, elsősorban Győr és Linz között, mely a Duna megáradásához vezetett. A 2013-as dunai árvízről bővebben olvashatnak honlapunk tanulmányai között (www.met.hu).

Csapadékos napból (napi csapadékösszeg, azaz $r \geq 0,1$ mm) 10-et jegyeztünk 2013 júniusában (1971-2000-es normál: 11 nap), zivataros napból pedig 3-at (sokévi átlag: 4 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

188,8 mm, Szentlélek (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

10,7 mm, Csongrád (Csongrád megye)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

75,0 mm, Szikszó (Borsod-Abaúj-Zemplén megye), június 24.

Július. 2013 júliusa országos átlagban több mint másfél fokkal melegebbnek bizonyult a megszokottnál. Hazánk legnagyobb részén a havi középhőmérséklet 21– 23 °C között alakult.

A legmagasabb havi átlagértéket Szegedről jelentették (24,4 °C), a legenyhébb júliust pedig Kékestetőn regisztráltuk (16,9 °C). A normálhoz képest számított anomáliában K-Ny irányú növekedés volt megfigyelhető: míg keleten 1 – 1,5 °C-kal regisztráltunk magasabb értékeket, addig a nyugati határszélen 2,5-3 °C-kal is melegebb volt az ilyenkor szokásosnál. A napi középhőmérsékletek országos átlagban zömmel a normál felett alakultak a hónap során. Mindössze két időszakban, július első két napján és a 11-17. közötti időszakban léptek fel a megszokottnál alacsonyabb értékek; 17-étől töretlenül az átlagnál melegebb napok következtek. 24-étől a hónap végéig hőhullámos periódusokban volt részünk. Országosan a legmelegebb júliusi nap is a hőhullám ideje alatt, 29-én jelentkezett, ekkor három új országos napi hőmérsékleti rekord is született hazánkban: Baja Csávoly állomásunk 40,0 °C-os maximumhőmérséklete, Tata 26,2 °C-os minimumhőmérséklete és Budapest belterület mérőhelyünk 31,4 °C-os középhőmérséklete mind új napi rekord. 28 nyári napot, 12 hőségnapot és 2 forró napot jegyeztünk a hónapban (sokévi átlagok rendre: 21, 7 és 0 nap).

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:

40,0 °C, Baja Csávoly (Bács-Kiskun megye), július 29.

A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:

4,7 °C, Nagykanizsa (Zala megye), július 1.

A forróságot hozó hőhullám mellett júliusban a szárazság is igen meghatározónak bizonyult hazánkban: 2013 júliusa a 6. legszárazabb július 1901 óta. Főleg az ország középső részén, de északon is többfelé szinte nem hullott mérhető csapadékmennyiség az egész hónap során (0 – 5 mm között), a legnagyobb területeken is 0 – 10 mm közötti a jegyzett mennyiség. Mindössze DNy-on és ÉK-en jelentkezett 25 – 90 mm közötti havi összeg. Az 1971-2000-es sokévi átlaghoz viszonyítva is egyértelmű a nagymértékű szárazság az ország területén: a júliusban megszokott csapadékmennyiségnek jellemzően 0 – 40%-a hullott le; országos átlagban a normál mindössze 26%-át jegyeztük. Csak elszórtan találhattunk olyan területeket, ahol a lehullott csapadékmennyiség a sokévi átlag közelében volt. Országos átlagban 6-án, majd 11-én hullott a legtöbb csapadék, hozzávetőleg 4 és 3 mm. A hónap többi napján 2 mm alatti átlagokat jegyeztünk, 14 napon pedig nem hullott mérhető mennyiség. Ezen kívül még 10 naphoz tartozik igen alacsony, 1 mm alatti érték.

Négy csapadékos nap jelentkezett országos átlagban, mely a normálnak (9 nap) kevesebb mint fele. Zivataros napból 2-t jegyeztünk (normál: 4 nap).

A hónap legnagyobb csapadékösszege:

96,4 mm, Füzérkamlós (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)

A hónap legkisebb csapadékösszege:

0,0 mm nyolc mérőhelyen (Szob, Adony, Karancseszki, Karancsalja, Nógrád, Rád, Salgótarján, Jászberény)

24 óra alatt lehullott maximális csapadék:

57,9 mm, Sármellék (Zala megye), július 6.

Augusztus. Az idei augusztus kivétel nélkül mindenhol melegebb volt a megszokottnál; a 22 °C-os országos havi átlag több

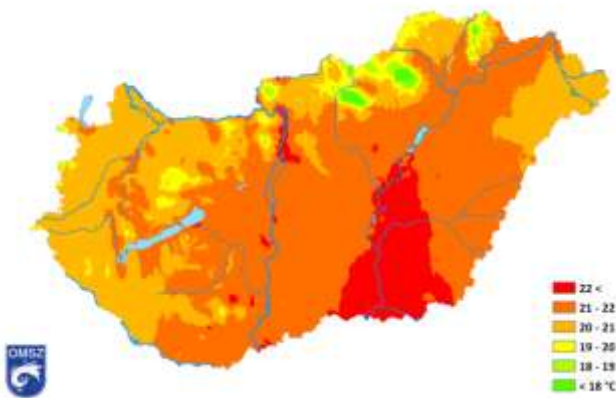
mint 2 °C-kal magasabb az 1971-2000 közötti normálnál, mellyel az idei volt a 7. legmelegebb augusztus 1901 óta. Az ország legnagyobb részén átlagosan 1,5-2,5 °C-os pozitív anomália volt jellemző. A sokévi átlagnál több mint 3 °C-kal melegebb volt a Börzsönyben és a Bükkben, valamint Szeged és Tokaj környékén. A normálhoz legközelebbi átlaghőmérsékleteket a délnyugati területeken jegyeztünk, de itt is 1 – 1,5 °C-kal melegebb volt a megszokottnál. Az ország legnagyobb részén a havi átlaghőmérséklet 21 – 23 °C között alakult. Alacsonyabb hőmérséklet északon, valamint a nyugati határszélen volt megfigyelhető (20 – 21 °C), hegységeinkben pedig 16 – 20 °C-os átlaghőmérséklet volt jellemző. A hónap első napjaiban hóhullámos időszakot éltünk át, a megszokottnál jelentősen melegebb napokkal indult 2013 utolsó nyári hónapja. Augusztus 2-5. között 2. fokú, 6-9. között pedig 3. fokú hőségriadót rendelt el a tiszti főorvos. 14-17-e között visszaesés mutatkozott, majd a 18-20-a közötti periódus a megszokottnál magasabb napi középhőmérsékletekkel telt. 20-a után a hónap hátralévő részében az 1971-2000 közötti átlag körül alakultak a középhőmérsékletek. Országos átlagban 24 nyári napról (normál: 20) és 5 forró napról számolhatunk be (normál: 1), a legnagyobb különbség mégis a hőségnapok számában mutatkozik: a sokévi átlag alapján augusztusban 7 hőségnap adódik, 2013 augusztusában azonban 13 nap is megfelelt a hőségnap kritériumának.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet:
40,6 °C, Győr-Likócs (Győr-Moson-Sopron megye), augusztus 8.

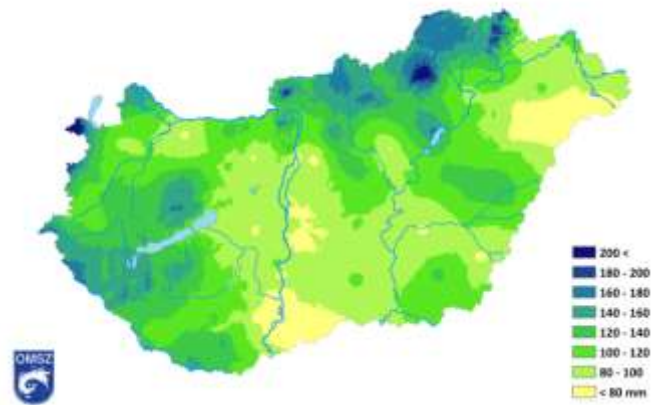
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet:
3,3 °C, Zabar (Nógrád megye), augusztus 16.

A júliusi szárazság után az augusztus jó részét is a kiterjedt csapadékhiány jellemezte; bőven akadt olyan terület a hónap folyamán, ahol szinte egyáltalán nem, vagy csak alig esett eső. A legkevesebb csapadék D-en és ÉK-en hullott (0-25 mm között), a legcsapadékosabbnak pedig a nyugati határszél, a Balaton környéke és a Tiszántúl középső területe bizonyult (60-120 mm). ÉK-en a megszokott csapadékmennyiség mindössze 0-40%-a hullott le a hónap folyamán. Az aggteleki állomásunkról jelentett 0,8 mm-es havi csapadékösszeg volt a legalacsonyabb 2013 augusztusában, Aggtelek környékén a sokévi átlag 0-20%-át regisztráltuk. A megszokottnál jelentősen szárazabb viszonyok jellemezték még a D-i, DK-i területeket is. Mindössze É-on, a Tiszántúl középső területein, Ajka és Mosonmagyaróvár közelében haladta meg valamelyest a jegyzett havi csapadékösszeg a sokévi normált. Országos átlagban a legcsapadékosabb napok a 25-28-a közötti intervallumra estek. Hét csapadékos napot jegyeztünk országos átlagban (normál: 8 nap), zivataros naptól pedig 2-t (normál: 3 nap).

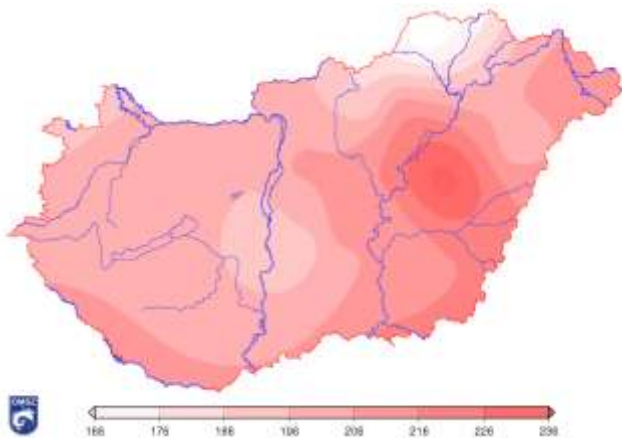
A hónap legnagyobb csapadékösszege:
137,9 mm, Sopron Kertváros (Győr-Moson-Sopron megye)
 A hónap legkisebb csapadékösszege:
0,8 mm, Aggtelek (Borsod-Abaúj-Zemplén megye)
 24 óra alatt lehullott maximális csapadék:
78,5 mm, Zirc (Veszprém megye), augusztus 27.



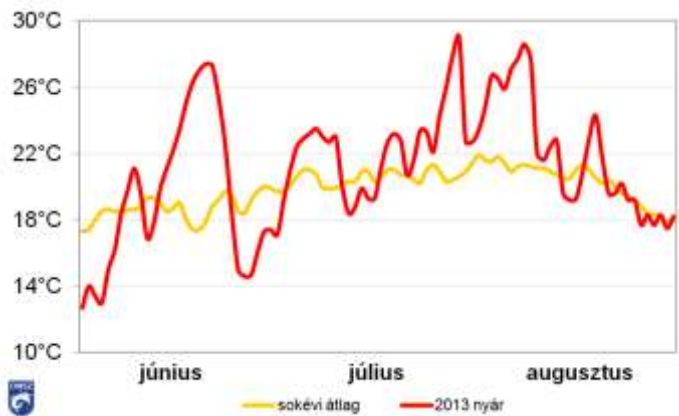
1. ábra: A 2013-as nyár középhőmérséklete (°C)



2. ábra: A 2013-as nyár csapadékösszege



3. ábra: A 2013-as nyár globálsugárzás összege (kJ/cm²)



4. ábra A 2013-as nyár napi középhőmérsékleteinek eltérése a sokévi (1971-2000-es) átlagtól (°C)

2013. nyár időjárás adatainak összesítője

Állomás	Napsütés (óra)		Hőmérséklet (°C)						Csapadék (mm)			Szél
	Évszak összes	Eltérés	Évsz. Közép	Eltérés	Max.	Napja	Min.	Napja	Évszak összes	Átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	Viharos napok
Szombathely	914	196	20,9	2,5	39,7	2013.08.08	6,5	2013.06.27	112	49	17	9
Nagykanizsa			19,9	1,1	38,4	2013.08.08	4,2	2013.06.28	145	60	22	6
Siófok			22,6	2,4	38	2013.08.07	9,9	2013.06.01	84	44	12	22
Pécs	906	87	21,8	2,1	36,9	2013.07.29	7,4	2013.06.02	156	75	18	9
Budapest	963	186	22,6	2,6	39,4	2013.08.08	8	2013.06.01	91	55	11	3
Kékestető	791	41	16,2	2,1	30,4	2013.08.09	5,2	2013.05.31	166	62	18	1
Szolnok			22,2	2,1	38,6	2013.07.29	8,8	2013.06.02	99	58	11	2
Szeged	995	187	21,9	1,8	38,2	2013.07.29	8,5	2013.06.27	93	52	16	1
Nyíregyháza			21,2	1,8	37,7	2013.07.29	8,8	2013.06.01	112	59	17	9
Debrecen			21,6	2,1	36,4	2013.08.08	8,4	2013.06.01	103	50	15	4
Békéscsaba			21,7	2	37,6	2013.07.29	8,9	2013.06.27	63	33	12	0

A NORVÉGOK MEGBECSÜLIK METEOROLÓGUSAIKAT

NORWEGIANS RESPECT THEIR METEOROLOGISTS

Az alábbi fényképet Bryce L. Ford (bford@spectrasensors.com) az Atmospheric Program alelnöke terjesztette a WMO AMDARlevelezési listán. A LÉGKÖR ezúton is kéri olvasóit és szerzőit, ha találkoznak ezzel a géppel, akkor készítsenek róla az itt közölnél jobb minőségű felvételt. Érdeemes eltenni.



